

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Природоохоронний факультет
Кафедра гідроекології
та водних досліджень

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: «Гідроекологічний стан підземних вод річки Барабой в умовах
антропогенного впливу»

Виконала студентка 2 курсу
група МЕГ-2

спеціальності 101 «Екологія»
спеціалізація «Гідроекологія»
Кулік Ангеліна Федорівна

Керівник: д.геогр.н., професор
Лобода Наталія Степанівна

Рецензент: к.тех.н.,
доц.каф.прикл.екол. і
гідрогазодинаміки ОНПУ
Мельник Сергій Володимирович

Одеса – 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: природоохоронний

Кафедра: Гідроекології та водних досліджень

Рівень вищої освіти: магістр

Спеціальність: 101 «Екологія»

Спеціалізація: «Гідроекологія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри
д. геогр. н., проф. Лобода Н.С.
«26».«03» 2018 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ
Кулік Ангеліні Федорівні

1. Тема проекту: «Гідроекологічний стан підземних вод річки Барабой в умовах антропогенного впливу»
керівник проекту: Лобода Наталія Степанівна, д.геогр.н., професор
затверджені: наказом ВНЗ від «02 » «11 » 2017року №321-С
2. Строк подання студентом проекту: «01» червня 2018 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 р.Барабой;
 - 3) огляд гідрохімічних показників річки Барабой;
 - 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.
7. Дата видачі завдання: 26 березня 2018

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Фізико-географічна характеристика	13.03-19.03.18	90	Відмінно
2.	Оцінка водних ресурсів у природних умовах	20.03-31.03.18	90	Відмінно
3.	Оцінка водних ресурсів в умовах водогосподарської діяльності	1.04-15.04.18	90	Відмінно
4.	Характеристика станцій досліджень	03.04.-08.04.18	90	Відмінно
5.	Гідрохімічні показники об'єкта досліджень за даними спостережень ОДЕКУ	17.04-29.04.18	90	Відмінно
6.	Оцінка якості підземних вод за гідрохімічними показниками	1.05-8.05.18	90	Відмінно
7.	Рубіжна атестація	30.04-06.05.18	90	Відмінно
8.	Підготовка презентації та доповіді для захисту магістерської роботи	23.05-01.06.18	90	Відмінно
9.	Здача на кафедрі	01.06.2018	90	Відмінно
10.	Перевірка на плагіат	06.06.2018	82	Добре
11.	Рецензування	10-12.06.2018	90	Відмінно
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90	відмінно

Студент:

_____ Кулік А.Ф.
(підпис)(прізвище, ініціали)

Керівник проекту:

_____ Лобода Н.С.
(підпис)(прізвище, ініціали)

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	9
ВСТУП.....	12
1. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА.....	13
1.1 Географічне положення і рельєф.....	13
1.2 Клімат	14
1.3 Гідрологічний режим.....	15
1.4 Геологічна характеристика.....	18
1.5 Ґрунти.....	22
1.6 Рослинність.....	23
1.7 Ландшафтне районування.....	24
1.8 Характеристика підземних вод в басейні р. Барабой.....	25
1.9 Характеристика якості води артезіанської свердловини № 2097 біля с.Барабой.....	30
2 ОЦІНКА ВОДНИХ РЕСУРСІВ У ПРИРОДНИХ УМОВАХ.....	33
2.1 Ресурси зволоження.....	35
2.2 Кліматичний стік.....	36
2.3 Метод водно-теплогового балансу.....	37
2.4 Теплоенергетичні ресурси клімату.....	45
2.5 Оцінка впливу на норму річного стоку підстильної поверхні.....	48
2.6 Методика розрахунків характеристик річного стоку за моделлю “клімат-стік”.....	52
3 ОЦІНКА ВОДНИХ РЕСУРСІВ В УМАХ ВОДОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	56
4 ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНЦІЙ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	64
5 ГІДРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ОБ’ЄКТА ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ДАНИМИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ОДЕКУ.....	68

	5
5.1 Базові фізико – хімічні показники.....	68
5.2 Органолептичні показники.....	70
5.3 Вміст розчиненого кисню і органіки за БСК5.....	72
5.4 Головні іони.....	73
5.5 Мінералізація води.....	74
5.6 Біогенні речовини.....	75
5.7 Мікробіологічні і токсикологічні показники.....	76
5.8 Гідрохімічні показники артезіанської свердловини №2097 біля с.Барабой.....	78
6. ОЦІНКА ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ.....	79
6.1 Опис розрахункових методик.....	79
6.2 Оцінка якості води для рибогосподарського використання.....	85
6.3 Оцінка якості води для питного водопостачання	92
6.4 Оцінка якості води артезіанської свердловини №2097 біля с.Барабой.....	99
ВИСНОВКИ.....	102
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	105

АНОТАЦІЯ

До кваліфікаційної магістерської роботи

Кулік Ангеліни Федорівни

Актуальність. Водні ресурси р.Барабой використовуються для задоволення комплексних потреб народного господарства (зрошення, рибництво, рекреація). Для цього в Біляївському і Овідіопольському районах Одеської області було створено Барабойське і Санжейське водосховища як складові I і II черг НДЗС, які наповнюються перекиданням стоку р.Дністер. При проектуванні системи для забезпечення водообміну і відповідної якості води в створених водосховищах було передбачено їх регулярне наповнення і промивку значними обсягами дністровської води. Технологічні особливості і рельєф місцевості призвели до того, що НДЗС стала найбільш енергоємною зрошувальною системою Одеської області. Висока собівартість подачі води, розвиток крапельного зрошення і відсутність повних дотацій з боку держави призвели до скорочення площ зрошення, обсягів перекидання дністровського стоку на наповнення водосховищ, що негативно впливає на якість води в них.

Мета роботи: узагальнення літературних, архівних даних по Барабойському і Санжейському водосховищам; характеристика водойм; огляд гідрохімічних показників; оцінка якості води.

За наявними гідрохімічними даними Одеського облуправління водних ресурсів було оцінено якість води за методом комбінаторного індексу забруднення води (КІЗ).

Результати дослідження мають науково-навчальне та виробниче значення і можуть бути використані водокористувачами в басейні р.Барабой та природоохоронними установами Одеської області.

Наукова робота складається з 6 розділів, 106 сторінок.

Ключові слова: якість води, гідрохімічні показники, екологічна класифікація, якість води, екологічний ризик

ANNOTATION

To qualifying master's work

Kulik Anhelina Feodorovna

Topicality. The water resources of the Baraboy River are used to meet the complex needs of the national economy (irrigation, fish farming, recreation). For this purpose, in the Blyayevsky and Ovidiopolis districts of the Odessa region, the Baroike and Sanzhsky reservoirs were created as part of the first and second queues of the NDZs, which are filled with the overthrow of the Dnister river flow. When designing the system for ensuring water exchange and the corresponding quality of water in the created reservoirs it was provided for their regular filling and flushing with significant volumes of the Dniester water. Technological features and terrain have led to the fact that NDZS became the most energy-intensive irrigation system in the Odessa region. The high cost of water supply, the development of drip irrigation and the lack of full subsidies from the state have led to a reduction in irrigation areas, the volume of transfer of the Dniestr River to fill the reservoirs, which negatively affects the quality of water in them.

Purpose: generalization of literary, archival data on the Baroike and Sangezha reservoirs; characteristic of reservoirs; review of hydrochemical indicators; water quality assessment.

According to the available hydrochemical data of the Odessa water management, water quality was assessed using the Combined Water Pollution Index (KIZ) method.

The results of the research are of scientific, educational and industrial value and can be used by water users in the Basin of the river Baraba and environmental institutions of the Odessa region.

Scientific work consists of 6 sections, 106 pages.

Keywords: hydrochemical indicators, ecological classification, water quality, ecological risk.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

БС – Балтійська система;
 БСК₅ – біологічне споживання кисню за 5 діб;
 га – гектар;
 ГДК – гранично допустима концентрація;
 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 – лімітуюча ознака забруднення;
 м – метри;
 мм. – міліметри;
 м. – місто;
 м³ – кубічні метри;
 м³/с – метри кубічні за секунду;
 м/с – метри за секунду;
 мг/дм³ – міліграм на дециметр кубічний;
 мг-екв/дм³ – міліграм еквівалента на дециметр кубічний;
 НДЗС – Нижньодністровська зрошувальна система;
 ОДЕКУ – Одеський державний екологічний університет;
 ОВП – окисно-відновний потенціал;
 ПКІЗ – питомий комбінаторний індекс забруднення;
 р. – річка;
 рис. – рисунок;
 с – секунда;
 с. – село;
 см – сантиметри;
 СПАР – синтетичні поверхнево активні речовини;
 табл. – таблиця.

ВСТУП

Актуальність:Грунтові (підземні) води грають значну роль в гідролого – гідрохімічному режимі р. Барабой. Вони формують підземну складову водного стоку – базис водності річки особливо в меженні періоди. Режим і якість підземних вод р.Барабой, нажаль, слабо вивчені.

Через Нижньодністровську зрошувальну систему до сільськогосподарських масивів подається вода з р.Дністер. Зрошування земель за рахунок річки-донора, якою є р.Дністер, сприяє підняттю рівнів підземних вод та підтопленню територій. Зворотні води, що надходять із зрошувальних земель до русла річки обумовлюють зростання її стоку. Проте з точки зору якості води донорське зрошування може погіршувати якість як і ґрунтових вод, так і артезіанських вод. У зв'язку із цим актуальність роботи обумовлена необхідністю вивчення впливу зрошування та інших чинників господарської діяльності на якість та гідрологічні стоки р. Барабой.

Мета роботи:оцінка гідрохімічнихпоказників та оцінка якості підземних вод, які потрапляють в р. Барабой із поверхні водозбору,

Робота складається із 6 розділів. У першому розглядаємо фізико-географічну характеристику річки Барабой. У другому – оцінку у природних умовах, тобто ресурсі зволоження, кліматичний стік, теплоенергетичні ресурси клімату, метод водно-теплогового балансу та оцінку впливу на норму річного стоку підстильної поверхні. У третьому розділі розглядаємо оцінку водних ресурсів в умовах водогосподарської діяльності. У четвертому – загальну характеристику станцій дослідження. У п'ятому – гідрохімічні показники об'єкта досліджень за даними

спостережень ОДЕКУ. У шостому розділі оцінювали якість підземних вод за гідрохімічними показниками.

Об'єкти дослідження – р.Барабой.

Предмет дослідження – гідроекологічний стан р.Барабой.

Матеріали дослідження:В дипломному проекті використано матеріали експедиційних спостережень, які проводились щосезонно протягом 2010-2017 рр. в басейні р. Барабой під час навчальних практик кафедри гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ, а також дані паспорту свердловини і басейну р.Барабой, гідрохімічні показники свердловини станом на 1965 та 2016 рр.

Значення:Результати дослідження, починаючи з 2010 р., мають науково-навчальне та виробниче значення, використані в навчально-науковій роботі кафедри гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ (курсові, дипломні проекти),також результати використано в конкурсі студентських наукових робіт ОДЕКУ:

1.**Яров Я.С., Кулік А.Ф.** Гідрохімічні показники і оцінка якості вод артезіанської свердловини №2097 в с.Барабой //Збірник статей за матеріалами студентської наукової конференції ОДЕКУ (6-15.05.2016р.) – Одеса: ТЕС, 2016. – с. 76-79.(стор. 4, др. арк. 0,27)

2.Кафедральна НДР «Гідроекологічний стан річок та водойм України в умовах антропогенного впливу», № держреєстрації 0113U007292, термін проекту: 2013-2017 рр., учасники зі складу кафедри:Лобода Н.С. (науковий керівник), Гриб О.М, Даус М.Є., Отченаш Н.Д., Яров Я.С., Балан Г.К., Гращенкова Т.В., Пилип'юк В.В., Куза А.М., Захарова Т.В., магістри **Кулік А.Ф.**, МЕГ-53, Устіменко К.В., МЕГ-53, Дзюба В.В., МЕГ-53, студенти Таранюк О.С, ПЕ-50, Похорова І.В., ПЕ-50, Холостенко В.П., ПЕ-50. (2016 рік)

3.**Кулік А.Ф.** МЕГ-53Вплив водогосподарської діяльності на кількісні характеристики стоку та якість вод р. Барабой, с. 70, науковий керівник:

д.геогр.н., проф..**Лобода Н.С.**, ст.викл. **Яров Я.С.**/ Тези. Матеріали XVI наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ (11.05.17). – Одеса: ТЕС, 2017. – у друці(стор.2, др. арк. 0,13).

4.А.Ф Кулік, Н.С. Лобода Гідрохімічні показники підземних вод в басейні річки Барабой // Тези науково-практичної конференції Всеукраїнського студентського конкурсу з галузі «Екологія та екологічна безпека», 15-17 березня 2017 р. – Полтава: ПолтНТУ, 2017. Науковий керівник: д. геогр. н., проф. Лобода Н.С.

5.Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт за напрямом «Екологія та охорона навколишнього середовища» (II тур), м.Полтава, 15-17 березня 2017 р., Полтавський національний технічний університет ім..Ю.Кондратюка.

-д.геогр.н., проф..**Лобода Н.С.**;

- студ.гр.МЕГ-53 **А.Ф.Кулік**.

6. Участь у круглому столі на тему «Інноваційні технології очищення природних і стічних вод для харчової галузі», 28 вересня 2017 р. у рамках Міжнародної науково-практичної конференції «Технології харчових продуктів і комбікормів» на базі кафедри «Технології питної води» Одеської національної академії харчових технологій:

- **Кулік А.Ф.** ;

7. Круглий стіл в рамках конференції Stud_Camp. Організатори: Управління туризму, рекреації та курортів Одеської облдержадміністрації за підтримки Одеського обласного центру зайнятості.

- **Кулік А.Ф.**, гр. МЕГ-63;

8. Кафедральна НДР «Гідроекологічний стан річок та водойм України в умовах антропогенного впливу», № держреєстрації 0113U007292, термін проекту: 2013-2017 рр., учасники зі складу кафедри:**Лобода Н.С.** (науковий керівник), Гриб О.М, Даус М.Є., Отченаш Н.Д., Яров Я.С., Балан Г.К., Гращенкова Т.В., Куза А.М., Пилип'юк В.В.,

Захарова Т.В., магістри гр. МЕГ-63 (Дзюба В., **Кулік А.**, Котович О., Урсул В., Димитрова О., Марчук О., Ренгач О., Лавтар В., Кликач Н.)

Методи дослідження: оцінка відповідності господарсько-питним нормам за вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10 та вод як джерела централізованого водопостачання за ДСТУ 4808:2007.

1. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

1.1 Географічне положення і рельєф

Річка Барабой належить до басейну Чорного моря. Басейн річки розташований в межах південної степової зони. Протікає річка по території Одеської області.

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

За витік річки прийнята точка земної поверхні з відміткою 140 м абс., Розташована в 5 км на північний схід від села Покровка Роздільнянського району.

Річка не має приток довжиною більше 10 км, коефіцієнт густоти мережі (для річок довжиною менше 10 км) становить 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% - становить відповідно 1,19 і 0,15 млн м³.

Власний стік річки зарегульований значно. Загальна кількість ставків і водосховищ, які регулюють місцевий стік, по 1.01.92 станом на - 19 шт, сумарний обсяг 28,2 млн м³ (з урахуванням наливних дністровської водою Барабойского і Санжейський водосховищ).

Вода річки відноситься до гідрокарбонатному класу, її жорсткість становить 25,9 мг-ЕВК / л, загальна мінералізація 1 431 мг / л.

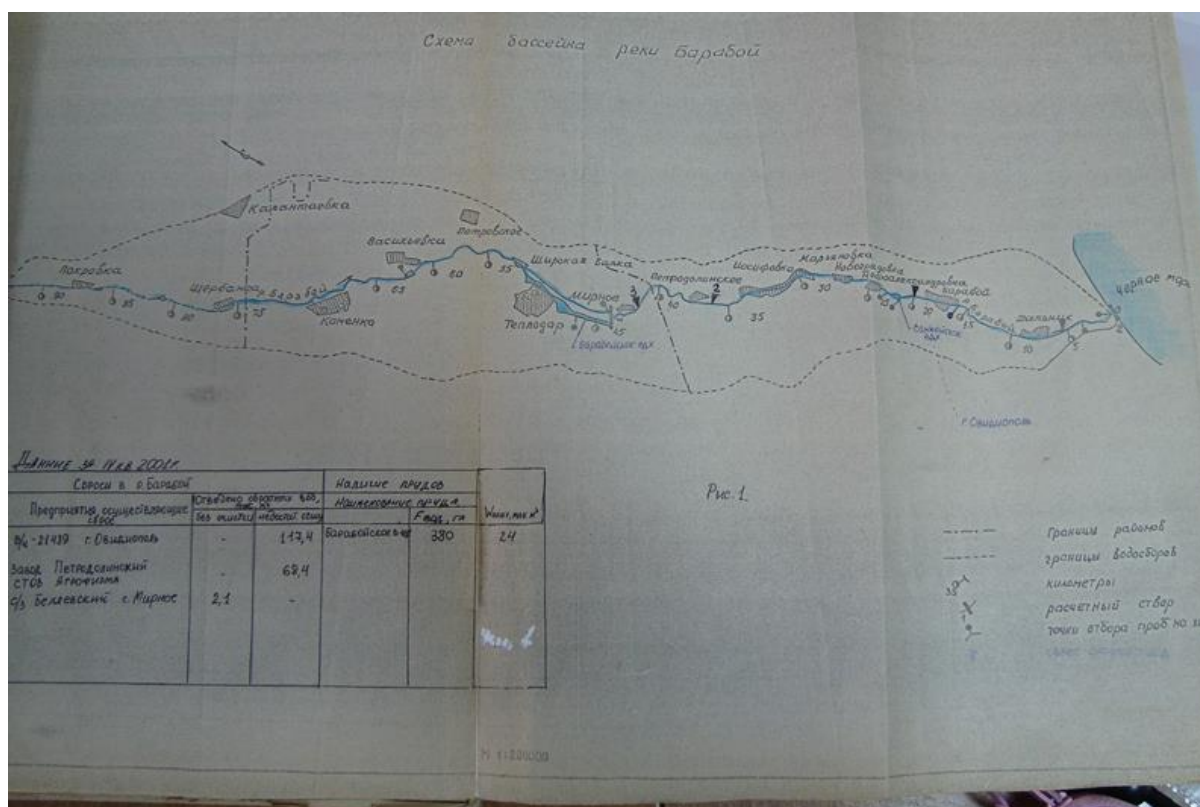


Рис.1.1 Схема басейна річки Барабой

Річка Барабой протікає по території Одеської області.

По витoku річки не існує єдиної позиції: 1) за кадастровими даними, [2] як постійно діючий водотік, Барабой починається зі ставку поблизу с. Секретарівка (балка Ставкова); 2) найвіддаленішою точкою р.Барабой прийнята точка з відміткою 150 м абс., розташована в 1 км на північний захід від села Кам'янка Роздільнянського району [1], в такому випадку річка Барабой у верхній ділянці являє собою періодично діючий водотік.

1.2 Клімат

Умови, визначальні формування поверхневого стоку річки, є в цілому несприятливими. 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 (вогкість повітря менше 30%) складає в середньому 27,1 в рік. Спостережний добовий максимум опадів рівний 106 мм. Сніговий покрив в басейні спостерігається менш, чим 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

1.3 Гідрологічний режим

Річка Барабой належить до басейну Чорного моря. Басейн річки розташований в межах південної степової зони. Витік річки (відмітка 140 м абс) розташований в 5 км на північний схід від села Покровка Роздільнянського району Одеської області, впадає в Чорне море на південний захід від с. Грибовка. [1] Довжина річки 93 км, площа водозбору 652 км², залісеність 2,36%, заболоченість 0%, розораність 73,3%. Середня висота басейну 80 м, середня ширина 8,6 км. Еродованість басейну складає 39,6%. Урбанізованість складає 5,31%. В басейні 17 тис га зрошуваних земель. Річка має 4 виражені притоки, найбільша з них без назви, впадає з правого берега на 65 км, завдовжки 19 км. Коефіцієнт гідрографічної густини (для річок завдовжки менше 10 км) складає 0,14 км/км². Падіння річки 139 м, середньозважений ухил 1,47 м/км (15 ‰). [2]

Водозбір грушоподібної форми розташований на Причорноморській низовині в зоні ковилово-типчаківих степів, значно розораний. Рельєф має ерозійний характер, ґрунти пильовато – важко суглинисті, домінують чорноземи.

Долина слабо звивиста, трапецієподібна, ширина 1,5-2 км (від 2,3 км поблизу с. Дальник до 0,6 км вище с. Мар'янівка). Схили висотою 20-30 м

(у с. Мирне до 41 м, біля гирла лівий берег 8 м) переважно опуклі, пологі, розчленовані (особливо правий схил між с. Мирне і Мар'янівка). Складені схили суглинками, нижче с. Петродолинське оголюються вапняки. Придатні ділянки схилів розорані, непридатні ділянки задерновані, поблизу селищ зайняті садами і городами. Долина має ерозійний характер, має 1 надзаплавну терасу. Тут розташовані численні джерела забруднення поверхневих і підземних вод: промислових 16, сільськогосподарських 58, комунальних 8270, нафто забруднювачів 41. В цілому в долині виражений середній ступінь дефляції і площинного змиву.

Заплава прируслова, двостороння, шириною 0,1-0,3 км, до гирла розширюється до 1 км, у верхній ділянці відсутня. Поверхня її рівна, суха, лукова, частково розорана, є окремі дерева і кущі. Заплава складається мулистоглинистими і суглинистими ґрунтами, потужність алювію 3-10 м. Під час високих паводків затоплюється на глибину до 0,8 м протягом 4 днів. Заплава має такі показники: залісеність 4%, залукованість 43%, розораність 23%, урбанізованість 25%. Заплава р.Барабой частково обвалована для захисту населених пунктів від підтоплення, також систематично проводиться механічна розчистка та поглиблення русла для покращення умов протікання води в ньому. В заплаві розташовано багато джерел забруднення поверхневих і підземних вод: промислових 1, сільськогосподарських 8, комунальних 293. Тут виявляються слабо виражені процеси вторинного засолення і підтоплення.

Річище трапецієподібне, 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. Глибина складає 0,45-0,7 м, швидкість течії складає

0,03-0,4 м/с. Середній показник замуленості річища 0,15 м, заростання 25%. Відносна довжина спрямлених ділянок річища 11%, обвалованих 2,4%, в підпорі заходиться 26% довжини річища.

Переважає ширина русла 10-20 м, максимально 60 м. На пригирловій ділянці ширина річки складає 35 м, глибина 1,5 м. Сухі ділянки заростають травою, 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 вони суглинками, заростають травою і очеретом. В межах прибережної полоси розорані ділянки займають 22,6% площі, 7,5% сінокоси, 26,9% пасовища, 18% займають присадибні ділянки, 7,5 % дерева і чагарники, інші угіддя займають 17,5% площі. В річищі слабо виражені процеси замулення.

В гирловій ділянці русло являє собою залізобетонний канал, випуск в море обладнаний шлюзом. Заплава річки осушена, частково обвалована, зайнята зрошувальними сільгоспугоддями, правий берег під городи, сади і будівлі. По берегам випасають худобу, слідів ерозійних процесів не знайдено. Лише на окремих місцях чітко виділена водоохоронна зона.

Річка характеризується періодичним стоком під час сніготанення і випадіння зливових опадів. Загалом водність мала. Весняне водопілля проходить в лютому-березні (рис 1.3) , 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, крім водосховищ.

Водність Барабоя не вивчена, середньо багаторічна витрата води р. Барабой – в гирлі становить 0,052 м³/с. Річка не дронує значних водоносних горизонтів, тож підземне живлення незначне. Стік формується за рахунок поверхневих вод, тому нестійкий.

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 мг/дм³.

Норма стоку річки складає 4,94 млн м³, стік маловодних років забезпеченістю 75 і 95% - складає, відповідно, 1,19 і 0,15 млн. м³.

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).

Аналіз даних, що характеризують схили річки, заплаву 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 заплавах, 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.

1.4 Геологічна характеристика

Басейн річки розташований в межах геологічної структури західної частини Причорноморської западини.

В геологічній будові беруть участь архей-протерозойські кристалічні породи іпотужна товща осадових утворень палеозойської, мезозойської та кайнозойської груп. Геологічна будова басейну р. Барабой в табл. 1.3.

Таблиця 1.1 – Геологічна будова басейну [1]

Геологічний вік порід	Геологічний індекс	Район поширення	Глибина залягання, м	Потужність, м	Літологічний склад порід
1	2	3	4	5	6
Відклади архей-протерозойської групи	A-Pt	Всюди	1600	НС	Граніти, плагіограніти
Відклади верхньо протерозойської групи	Pt ₃	Всюди	1000	600	Арказові піщаники, аргіліти, глинисті сланці, алеврити
Кембрійські відклади палеозойської групи	C _m	Всюди	914	86	Червоно бурі різнозернисті піщаники і сланцеваті глини
Силурійські відклади палеозойської групи	S ₂	Всюди	901,5	12,5	Поліміктові піщаники з прошарками вапняків і аргілітів
Крейдові відклади мезозойської групи	Cr ₂	Всюди	400- 470	431,5	Піщаники, вапняки, мергелі з прошарками глин, крейда
Палеогенові відклади кайнозойської групи	Pg ₁₋₃	Всюди	200- 300	230-160	Мергелі, алеврити, глини з прошарками пісків, мергелів і алевритів
Неогенові відклади маячкінської свити	N _{1mc}	Всюди	187- 317	13	Зелені глинисті піски, алеврити, глини

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
Неогенові відклади нижньосарматського ярусу	N_1S_1	Всюди	$N_1S_1+N_1S_2$ 110-180	$N_1S_1+N_1S_2$ 37-130	Вапняки масивні, щільні піски вапнякові, глини з прошарками мергелів
Неогенові відклади середньо сарматського ярусу	N_1S_2	Всюди	$N_1S_1+N_1S_2$ 110-180	$N_1S_1+N_1S_2$ 37-130	Вапняки, мергелі, глини, піски
Неогенові відклади верхньо сарматського ярусу	N_1S_1	Всюди	50-10	60-120	Вапняки, піски, глини з прошарками пісків
Неогенові відклади меотичного ярусу	N_{1m}	Всюди	Водорозділи 40-70 Долина річки 7-30	20-60	Глини з прошарками пісків і лінзами вапняків
Неогенові відклади понтичного ярусу	N_{2pn}	Водороздільні плато і їх схили	Водорозділи 20-40 Долина річки 0-20	10-30	Вапняки, ракушечники, глини з прошарками пісків і алевритів
Середньо верхньо пліоценові відклади	$N_2^2 \ 3$	Водороздільні плато і їх схили	20-40	3-10	Глини червоно бурі, рідше піски
Верхньопліоценові неогенові алювіальні відклади 7-10 надзаплавних терас р.Дністер і Дністровського лиману	aN_2^3	В межах поширення верхньопліоценової надзаплавної тераси	23-35	6-15	Піски з галькою і гравієм, глини, алевроліти

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
Нижньо і верхньо четвертинні еолово делювіальні відклади	Vd _{I-III}	Водороздільні плато і їх схили	0,5-2	На водорозділах 20-40 На схилах річкової долини 1-7	Лесовидні суглинки, супіски, глини
Верхньочетвертинні алювіальні відклади надзаплавної тераси	a _{III}	Перша надзаплавна тераса річки	0,5-1	5-7	Супіски і піски з домішками гравійно-галечникового матеріалу
Верхньо четвертинні сучасні делювіальні відклади	d _{III-IV}	Схили річкових долин і балок	0-0,5	2-10	Перевідкладені супіски і суглинки
Сучасні алювіально делювіальні відклади	ad _{IV}	Тальвеги балок	0-0,5	0,5-8	Суглинки, супіски
Сучасні алювіальні відклади	a _{IV}	Заплава річки	0-0,5	3-10	Суглинки, супіски, суглинки з гравієм, галечником, мули

1.5 Ґрунти

Басейн річки розташований в межах геологічної структури західної частини Причорноморської западини. В геологічній будові беруть участь архей-протерозойські кристалічні породи і потужна товща осадових утворень палеозойської, мезозойської та кайнозойської груп.

Басейн р. Барабой розташовується в 5 ерозійному районі Чорноморсько-приазовської провінції сильно розвинутої вітрової ерозії ґрунтів. Ступінь вияву 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: в зменшенні потужності гумусного горизонту, запасів гумусу, валових і жвавих форм біогенних елементів; в розпиленості структури, зменшенні кількості водомічних агрегатів, підвищенні густини верхніх горизонтів, зменшенні водо всмоктуючої і фільтраційної здатності, посиленні ґрунтової засухи. У зв'язку з цим прийоми поліпшення земель (організаційно-господарські, агротехнічні, луговомеліоративні і гідротехнічні) повинні носити ґрунту захисний характер. Ґрунтова карта басейну р.Барабой наведена на рис. 1.2



Рис 1.2 - Ґрунтова карта басейну р.Барабой [3]

1.6 Рослинність

В системі геоботанічного районування басейн розташований в межах Черноморсько-Азовської підпровінції, Східно-Європейської (Понтичної) провінції, Євразійської степової області (рис. 1.2).

Природна рослинність займає 6,76% площі басейну (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Рослинність басейну [1]

Ліс		Степ		Луки		Болота		Інше	
км ²	% площі	км ²	% площі	км ²	% площі	км ²	% площі	км ²	% площі
15,4	2,36	8,7	1,33	20	3,07	0	0	0	0



Рис. 1.3 – Карта-схема рослинного покриття території. Геоботанічне районування [3]

1.7 Ландшафтне районування

В системі ландшафтного районування України басейн р. 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.

Ландшафтний комплекс володіє наступними тепловими ресурсами: головою радіаційний баланс – 0,23 мДЖ/см; річна сума температур вище 10°C – 331; річна кількість опадів – 457 мм; співвідношення потоків тепла і вологи – 0,5; коефіцієнт зволоження – 0,8.

Морфоструктурною основою ландшафтів Дністровсько-бузької області в межах Причорноморської западини є (з півночі на південь):

пластові акумулятивно денудаційні рівнини на плікативно-блокових структурах;

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

В 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-ковиловими і типчаково-ковиловими степами змінився в агрикультурний злаково-лісополостний;

- 2) на схилах йде процес змиву і розмиву ґрунто-ґрунтів;
- 3) в днищах долини річки і балках намів опадів і відмирання русла;
- 4) будівництво ставків і водосховищ в долині річки сформували озерні, заболочені ділянки ландшафтів, а в зоні впливу підпертого рівня водосховищ відбувається олуговіння чорноземів і вияв сезонного повторного засолю ґрунто-ґрунтів;
- 5) з 1966 року з моменту створення НДЗС сформувався агроеліоративний ландшафт.

Рівень ґрунтових вод піднявся місцями до критичних глибин (1,5-3м), що сприяло олуговінню ґрунто-ґрунтів. Індекс трансформації ландшафтів 7,41-8 (сильно).

1.8Характеристика підземних вод в басейні р. Барабой[1,4]

Басейн річки Барабой розташований в межах північного крила Причорноморського басейну. Водонесні горизонти приурочені до відкладень четвертої, неогенової, палеогенової, крейдиної, кембрійської систем.Першим від поверхні регіональним водоупором є глини ярусу сармата.Місцевими водотривами єа) верхньопліоценові глини потужністю до 10 м, поширені на вододільному плато в північній і середній частинах басейну, які залягають на глибині 20-40 м.; б) глини понтічних і меотичних відкладень.

Джерела формування прогнозних запасів підземних вод – природні запаси, ресурси, які добуваються з природних водотоків (табл. 1.3-1.5).

Таблиця 1.3 – Відомості про пункти спостережень [1]

Місцерозташування, відомча приналежність	Спостережний водоносний горизонт	Кількість свердловин	Дата початку спостережень
ОГГМЕ ООУВР	vd_{I-III}	39	
НДЗС (1 черга)	ad_{III-IV}	4	
НДЗС (2 черга)	vd_{I-III}	123	
	ad_{III-IV}	5	
с.Доброолександрівка ППСЕ	N_1S_3	1(№161)	1987
с.Мирне	vdQ_1	1(№202)	1985
с.Мирне	N_{2p}	1(№214)	1985
Теплодар, зона ОАТЕЦ ППСЕ	N_1S_2	2(№№82,83)	1983
с.Василівка	N_1S_3	1(№59)	1986

Таблиця 1.4 – Хімічний склад підземних вод [1]

Водоносний горизонт	Тип води за іонним складом	Показники					Захищеність водоносного горизонту
		Минералізація г/л	NO ₃ -, мг/дм ³	NO ₂ -, мг/дм ³	Загальна твердість, мг-екв/дм ³	pH	
a _{IV} , ad _{IV}	ГХ НМ ХСНKM	1,4-4,8	0-сліди	0-0,3	16-37	7,6-8	Не захищений
d _{III-IV}	СХНМ ХСНМК ХНК	1,8-5,5	Слід и	0-0,6	15-48	7,4-7,6	Не захищений
vd _{I-III}	ГKM ГХKM СГK CM	0,3-7	0-732	0-0,03	5-46	7,2-7,6	Не захищений
N _{2p} +aN ₂₃	ХСНМ ХСКН	0,2-2 на узбережжі моря 5,2-7,2	-	-	-	-	Не захищений
N _{2p}	СХНКМ СМН ГХКН ХГКМН	0,5-8,7	Слід и	0-0,3	5,2-30,4	7,4-8	Захищений і умовно захищений на водорозділах. На схилах долини ріки не захищений
N _{1m}	СХМНК ГХМ	0,4-2	Слід и	Нема	5,-9-37,2	7,6	На водорозділах захищений. На схилах долини ріки умовно захищений і не захищений
N _{1S3}	ХГН	0,4-1,3	Следи	Слід и	3,8	7,7	Захищений

Продовження таблиці 1.4

N ₁ S ₁₊₂	ГН ХН ГХСН	0,9-11	Н.в.	Н.в.	Н.в.	Н.в. .	Захищений
---------------------------------	------------------	--------	------	------	------	-----------	-----------

Примітка: Г-гідрокарбонатні; Х-хлоридні; С-сульфатні; К – кальцієві; Н-натрієві; М-магнієві

Таблиця 1.5 – Експлуатаційні запаси підземних вод, тис м³/доба, р.Барабой

Геологічний індекс водоносного горизонту		N1S2	N1S3
Прогнозні запаси	Всього	2,13	6,32
	З мінералізацією до 1 г/л	2,13	0,35
	З мінералізацією 1-3 г/л	-	5,97
	З мінералізацією >3г/л	-	-
Коефіцієнт зв'язку підземних вод з поверхневим стоком			0
Поверхневий стік, мм		7	
Підземний стік, мм		1	
Модуль підземного стоку, л/см ²		0,03	

Обсяги використання підземних вод в басейні р. Барабой для промислового і комунально-побутового водопостачання щорічно знижуються: в 1985 р. обсяг водозабору складав 1,431 млн. м³, в 1991 – 1,405 млн. м³, в 2012 р. – 0,73 млн. м³.

В басейні р. Барабой поширені підземні води різноманітного походження і хімічного складу. Навіть в межах одного водоносного горизонту хімічний склад води може істотно змінюватись. Треба враховувати, що наведені дані є осередненими для водозбору річки і не висвітлюють регіональні особливості хімічного складу підземних вод.

В басейні р. Барабой поширені підземні води верхньосарматських, меотичних і понтичних горизонтів. Літологічними породами є добре проникні піщаники. Глибина залягання ґрунтових вод, які беруть участь в живленні р.Барабой складає від 0 до 20 м. Ґрунтові води залягають у четвертинних відкладах і міоценових відкладах понтичного горизонту. Водовмісними породами є леси, лесовидні суглинки, піски, супіски, вапняки. В більшості проб ґрунтових вод є перевищення ГДК по загальній твердості, причому, у верхній частині басейну р.Барабой у загальній твердості переважають сполуки кальцію, у нижній частині – магнію. Хімічний склад підземних вод в басейні р.Барабой доволі строкатий, на окремих ділянках не можна виділити переважання певного катіону чи аніону у хімічному складі води.

Загальна мінералізація підземних вод найбільша у верхній частині басейну р.Барабой і знижується в середній і нижній частині басейну. ГДК перевищуються у 3-4 рази, тож мінералізація коливається в межах 3- 4 г/дм³. Зменшення мінералізації зумовлено, на нашу думку, розпріснюючим впливом мало мінералізованої дністровської води, яка подається на зрошувальні масиви НДЗС у вегетаційний період і потім протягом тривалого часу повертається у р.Барабой як скиди дренажних вод з зрошувальної мережі і більш опріснені ґрунтові води.

За вмістом хлоридів можна сказати, що підземні води р.Барабой більш ніж в 4 рази мають перевищення ГДК за цим іоном, і теж аналогічно мінералізації – вміст хлоридів більший у верхній незрошувальній частині басейну р.Барабой порівняльно із середньою і нижньою частинами басейну.

Вміст сульфатних іонів у підземних водах р.Барабой зростає вздовж течії з 2 до 4 ГДК. Причиною цього є посилення впливу гірських порід меотичних відкладень понтичного ярусу, які домінують в цих ділянках басейну на відміну від четвертинних відкладів у верхній ділянці.

1.9 Характеристика свердловини № 2097 біля с.Барабой

Ґрунтові (підземні) води грають значну роль в гідролого – гідрохімічному режимі р. Барабой. Вони формують підземну складову водного стоку – базис водності, особливо в меженні періоди. Режим і якість підземних вод, нажаль, слабо вивчені (у порівнянні з поверхневими водами). Основною причиною цього є методичні і матеріально-технічні моменти, строкатий хімічний склад вод, які належать до різних водоносних горизонтів і нерівномірно поступають у річку протягом року. Річка Барабой розташована в Одеській області і є частиною Нижньодністровської зрошувальної системи. Саме ґрунтові води живлять річку і численні ставки, які створені в її басейні. Детально хімічний склад ґрунтових вод в даному районі не вивчався. Окремі відомості з цього питання, які наведені у кадастровій літературі, надто загальні і застарілі. Тому обрана тема дослідження досить актуальна.

Отож, досліджувана свердловина № 2097 розташована на околиці с.Барабой [5] на лівому березі однойменної річки (рис. 3.1). За даними паспорту, свердловина (рис. 3.2) була пробурена в червні 1965 р. на глибину 94 м у верхньосарматський водоносний горизонт. З тих пір ось уже 51 рік вода свердловини експлуатується громадою села для господарсько-питних потреб. Візуально стан об'єкта - задовільний, санітарна зона огорожена і в цілому дотримується.

Інформація по водоносному горизонту: неогеновий верхньосарматський горизонт N_1S_3 поширений всюди, глибина залягання 50-130 м, потужність 0,5-10 м, водовмісними породами є прошарки дрібних і пильоватих пісків, ракушечних вапняків. Вода використовується для централізованого водопостачання. Режим горизонту слабо вивчений, дебіт свердловин від 2,3 до 5,4 л/с.



Рис. 3.1 – Схема розташування свердловини №2097



Рис. 3.2 – Технічний стан та загальний вигляд свердловини № 2097

Моніторинг за цим горизонтом проводиться в 2 свердловинах (с. Василівка, с.Доброолександрівка) з 1986р. За даними спостережень, вода горизонту хлоридно-гідрокарбонатно-натрієва, мінералізація 04,-1,3 г/л, виявлені сліди нітратів, нітритів, загальна твердість 3,8 мг-екв/дм³, рН 7,7. Горизонт вважається захищеним від забруднення.

2 ОЦІНКА ВОДНИХ РЕСУРСІВ У ПРИРОДНИХ УМОВАХ

Сучасний стік річок України зазнає значного антропогенного впливу, прикладами якого є будівництво ставків та водосховищ, перекидання стоку великих річок по каналах з метою забезпечення водою населення посушливого півдня, зрошування сільськогосподарських земель водами місцевих водотоків та водами річок-донорів, осушування перезволожених земель та інше. У наш час до водогосподарських перетворень додалася така складова як глобальне потепління, що відбувається у результаті зростання вмісту парникових газів у атмосфері.

Україна, ратифікувавши Рамкову Конвенцію ООН з питань змін клімату (1996 р.), взяла на себе зобов'язання не тільки обмежити викиди парникових газів, а й досліджувати зміни регіонального клімату та їх вплив на природні ресурси України, включаючи водні. Захист водних ресурсів в умовах змін глобального клімату розглядається як важливе завдання на міжнародному й національному рівнях. Діяльність Уряду України спрямована на підтримання екологічної рівноваги, раціональне використання та відновлення природних водних ресурсів.

Даних про стік річок у природних (непорушених водогосподарською діяльністю) умовах його формування на території України практично немає. Більшість гідрологічних постів була відкрита після Великої Вітчизняної війни, у 50-ті роки минулого сторіччя. Це й же період характеризується інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва, яке супроводжувалося будівництвом штучних водойм, регулюванням стоку річок, розвитком меліорацій. Таким чином, матеріали спостережень за стоком надають відомості не про природний, а про побутовий стік. Південна частина України характеризується відсутністю даних спостережень як у природних, так і порушених водогосподарською діяльністю умовах. Через нестачу вихідних даних ізолінії норм річного

стоку на картах нормативних документів проведені для території Північно-Західного Причорномор'я пунктиром (СНіП 2.01.14-83).

Для визначення характеристик стоку у природних умовах доцільно використовувати метеорологічні дані, оскільки вони не підпадають під вплив водогосподарської діяльності та мають більшу тривалість у часі при порівнянні з гідрологічними й визначаються на базі більш розвиненої мережі спостережень. Основою розрахунків стоку за метеорологічними даними є балансові методи.

Стік, розрахований за метеорологічними даними, виключає вплив чинників підстильної поверхні як природних, так і зумовлених водогосподарськими перетвореннями. Таким чином, отримані характеристики стоку можуть розглядатися як такі, що описують природний зональний стік. Моделі розрахунків стоку, на вході яких використовуються метеорологічні дані, отримали назву моделей “клімат-стік”.

У наш час Всесвітньою Метеорологічною Організацією (ВМО) розробляються довгострокові прогнози змін клімату на Землі. Методи розрахунків характеристик стоку за метеорологічними даними, побудованими на основі моделей типу “клімат – стік”, надають можливість передбачати стан водних ресурсів у нових кліматичних умовах, описаних кліматичними сценаріями майбутнього.

Досить перспективним для створення таких моделей визнано балансовий підхід, який базується на сумісному розгляді рівнянь водного та теплового балансів підстильної поверхні. Метод водно-теплового балансу у модифікації В.С. Мезенцева для умов України розроблено на кафедрі гідрології суші Одеського державного екологічного університету під керівництвом професорів Є.Д. Гопченка та Н.С.Лободи.

2.1 Ресурси зволоження

Еквівалентом ресурсів зволоження території є норма річних опадів. Для характеристики розподілу норм річних опадів використовуються дані по метеорологічних станціях і постах. У “Справочниках по климату СССР” надаються осереднені суми річних опадів, приведені до багаторічного періоду, за матеріалами спостережень до 1965 року.

До величин середніх місячних опадів, наведених у цьому літературному джерелі, відповідно до рекомендацій Державного гідрологічного інституту (ДГІ, РФ), крім поправки на змочування опадоміра та вітрове видування була додатково введена поправка, яка враховує втрати вологи на випаровування з опадоміра. Введення поправки здійснювалося за таким виразом

$$\bar{X} = \bar{X}' + k_E \bar{X}_C, \quad (2.1)$$

де $\bar{X}$ - місячна норма опадів з урахуванням усіх систематичних похибок у показаннях опадоміра, мм;

$\bar{X}'$ - місячна норма опадів з урахуванням поправки на змочування опадоміра та вітрове видування, мм;

$\bar{X}_C$ - місячна норма опадів, розрахована за даними спостережень;

k_E - поправковий коефіцієнт, який показує втрати місячних опадів на випаровування з опадоміра.

Найбільші норми річних сум опадів спостерігаються у Карпатах. На півночі рівнинної частини України їх величина досягає 700 мм, зменшуючись у південному напрямі до 450 мм.

2.2 Кліматичний стік

Визначення норм кліматичного річного стоку відбувалося за рівнянням

$$\bar{Y} = \bar{X} - \bar{E}_m \left[1 + \left(\frac{\bar{X}}{\bar{E}_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}} \quad (2.2)$$

для кожної із розглянутих метеорологічних станцій. Побудова карт ізолій виконувалась на топографічній основі 1: 500000 за середніми багаторічними даними більш ніж 900 метеорологічних станцій і постів України та Молдови (Н.С. Лобода, 2005).

Особливістю побудови карти є той факт, що розраховані норми кліматичного стоку відносяться не до центру тяжіння водозбору, як це відбувається із гідрологічними даними, а до точок простору із координатами, які відповідають географічному положенню кожної метеорологічної станції.

Апробація моделі "клімат – стік", як способу визначення характеристик природного (непорушеного водогосподарською діяльністю) річного стоку, була виконана на даних водозборів різних природних зон України, а також на даних великих річок[6]. Установлено, що точність визначення статистичних параметрів річного стоку за описаною моделлю знаходиться у межах точності розрахунків цих параметрів за даними гідрометричних спостережень.

За А.М. Бефані, до великих водозборів віднесено водозбори з площею, більшою за другу критичну, тобто з площею, при якій підземне живлення річки стабілізується. Порівняльний аналіз норм природного стоку, визначених за рівняннями водогосподарського балансу, та норм кліматичного стоку показав, що у зоні достатнього зволоження для великих водозборів відносне відхилення цих величин знаходиться у межах

5 %, а у зоні недостатнього зволоження – у межах ± 10 %. Побудова карти норм кліматичного стоку є особливо важливою для регіонів південної України, де річок зі стоком у природних умовах його формування практично не збереглося, а початок стаціонарних спостережень збігається з інтенсифікацією водогосподарських перетворень. Просторовий розподіл норм річного кліматичного стоку зумовлений передусім розподілом норм річних опадів.

На правобережній Україні переважає вплив західного переносу повітряних мас. Тут спостерігається зменшення стоку в напрямку з північного заходу на південний схід, у той час як просторовий розподіл стоку центральних і східних областей України визначається меридіональним характером атмосферних процесів, і зменшення стоку відбувається в напрямку північ - південь. Широтна зональність розподілу норм кліматичного річного стоку порушується на сході впливом Донецького Кряжу.

Побудова карти ізолій норм кліматичного стоку є особливо важливою для південної України, де практично відсутні річки з природним стоком, а початок стаціонарних спостережень збігається з інтенсифікацією водогосподарських перетворень. До теперішнього часу у практиці гідрологічних розрахунків використовується карта ізолій норм річного стоку, рекомендована нормативним документом СНіП 2.01.14 - 83[6], ізолії на території Причорномор'я і степового Криму проведені пунктиром.

2.3 Метод водно-теплогового балансу

Моделі типу “клімат – стік” спираються на використання у розрахунках стоку метеорологічних характеристик. Найпростішою з таких моделей є рівняння водного балансу за багаторічний період.

$$\bar{X} = \bar{E} + \bar{Y} , \quad (2.4)$$

де $\bar{X}, \bar{E}, \bar{Y}$ - річні норми опадів, випаровування з поверхні суші та стоку відповідно.

У випадку оцінки норми річного стоку на основі рівняння водного балансу

$$\bar{Y} = \bar{X} - \bar{E} \quad (2.5)$$

проблема розрахунків постає у незадовільній точності визначення норми випаровування з поверхні суші. Структура водного балансу ділянки суші тісно зв'язана з її тепловим балансом, тобто з надходженням і перетворенням поверхнею та діяльним шаром ґрунту тепла сонячної радіації. Ця обставина зумовила потребу розглядати задачу визначення елементів водного балансу разом з теплоенергетичним балансом земної поверхні. Перспективи сумісного вирішення водного та теплоенергетичного балансів поверхні суші розглядалися багатьма авторами (Е.М. Ольдекоп, 1911, М.А. Веліканов, 1928, М.І. Будико, 1958). Як найбільш оптимальний, був визнаний підхід, запропонований В.С.Мезенцевим. Процес теплообміну в будь-якій точці простору і за будь-який проміжок часу представлений ним у вигляді статей надходження й витрати енергії

$$R^+ + P^+ + (B_1 - B_2) = LE + P^- + I_H - LC, \quad (2.6)$$

де R^+ - приходна частина радіаційного балансу;

R^+ - приходна складова турбулентного теплообміну або тепло, яке надходить на ділянку суші в зв'язку з рухом повітря, тобто адвективне тепло;

$B_1 - B_2$ - зміна запасів тепла в діяльному шарі ґрунту (теплообмін у ґрунті, позначається як ΔB);

L - “приховане” тепло пароутворення;

LE - витрата тепла на випаровування;

R^- - витрата тепла на нагрівання повітря (від’ємна частина турбулентного теплообміну);

I_H - довгохвильове випромінювання земної поверхні у нічні часи доби;

LC - витрата тепла на конденсацію.

Приходна складова R^+ радіаційного балансу визначається як різниця між короткохвильовою радіацією R_K , що надходить до земної поверхні в денну частину доби, та довгохвильовим випромінюванням із земної поверхні I_D

$$R^+ = R_K - I_{\text{Д}}, \quad (2.7)$$

де I_D - баланс довгохвильового випромінювання (випромінювання земної поверхні за мінусом противипромінювання атмосфери) у денні та частково сутінкові години доби.

Ліва (приходна) частина рівності (2.6) розглядається як граничні ресурси енергії, які забезпечують процес випаровування у визначених кліматичних умовах й називаються “теплоенергетичними ресурсами клімату”

$$LE_m = R^+ + P^+ + (B_1 - B_2) , \quad (2.8)$$

де E_m - так званий “теплоенергетичний еквівалент”, тобто шар води, який міг би випаритися з поверхні суші, якби на процес випаровування були витрачені усі теплоенергетичні ресурси клімату

$$E_m = \frac{R^+ + P^+ + (B_1 - B_2)}{L} . \quad (2.9)$$

Таким чином, теплоенергетичний еквівалент E_m - це величина, яка за своїм фізичним змістом близька до величини E_0 - випаровуваності або максимально можливого випаровування.

Величина E_0 (випаровуваність) визначалася багатьма авторами як верхня межа випаровування, але інтерпретувалася по-різному: «випар зі зволоженої поверхні» (М.І. Будико); «випар з водної поверхні при тому ж комплексі метеорологічних умов, що й над сушею» (Н.А.Багров); «випар з поверхні полів, вкритих рослинністю, коли вологість ґрунту близька до найменшої польової вологоємності» (А.Р. Константинов). На відміну від інших авторів, В.С.Мезенцеву вдалося надати однозначний фізичний зміст поняттю “випаровуваність”.

Права або витратна частина рівняння теплового балансу позначається як “сумарний теплообмін” T , зумовлений нагріванням приземного повітря за рахунок турбулентного обміну й нічного ефективного випромінювання земної поверхні (без противипромінювання атмосфери). Тоді (3.6) можна представити у вигляді

$$LE_m = LE + T . \quad (2.10)$$

Теоретичними границями зміни складових рівняння (2.9) є такі величини:

$$LE_m \geq LE \geq 0; \quad (2.11)$$

$$LE_m \geq T \geq 0. \quad (2.12)$$

Іншими словами, витрати тепла на фактичне випаровування та сумарний теплообмін завжди менші від теплоенергетичних ресурсів клімату, тому що в природі завжди спостерігається витрата тепла.

Рівняння водного та теплового балансів містять у собі загальну складову – випаровування з поверхні суші. Для визначення стоку необхідно, насамперед, розрахувати випаровування, представивши його через складові теплового балансу. У цьому аспекті підхід, запропонований В.С.Мезенцевим, є подальшим розвитком наукових ідей Е.М.Ольдекопа (1914), Н.А.Багрова (1953), Л.Тюрка (1958), М.І.Будико (1958), які намагалися встановити співвідношення між загальним зволоженням території та випаровуваністю. Загальне рівняння водного балансу для ділянки суші представлено В.С. Мезенцевим таким чином

$$H = E + Y, \quad (2.13)$$

де H - характеристика зволоження території.

Для “замкненого” водозбору зволоження визначається рівнянням

$$H = X + w_1 - w_2. \quad (2.14)$$

Введення характеристики теплоенергетичних ресурсів у рівняння водного балансу (2.12) досягається діленням лівої і правої частин цього рівняння (2.13) на величину E_m

$$\frac{H}{E_m} = \frac{E}{E_m} + \frac{Y}{E_m}. \quad (2.15)$$

Складові рівняння (2.15) H, E, Y позначаються як $\beta_H, \beta_E, \beta_Y$ відповідно. Отже (2.15) можна записати у вигляді

$$\beta_H = \beta_E + \beta_Y, \quad (2.16)$$

де

$$\beta_H = \frac{H}{E_m}; \beta_E = \frac{E}{E_m}; \beta_Y = \frac{Y}{E_m}. \quad (2.17)$$

Граничні умови складових (2.16) є такими

$$0 \leq \beta_E \leq 1 \text{ при } 0 \leq \beta_H \leq \infty \text{ та } 0 \leq \beta_Y \leq \beta_H \leq \infty. \quad (2.18)$$

Після диференціювання рівняння (2.17) за величиною співвідношення ресурсів вологи і тепла β_H В.С. Мезенцев одержав рівняння такого вигляду

$$\frac{\partial \beta_E}{\partial \beta_H} + \frac{\partial \beta_Y}{\partial \beta_H} = 1. \quad (2.19)$$

Після наближеного розв'язання (2.18) частинне рівняння зв'язку між складовими водного та теплового балансів представлено В.С. Мезенцевим у такий спосіб

$$\beta_E = (1 + \beta_H^{-n})^{-\frac{1}{n}}, \quad (2.20)$$

де n - параметр, що інтегрує вплив фізико-географічних умов формування стоку.

З урахуванням позначень (2.18), прийдемо до рівняння вигляду

$$E = E_m \left[1 + \left(\frac{H}{E_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}. \quad (2.21)$$

Відповідно рівняння водного балансу (2.13) набуде вигляду

$$H = Y + E_m \left[1 + \left(\frac{H}{E_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}. \quad (2.22)$$

Рівняння (2.22) містить складову, яка входить у тепловий баланс земної поверхні і являє собою випаровування з поверхні суші E , представлене через (2.21), у зв'язку з чим вираз (2.22) називають рівнянням водно-теплового балансу.

Балансове співвідношення (2.22), виражене відносно величини стоку Y , має вигляд

$$Y = H - E_m \left[1 + \left(\frac{H}{E_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}. \quad (2.23)$$

Коли розглядається водний баланс замкненого водозбору, під величиною Y слід розуміти сумарний стік, який вміщує підземну та поверхневу складові стоку[15].

Для розрахунків стоку у межах року (по сезонах, місяцях, декадах) використовують рівняння вигляду

$$Y = X + w_1 - w_2 - E_m \left[1 + \left(\frac{X + w_1 - w_2}{E_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}. \quad (2.24)$$

Різниця $(w_1 - w_2)$, яка представляє собою зміну вологовмісту розрахункового шару ґрунту, набирає істотних додатних та від'ємних значень у середині року (місяці, декади) і в окремі роки (групи років).

Для багаторічного періоду зміна запасів води у ґрунті наближається до нуля, отже, виконується умова $(w_1 - w_2) = 0$ або $\pm \Delta w = 0$, у зв'язку з чим балансове співвідношення (2.24) набуває вигляду

$$\bar{Y} = \bar{X} - \bar{E}_m \left[1 + \left(\frac{\bar{X}}{\bar{E}_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}, \quad (2.25)$$

де $\bar{Y}, \bar{X}, \bar{E}_m$ - середні багаторічні величини (норми) річного стоку, опадів та теплоенергетичного еквівалента (максимально можливого випаровування), відповідно.

Результати досліджень, виконаних багатьма авторами для різних водозборів колишнього СРСР, показали, що для річного стоку має сенс використовувати $n = 3$.

Норма стоку, розрахована за (2.25), визначається кліматичними чинниками формування річного стоку (річними опадами й максимально можливим випаровуванням), у зв'язку з чим одержала назву кліматичного стоку. Норма річного кліматичного стоку $\bar{Y}_K$ є середньою багаторічною характеристикою річного стоку, який утворився в результаті певного співвідношення характеристик тепла та вологи β_H , підлягає закону географічної закономірності й відповідає зональному природному річному стоку.

Картиізоліній норм річного кліматичного стоку будуються за даними метеорологічних станцій і відносяться у просторі не до геометричного центра водозборів, а до точок, які відповідають географічним координатам відповідних станцій. Матеріалами необхідними для визначення кліматичної норми річного стоку є складові радіаційного та теплового балансів підстильної поверхні за багаторічний період, а також середні багаторічні дані по опадах та температурах за календарні місяці й роки.

2.4 Теплоенергетичні ресурси клімату

Величина LE_m , представлена рівнянням (2.8), визначає граничні, тобто максимально можливі енергетичні ресурси клімату, а значення шару максимально можливого випаровування E_m в (2.9) розглядається як теплоенергетичний еквівалент, який дозволяє використовувати характеристики теплоенергетичних ресурсів клімату у рівнянні водно-теплового балансу. Найбільші труднощі при використанні (2.9) створює визначення величини $(B_1 - B_2)$, яка характеризує зміни запасів тепла в

діяльному шарі ґрунту. Однак у цілому за рік, і тим більше за багаторічний період, виконується умова $(B_1 - B_2) = 0$. Отже

$$\bar{E}_m = \frac{\bar{R}^+ + \bar{P}^+}{L}, \quad (2.26)$$

де $\bar{E}_m$ - норма (середня багаторічна величина) максимально можливого випаровування;

$\bar{R}^+, \bar{P}^+$ - норми приходних складових рівняння теплового балансу підстильної поверхні.

Дані про річні складові радіаційного балансу містяться у матеріалах спостережень актинометричних станцій. Приходна складова радіаційного балансу визначається як різниця між короткохвильовою частиною радіаційного балансу підстильної поверхні та її довгохвильовим випромінюванням. Що стосується приходної (спрямованої до земної поверхні) складової турбулентного теплообміну P^+ , то її величина складає лише близько 20% від річної суми розрахункового турбулентного теплообміну в денний час, коли потік тепла спрямований вгору від поверхні і не перевищує 10-15% від річного радіаційного балансу. В.С.Мезенцевим запропонував емпіричну формулу для розрахунку річної величини P^+

$$P^+ = 285 - 0,820R, \quad (2.27)$$

де R - величина річного радіаційного балансу, Мдж/м².

Таким чином, при $R = 0$ річна величина P^+ складає 285 Мдж/м², а при $R < 0$, приходна складова турбулентного теплообміну буде зростати. У

межах України прихордна складова турбулентного теплообміну змінюється від 124 до 167 Мдж/м² у рік.

Число актинометричних станцій (менше 20 у межах України) обмежене і є недостатнім для детального опису просторового розподілу теплоенергетичних ресурсів клімату. Оскільки температурний режим України значною мірою зумовлений надходженням сонячної радіації до земної поверхні, для розрахунків $\overline{E}_m$ за даними метеорологічних станцій України Є.Д. Гопченко та Н.С.Лобода вивели регіональну залежність величини $\overline{E}_m$ від температурних характеристик літнього періоду, коли переважає антициклональна погода з малою хмарністю і слабкими вітрами

$$\overline{E}_m = 13,3 \sum_V^{IX} \overline{T}_M - 307, \quad (2.28)$$

де $\sum_V^{IX} \overline{T}_M$ - сума норм середніх місячних температур повітря за літній період (з травня по вересень, включно). Коефіцієнт одержаного рівняння лінійної парної регресії дорівнює $0,94 \pm 0,01$.

Просторова зміна максимально можливого випаровування на рівнинній частині України підлягає закону широтної географічної зональності (Н.С. Лобода, 2005). Найменший градієнт величини $\overline{E}_m$ спостерігається на північному заході Полісської низовини. Теплоенергетичні ресурси клімату зростають від 750 мм на північному заході до 1000 мм на - півдні та південному сході.

2.5 Оцінка впливу на норму річного стоку підстильної поверхні

Норма річного кліматичного стоку, визначена за картою ізоліній, відображає зональний характер розподілу стоку, зумовлений кліматичними чинниками. Для малих та середніх річок, на водозборах яких формування стоку залежить від властивостей підстильної поверхні, установлені за картою значення $\bar{Y}_K$ можуть відрізнятися від природного стоку.

Співставлення норм річного кліматичного та природного (непорушеного водогосподарською діяльністю) стоку різних водозборів виконано авторами для території Молдови, південно-західної України, включаючи водозбори Південного Бугу, середньої та нижньої течії р. Дністер, межиріччя Дунай – Дністер та Дністер – Південний Буг, а також для річок західної частини Українського Полісся та басейну р. Сіверський Донець.

Одержані результати дозволили зробити висновки, що для великих водозборів рівнинної частини України норму кліматичного стоку можна ототожнити з нормою природного.

Для більшості малих та середніх водозборів, особливо у зоні недостатнього зволоження, норма кліматичного річного стоку суттєво відрізняється від природного. Відхилення тут можуть досягати 30 % і більше. З метою врахування впливу факторів підстильної поверхні були встановлені перехідні коефіцієнти до норм кліматичного стоку $\bar{Y}_K$, визначених за картою ізоліній

$$K_{ПЕР} = \frac{\bar{Y}_{ПР}}{\bar{Y}_K} , \quad (2.29)$$

де $K_{ПЕР}$ - перехідний коефіцієнт від норми кліматичного стоку, знятої з карти, до норми природного стоку;

$\bar{Y}_K$ - норма кліматичного стоку з водозбору, яка визначається за картою ізоліній;

$\bar{Y}_{ПР}$ - норма природного річного стоку.

На базі визначених за (2.30) перехідних коефіцієнтів та кількісних показників чинників підстильної поверхні (лісистість, заболоченість, площа водозбору та інше) розроблялися розрахункові регресійні рівняння. Отримані залежності дають змогу розділити територію України на області як додатних, так і від'ємних виправлень до норми кліматичного стоку. В області додатних виправлень $(\bar{Y}_{ПР} - \bar{Y}_K) > 0$ поправкові коефіцієнти більші за одиницю ($K_{ПЕР} > 1$), тобто кліматичний (зональний) стік нижчий від природного стоку малих та середніх за розмірами річок. В області від'ємних виправлень до норми кліматичного стоку поправкові коефіцієнти менші за одиницю - $K_{ПЕР} < 1$. В області нульових виправлень норма кліматичного стоку дорівнює нормі природного стоку, а поправковий коефіцієнт набуває значення рівного одиниці.

Інтегральним показником впливу чинників підстильної поверхні на формування стоку може служити площа водозбору F . Чим менша площа, тим більшою мірою виявляється дія підстильної поверхні, але F є лише опосередкованим показником взаємодії чинників різного походження.

Площа водозбору може виступати як показник неповного дренажу річками водоносних горизонтів підземних вод. Область від'ємних виправлень ($K_{ПЕР} < 1$) у вигляді $K_{ПЕР} = f(F)$ поширюється на всю лісову зону рівнинної України. Так, для правобережного Полісся (притоки р.Прип'ять) перехідні коефіцієнти до норм кліматичного стоку розраховуються за таким рівнянням

$$k = 1 - 0,270[3,2 - \lg(F + 1)] \quad \text{при } F < 1700 \text{ км}^2; \quad (2.30)$$

$$k = 1 \quad \text{при } F \geq 1700 \text{ км}^2, \quad (2.31)$$

де k - коефіцієнт переходу від кліматичного стоку до природного;

F - площа водозбору.

У межах лісостепової та степової зон картина складніша.

Сніговий покрив, запас води у якому визначає об'єм стоку за весняну повінь і головну частину стоку за рік у цілому, розподіляється площею водозбору нерівномірно. Під впливом вітру відбувається перерозподіл снігового покриву в річковій мережі з подальшою акумуляцією його в ярах та балках, що призводить до зменшення норм стоку із збільшенням площі водозбору. Фактично, діюча площа водозбору, на якій формується основний об'єм стоку повені у замикальному створі, є значно меншою у порівнянні із загальною площею водозбору. Як наслідок, річні норми природного стоку малих та середніх водозборів перевищують кліматичний стік. Так, для лісостепової зони та зони північного степу коефіцієнти переходу описуються рівнянням вигляду

$$K_{ПЕР} = 2,4 - 0,7[\lg(F + 1) - 1] \quad \text{при } F < 1000 \text{ км}^2; \quad (2.32)$$

$$K_{ПЕР} = 1 \quad \text{при } F \geq 1000 \text{ км}^2. \quad (2.33)$$

У підзоні південного степу, де стійкий сніговий покрив утворюється дуже рідко і тому річковий стік формується переважно поєднанням талих вод у період відлиг з дощовими опадами, серед чинників підстильної поверхні значне місце займають втрати на затримку поверхневих вод у зниженнях рельєфу. Непрямим показником втрат стоку на поверхневе

затримання може бути ухил водозбору. Оскільки в довідковій літературі дані про середньозважені ухили є не по усіх водозборах, для практичного застосування отримано залежність коефіцієнта $K_{ПЕР}$ від середньої висоти водозбору, значення якої певним чином пов'язані з ухилом. Перехідні коефіцієнти зменшуються від 1 до нуля в міру зниження висоти місцевості, але лише в межах висот менших за 280 м:

$$k = 1 - 0,003(280 - H_{сер}) \quad \text{при } H_{сер} < 280 \text{ м}; \quad (2.34)$$

$$k = 1 \text{ при } H_{сер} \geq 280 \text{ м}, \quad (2.35)$$

де $H_{сер}$ - середня висота водозбору.

Межа розділу між областями додатних і від'ємних виправлень до норм річного кліматичного стоку відповідає межі зим із стійким сніговим покривом, який спостерігається менше, ніж у 50 % випадків.

Істотні розбіжності між нормами природного та кліматичного річного стоку можливі, коли вододіли підземних та поверхневих водозборів не співпадають. Здебільшого така картина виникає в областях розвантаження чи живлення карсту. Урахувати дію карсту можливо лише шляхом визначення перехідних коефіцієнтів за виразом (2.29) для певних закарстованих річок. Непрямим показником впливу гідрогеологічних умов на формування стоку закарстованих водозборів також може бути норма інфільтрації опадів у водоносні горизонти U_0 , просторовий розподіл якої визначається не тільки кліматичними умовами, а й водно-фізичними властивостями ґрунтів. Зокрема, величина U_0 використовувалася як предиктор при побудові регресійних рівнянь для визначення коефіцієнта $K_{ПЕР}$ для річок Приазов'я, лівобережних приток Дністра.

2.6 Методика розрахунків характеристик річного стоку за моделлю “клімат-стік”

Визначення статистичних параметрів річного стоку у природних умовах на основі моделі “клімат-стік” відбувається на основі карти ізолій норм річного кліматичного стоку (див. рис.3.3) та виконаних просторово-часових узагальнень характеристик кліматичного стоку.

Норму природного (непорушеного водогосподарською діяльністю) річного стоку $\bar{Y}_{ПР}$ для малих та середніх річок визначають через норму кліматичного стоку та перехідний коефіцієнт $K_{ПЕР}$, який визначається в залежності від географічного положення водозбору за регіональними формулами.

На основі аналізу розрахованих рядів кліматичного стоку отримано математичне співвідношення, яке дозволяє визначати коефіцієнти варіації стоку невивчених річок в залежності від норми кліматичного стоку [9].

$$C_{VK} = \frac{C_{V_m}}{(\bar{Y}_K/10)^{0,60}}, \quad (2.36)$$

де C_{VK} – коефіцієнт варіації кліматичного річного стоку;

C_{V_m} - максимальне значення коефіцієнта варіації річного стоку, яке відповідає мінімальному значенню кліматичного стоку у межах України ($\bar{Y}_K = 10 \text{ мм}$). У відповідності з емпіричними даними $C_V = 1,5$.

Відношення C_{SK}/C_{VK} та коефіцієнт автокореляції $r(1)$ беруться згідно із районуванням статистичних параметрів річного стоку за результатами узагальнень, отриманих на основі методу сумісного аналізу.

Після установлення статистичних параметрів розраховуються величини річного природного стоку заданої забезпеченості.

За відсутності даних спостережень за річковим стоком в розрахунковому створі або при значній трансформації величин стоку антропогенними перетвореннями допускається застосовування метеорологічних даних[8,9].

Значення середнього багаторічного річного стоку, визначені за метеорологічними чинниками на основі методу водно-теплогового балансу, отримали назву “норми кліматичного стоку” $\bar{Y}_K$. Норма кліматичного стоку визначається за картою ізоліній, побудованою на основі даних метеорологічної мережі спостережень регіональних підрозділів Гідрометеорологічної служби України. Норми річного кліматичного стоку співпадають з нормами зонального річного стоку річок, які мають стабільне підземне живлення. При відсутності карти норма кліматичного річного стоку визначається за даними метеорологічної станції, розташованої у центрі водозбору, або при наявності декількох метеостанцій як середня зважена величина.

У гірських районах, де спостерігається значний градієнт змін стоку з висотою, рекомендується застосовувати залежності норм кліматичних чинників або кліматичного (визначеного за метеорологічними даними) стоку від висоти місцевості.

Для рівнинних річок, які не мають стабільного підземного живлення ($F < F_{2KP}$), для урахування впливу чинників підстильної поверхні визначаються коефіцієнти переходу $K_{ПЕР}$ від норм кліматичного річного стоку до природного. Норма природного (непорушеного водогосподарською діяльністю) річного стоку $\bar{Y}_{ПР}$ для таких річок визначається як добуток норм кліматичного стоку $\bar{Y}_K$ на значення перехідних коефіцієнтів $K_{ПЕР}$

$$\bar{Y}_{ПР} = K_{ПЕР} \cdot \bar{Y}_K. \quad (2.37)$$

Звідси : $\bar{Y}_{\text{ПР}} = 0,40 \cdot 19 = 7,6 \text{ мм}$

Визначена за картою ізоліній норм річкового кліматичного стоку (Рис.3.1) [8] величина $\bar{Y}_k$ становить 19 мм. Площа водозбору річки Барабой дорівнює 652 км², тобто ця річка відноситься до малих. Коефіцієнт переходу від норм кліматичного стоку до природнього розраховується за формулою (2.34), звідси для висоти водозбору Нсер = 80 м. отримуємо рівною 0,4, отже $\bar{Y}_{\text{ПР}} = 7,6 \text{ мм}$.

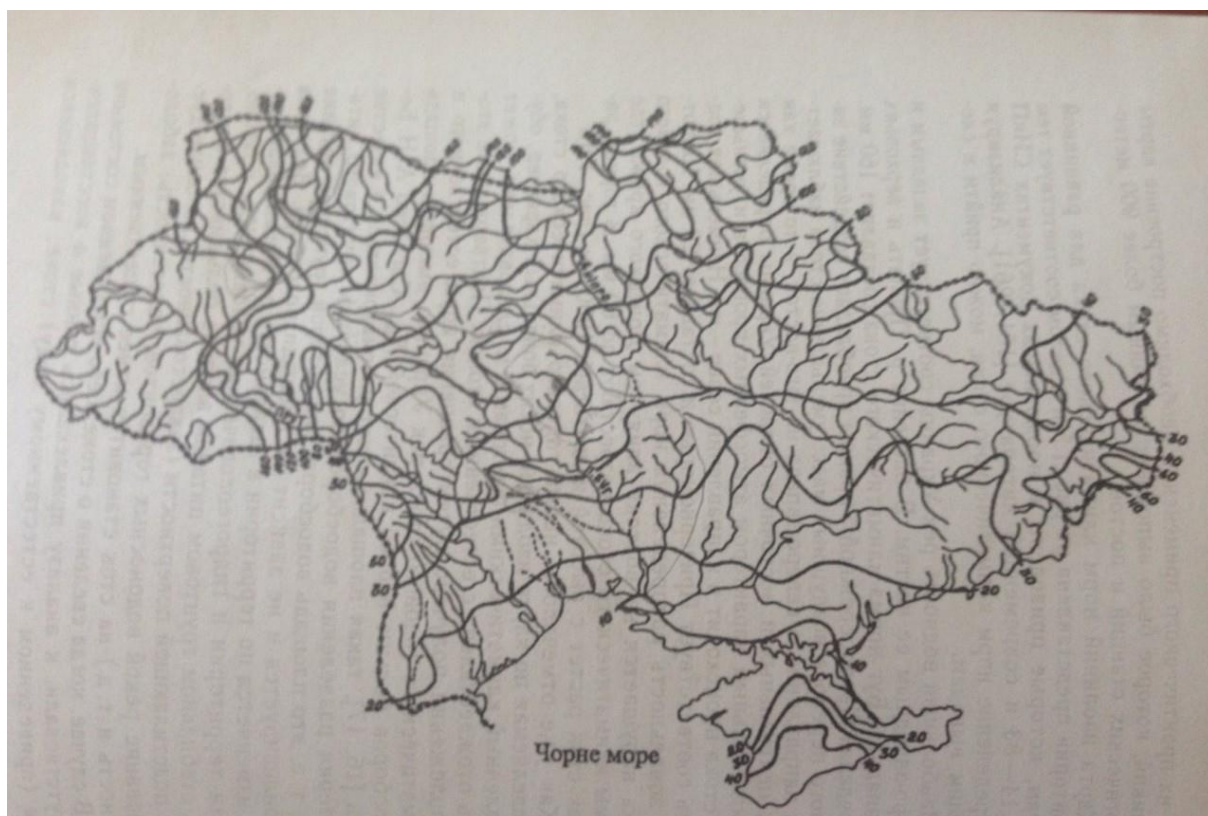


Рис 3.1- Картою ізоліній норм річкового кліматичного стоку[13].

Коефіцієнт варіації річного стоку визначається за формулою:

$$C_v = \frac{C_{vm}}{(\bar{Y}/Y_0)^{m_1}}, \quad (2.38)$$

де C_{vm} - значення коефіцієнту варіації, яке відповідає найменшому значенню норми кліматичного стоку Y_0 в існуючих кліматичних умовах;

m_1 - регіональний параметр.

$$C_v = \frac{1,5}{(7,6/10)^{0,61}} = 1,76$$

Співвідношення C_s / C_v установлюються за результатами районування рівнинної території України на базі сумісного аналізу вхідних даних за методом С.М. Крицького та М.Ф. Менкеля.

Для Північно – Західного Причорномор'я відношення $C_s/C_v = 1,7$. Таким чином розрахункове C_s приймається рівним $1,76 \cdot 1,7 = 2,99$. Природний стік у роки різної забезпеченості установлювався за таблицею трьох параметричною розподілу Пірсона III [15] (Таблиця 2.1)

Таблиця 2.1 - Природний стік у роки різної забезпеченості установлювався за таблицею трьох параметричною розподілу Пірсона III

Параметри природного стоку			Річний стік заданої забезпеченості						
$\bar{Y}_{III}$, мм.	C_v	C_s	P, %	1%	5%	25%	50%	75%	95%
7,6	1,76	3	Φ	4,05	1,97	0,19	-0,44	-0,62	-0,665
			k_p	8,128	4,467	1,334	0,226	0	0
			Y_p	62	33,95	10,14	1,72	0	0

З таблиці 2.1 витікає, що річка Барабой у природних (непорушених водо господарською діяльністю) умовах пересихає у маловодні ($P=75\%$) та дуже маловодні ($P=95\%$) роки.

3 ОЦІНКА ВОДНИХ РЕСУРСІВ В УМАХ ВОДОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Річки Північно-Західного Причорномор'я знаходяться у гідрологічній зоні недостатнього зволоження.

Вони характеризуються малою водністю ($Y < 30$ мм). Важливе значення у отримванні вологості цих річок відіграє весняне водопілля, яке забезпечує до 70% їх стоку.

Складова підземного стоку менша, через глибоке залягання підземних вод. У зв'язку із незначним підземним живленням річки пересихають у період межені, особливо у маловодні та дуже водні роки.

на гідрологічний та гідро екологічний стан річок пливають водогосподарські перетворення (зрошування, осушування, перекид стоку, урбанізація водозбору та інше), які здатні як суттєво зменшити, так і збільшити природний (непорушений водогосподарською діяльністю) стік річок.

Основною проблемою при дослідженнях гідрологічного та гідро екологічного стану річок є відсутність даних гідрологічних, гідрохімічних та біологічних вимірювань.

У Одеському державному гідро екологічному університеті для визначення водності малих та середніх річок Північно - Західного Причорномор'я розроблений ряд методик, які дозволяють оцінювати водні ресурси досліджувальних територій у природних та порушених водогосподарською діяльністю умовах. Теоретичним базисом методик є модель «клімат-стік», до якої входить блок розрахунків річного стоку за метеорологічними домішками та блок стохастичною моделювання побутового стоку.

Для річки Барабой, яка бере свій початок на відрогах Волино-Подільської височини 140м. біля села Петровка Роздільнянського району, протікає по Причорноморській низовині та впадає у Чорне море.

Площа водозбору річки становить 652км^2 , середня висота 80м. розпаханість становить 75,5%, урбанізованість 5,31%, площа зрошувальних земель за рахунок річки – донора становить 8901га (0,137%).

За картою ізоліній норм кліматичного (зонального) стоку було отримано, що норма річного кліматичного стоку з водозбору дорівнює 19мм.

Коефіцієнт впливу підстильної поверхні становить 0,40. В результаті було отримано, що норма річного природного стоку складає 7,6 мм.

З чинників водогосподарської діяльності слід виділити штучні водойми, яку мають особливе значення для верхньої половини водозбору (с.Широка Балка) та зрошування сільськогосподарських земель водойми річки – донора (р.Дністер).

Вплив штучних водойм на водні ресурси проявляється через зростання втраченої складової водного балансу водозбору оскільки випаровування з водної поверхні у зоні недостатнього зволоження набагато більший ніж випаровування з поверхні суші.

Зрошування сільськогосподарських полів водами річки-донора забезпечує додаткове надходження фільтраційних вод до русла річки або її притоків.

Для урахування впливу чинників водогосподарської діяльності на норму річного стоку рекомендується застосовувати “функції відгуку” стоку на водогосподарські заходи[8]. Ці функції отримані на базі імітаційного стохастичного моделювання річного стоку та виражаються через коефіцієнти антропогенного впливу $k_{АНТР}$

$$K_{АНТР} = \frac{D_{АНТР}}{D_{ПР}}, \quad (3.3)$$

де $D_{АНТР}$ – значення статистичного параметру річного стоку у порушених водогосподарською діяльністю умовах (побутовий стік);

$D_{\text{ПР}}$ – значення того ж параметру у природних умовах формування стоку (природний стік).

Як параметр D , можуть розглядатися середня багаторічна величина річного стоку, коефіцієнти варіації, асиметрії.

За наявності одного чинника антропогенної діяльності розрахунок статистичного параметру річного стоку виконується за формулою:

$$D_{\text{АНТР}} = D_{\text{ПР}} K_{\text{АНТР},1} = D_{\text{ПР}} K_1; \quad (3.4)$$

за наявності двох чинників господарської діяльності –

$$D_{\text{АНТР}} = D_{\text{ПР}} (K_1 + K_2 - 1); \quad (3.5)$$

за наявності трьох чинників водогосподарської діяльності –

$$D_{\text{АНТР}} = D_{\text{ПР}} (K_1 + K_2 + K_3 - 2). \quad (3.6)$$

Сумісний вплив m водогосподарських чинників на параметр $Q_{\text{ПР}}$ оцінюють за наступним рівнянням:

$$D_{\text{АНТР}} = D_{\text{ПР}} [K_1 + K_2 + \dots + K_m - (m-1)] = \left[\sum_{j=1}^m K_j - (m-1) \right] D_{\text{ПР}}, \quad (3.7)$$

де $K_1, K_2, \dots, K_m$ – коефіцієнти антропогенного впливу, які кількісно враховують зміни статистичних параметрів річного стоку за рахунок водогосподарської діяльності;

m – кількість видів водогосподарської діяльності.

Оцінка коефіцієнтів антропогенного впливу при наявності штучних водойм на водозборі за рахунок втрат води на додаткове випаровування при сумарній площі водного дзеркала $\Omega, \%$, виконується за загальним рівнянням вигляду

$$K'_{D_{\text{АНТР}}} = \exp(\alpha_Q D_{\text{ПР}} \Omega), \quad (3.8)$$

яке для статистичних параметрів річного стоку може бути записаним в редакції:

$$K'_{\bar{Y}} = e^{-\alpha_{\bar{Y}} \Omega}; \quad (3.9)$$

$$K'_{C_V} = e^{\alpha_{C_V} \Omega}; \quad (3.10)$$

$$K'_{Cs} = e^{\alpha_{Cs}\Omega}, \quad (3.11)$$

де Ω – сумарна площа водної поверхні штучних водойм при НПР, виражена у відсотках (%) від загальної площі водозбору.

Для оцінки коефіцієнтів антропогенного впливу за наявності на водозборах зрошування, яке відбувається за рахунок вод даної річки та її приток, запропоновані рівняння

$$K_{\bar{Y}} = 1,00 - a_{\bar{Y}} \lg(\Omega_{3p} + 1) - b_{\bar{Y}} v_0 + m_{\bar{Y}} \eta_{3p}, \quad (3.12)$$

$$K_{C_v} = 1,00 + a_{C_v} \lg(\Omega_{3p} + 1) + b_{C_v} v_0 - m_{C_v} \eta_{3p}, \quad (3.13)$$

$$K_{C_s} = 1,00 + a_{C_s} \lg(\Omega_{3p} + 1) + b_{C_s} v_0 - m_{C_s} \eta_{3p}, \quad (3.14)$$

де $K_{\bar{Y}}$, K_{C_v} , K_{C_s} – коефіцієнти впливу зрошування за рахунок місцевих водних ресурсів на середню багаторічну величину стоку $\bar{Y}$ та на коефіцієнти варіації C_v й асиметрії C_s , відповідно;

a_G, b_G, m_G – коефіцієнти рівнянь множинної регресії для різних статистичних параметрів стоку G ;

Ω_{3p} – сумарна площа зрошуваних масивів, виражена в частках від загальної площі водозборів;

η_{3p} – коефіцієнт корисної дії зрошувальної системи;

v_0 – безрозмірна характеристика середнього за весь вегетаційний період рівня зволоження ґрунту, при якому розвиток відповідних сільськогосподарських культур є оптимальним:

$v_0 = 0,8$ – для зернових культур; $v_0 = 0,90$ – для овочевих та кормових культур; $v_0 = 1$ – для вологолюбивих культур, наприклад, рису;

α_Q, b_Q, m_Q – коефіцієнти рівнянь множинної регресії.

Значення коефіцієнтів рівнянь змінюються за географічними зонами в залежності від норм кліматичного стоку.

Для оцінки коефіцієнтів антропогенного впливу за рахунок зрошування водами річки-донору, використовуються формули вигляду:

$$K_{\bar{Y}}'' = 1,00 + n_{\bar{Y}}\Omega_{3p} + l_{\bar{Y}}v_0 + d_{\bar{Y}}\xi - C_{\bar{Y}}\eta_{3p}; \quad (3.15)$$

$$K_{C_v}'' = 1,00 - n_{C_v}\Omega_{3p} - l_{C_v}v_0 - d_{C_v}\xi + C_{C_v}\eta_{3p}; \quad (3.16)$$

$$K_{C_s}'' = 1,00 + n_{C_s}\Omega_{3p} + l_{C_s}v_0 + d_{C_s}\xi - C_{C_s}\eta_{3p}, \quad (3.17)$$

де K_G'' – коефіцієнти впливу зрошування за рахунок річки-донора на досліджуваний статистичний параметр x ;

η_{3p} – коефіцієнт корисної дії зрошувальної системи;

ξ – коефіцієнти зворотних вод, які утворюються за рахунок втрат води на інфільтрацію при зрошуванні сільськогосподарських масивів і надходять до русла річки підземним шляхом; значення коефіцієнту ξ відповідає розташуванню масивів відносно водоприймача; коефіцієнт ξ приймається рівним одиниці при зрошуванні заплавних земель та $\xi = 0.5$ – при зрошуванні інших ділянок; для малих водозборів, які не дренують водоносні горизонти, вплив зрошування сільськогосподарських земель за рахунок річок-донорів не виконується;

Ω_{3p} – сумарна площа зрошуваних масивів, виражена в частках від загальної площі водозборів;

v_0 – безрозмірна характеристика середнього за весь вегетаційний період рівня зволоження ґрунту, при якому розвиток відповідної сільськогосподарської культури є оптимальним: $v_0 = 0.8$ – для зернових культур; $v_0 = 0.90$ – для овочевих та кормових культур; $v_0 = 1$ – для вологолюбивих культур, наприклад, рису; n_G, l_G, d_G, C_G – коефіцієнти рівнянь множинної регресії.

Значення коефіцієнтів наведених рівнянь змінюються за географічними зонами в залежності від зміни норм кліматичного стоку.

Рівняння для визначення коефіцієнтів антропогенного впливу отримані шляхом застосування методу множинної регресії та результатів імітаційного стохастичного моделювання річного стоку в умовах

водогосподарських перетворень при заданих кліматичних умовах. Показники водогосподарських перетворень $\Omega, \eta_{зр}, \xi, v_0$ визначаються на основі даних спостережень гідрологічної мережі регіональних підрозділів Гідрометеорологічної служби України та Агенства водних ресурсів України.

Значення статистичних параметрів побутового стоку при одночасному урахуванні усіх трьох чинників обчислюються за формулами:

$$Y_{ПОВ} = Y_{ПР}(K'_{\bar{Y}} + K''_{\bar{Y}} + K_{\bar{Y}} - 2) , \quad (3.18)$$

$$C_{V_{ПОВ}} = C_{V_{ПР}}(K'_{C_v} + K''_{C_v} + K_{C_v} - 2) , \quad (3.19)$$

$$C_{S_{ПОВ}} = C_{S_{ПР}}(K'_{C_s} + K''_{C_s} + K_{C_s} - 2) , \quad (3.20)$$

де K'_G, K''_G, K_G – коефіцієнти антропогенного впливу, які оцінюють відповідно

Рівняння вигляду (3.8) – (3.17) установлюються на базі узагальнень результатів імітаційного стохастичного моделювання річного побутового стоку за стохастичною моделлю простого ланцюга Маркова.

Коефіцієнти антропогенного впливу при наявності на річці земель зрошування річки-донора при $\bar{Y}_k = 19$ розраховується за такими формулами:

$$K_y = 1,00 + 1,95f_{зр} + 0,680v_0 + 0,180\xi - 0,835\eta;$$

$$K_{C_v} = 1,00 - 1,85f_{зр} - 0,587v_0 - 0,160\xi + 0,77\eta;$$

$$K_{C_s} = 1,00 + 1,65f_{зр} + 0,404v_0 + 0,156\xi - 0,520\eta;$$

де $f_{зр}$ – відносна площа зайнята сільськогосподарськими культурами, які зрошуються за рахунок річки-донора (в даній роботі $f_{зр}=0,1$ або 10% від загальної площі водозбору;

v_0 – оптимальне зволоження ґрунту, яке для зернових культур дорівнює 0,8, а для овочевих та кормових культур дорівнює 0,9;

ξ – характеризує розташування сільськогосподарських масивів відносно води приймача, у даній роботі ξ приймається 0,5;

η - коефіцієнт корисної дії зрошувальної системи, яке приймається рівним 0,8 та 0,9[13].

Таблиця 3.1 – Статистичні параметри річного стоку при наявності на водозборі сільськогосподарських масивів, які зрошуються водами річки-донора

Статистичні параметри природного стоку			Коефіцієнти антропогенного впливу			Параметри побутового стоку		
			$v_0=0,8; \eta_k= 0,9; f_{3p}=10\%; \xi=0,5$					
$\bar{Y}_{пр}$	C_v	C_s	$K_{\bar{y}}$	K_{C_v}	K_{C_s}	$\bar{Y}$	C_v	C_s
7,6	1,76	3,0	1,077	0,958	1,10	8,2	1,69	3,3
			$v_0=0,9; \eta_k= 0,9; f_{3p}=10\%; \xi=0,5$					
7,6	1,76	3,0	1,145	0,9	1,139	8,7	1,584	3,417
			$v_0=0,8; \eta_k= 0,95; f_{3p}=10\%; \xi=0,5$					
7,6	1,76	3,0	1,036	0,997	1,072	7,87	1,75	3,216

Збільшення середнього багаторічного річного стоку річки Барабой в результаті донорського зрошування може становити 3-14 %. Зрозуміло, що при зростанні площі зрошування ці цифри будуть зростати.

Якщо коефіцієнт корисної дії зрошувальної системи зменшується, то зростає об'єм зворотних вод до русла річки, а також, зростає і величина стоку. При переважанні зрошування заплавних земель ($\xi=1$) об'єми зворотних вод можуть зростати. Значну роль відіграє вид сільськогосподарських культур, які зрошуються. Зернові ($v_0=0,8$) потребують меншої кількості води, що також забезпечує зменшення зворотних вод. Отримані результати дозволяють зробити висновок, що донорське зрошування сприяє збільшенню стоку в річці, особливо у маловодні роки (Таблиця 3.2)

Таблиця 3.2 - Природний стік у роки різної забезпеченості
установлювався за таблицею трьох параметричною розподілу Пірсона III

Параметри природного стоку			Річний стік заданої забезпеченості						
$\bar{Y}$, мм.	C_v	C_s	P, %	1%	5%	25%	50%	75%	95%
8,7	1,58	3,4	Φ	4,18	1,94	0,11	-0,41	-0,57	-0,587
			k_p	7,6	4,07	1,17	0,352	0,1	0,073
			x_p	66,12	35,41	10,18	3,06	0,87	0,64

Донорське зрошування забезпечує збільшення стоку. Проте постає питання про якість вод, як поверхневих, так і підземних, яка формується в результаті зрошування сільськогосподарських земель.

4. ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНЦІЙ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження гідрохімічних показників підземних (грунтових) вод в басейні р.Барабой здійснювалось що сезонно протягом 2010 – 2017 рр. Всього було здійснено 10 сезонних обстежень.

Треба зауважити, що в періоди відсутності стоку, проби з ґрунтових джерел не відбирались. Всього було обрано 4 станції досліджень ґрунтових вод р.Барабой, які розташовані у верхній, середній і нижній ділянках її басейну у балці Ставкова, в районі с.Петродолинське, с.Новоградівка, на Санжейському водосховищі.

Схема розташування станцій дослідження у басейні р. Барабой та окремих станцій дослідження, а також їх координати наведені на рис. 4.1 – 4.5 і в табл. 4.1. Роботи проводились по загальноприйнятим методикам польових і лабораторних досліджень. [5-6].

Таблиця 4.1 – Опис станцій спостережень ґрунтових вод в басейні р. Барабой

№ станції	Найменування	Місцерозташування	Широта	Довгота
2-в	Балка м.Барабойська (Ставкова), с. Миколаївка, вихід ґрунтових вод в ставок	Правий берег ставка навпроти с.Миколаївка	46°38'49,4"	30°17'2,9"
11-а	Джерело ґрунтових вод біля с.Новоградівка	0,38 км пз від центру с. Новоградівка, джерело ґрунтових вод, правий берег р. Барабой	46°21'42"	30°28'54"
14 д	Санжейське водосховище (ґрунтові води)	Правий берег водосховища, 0,18 км на півд.-з-хвїд ґрунтового переїзду	46°18'53"	30°29'95"

Рис 4.1 – Розташування станцій вивчення ґрунтових вод в басейні р.Барабой

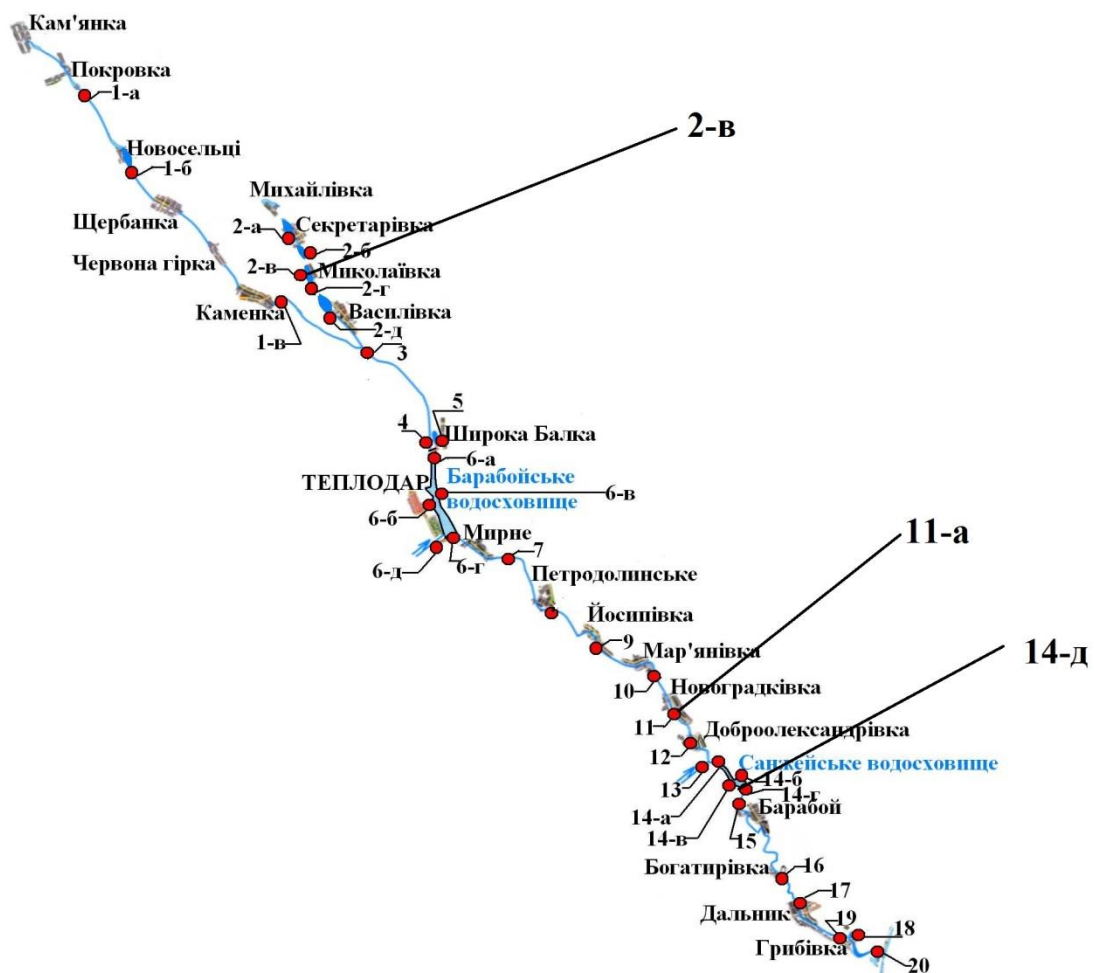




Рис 4.2 – Розташування джерела ґрунтових вод на правому березі ставка біля с. Миколаївка в басейні р. Барабой (точка 2-в)

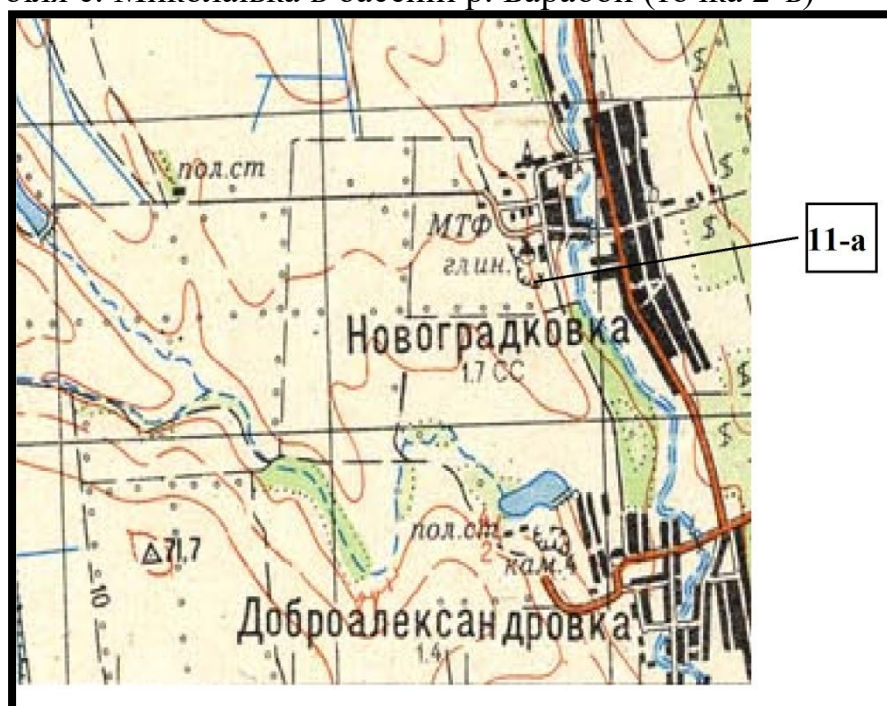


Рис 4.4 – Розташування джерела ґрунтових вод на правому березі р.Барабой в с. Новоградівка (точка 11-а)



Рис. 4.5 – Розташування джерела ґрунтових вод на правому березі Санжейського водосховища (точка 14-д)

5. ГІДРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕНЬ

5.1 Базові фізико – хімічні показники

Базовими фізико-хімічними показниками ґрунтових вод в басейні р. Барабой є температура, прозорість, мутність, колір, кольоровість, показник рН та окисно-відновний потенціал (ОВП, Ен). Відповідні значення показників наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Значення фізико-хімічних показників ґрунтових вод в басейні р.Барабой у 2010-2017 рр.

Дата	T, °C	Прозорість, см	Мутність, мг/дм³	Колір, по шкалі	Кольоровість, градуси	Рн	Ен, мв
Ґрунтові води в ставок біля с.Миколаївка							
11.04.2010	11,2	41	-	без кол	14	7,81	-
20.01.2011	9,17	35	9,40	XVIII	18	7,75	-6
22.04.2011	12,9	41	37,5	X	40	7,85	-66
11.01.2012	10,0	41	3,30	XIX	100	7,8	-79
8.02.2014	8,80	46	1,58	без кол	20	8,2	48
15.02.2015	8,5	42	0,174	Без кол	0	7,53	18,8
13.02.2016	9,6	44	0,18	без кол	40	7,58	-
26.02.2017	8,1	>42	2	без кол	0	6,83	-
Ґрунтові води в районі с. Новоградівка							
18.01.2012	3,12	32	22,9	без кол	б/цв	7,57	-94
10.02.2013	9,80	42	12,4	без кол	20	7,76	-136
15.02.2014	8,50	46	8,18	без кол	14	7,30	131
22.02.2015	9,6	42	9,1	без кол	0	7,38	96,6
20.02.2016	10,4	43	8	без кол	40	7,58	-
05.03.2017	7,6	>42	10	без кол	40	7,61	-
Ґрунтові води в Санжейське водосховище							
18.04.2011	14,1	41	76,9	без кол	40	7,59	-64

Продовження таблиці 5.1

20.01.2012	5,65	41	680	без кол	50	7,86	-40
16.02.2013	4,40	42	234	без кол	22	7,67	-8
16.02.2014	4,30	24	60,1	XI	40	7,55	145
23.02.2015	4,4	25	-	XI	60	7,44	99,9
21.02.2016	8,2	43	11	без кол	44	8,08	
06.03.2017	7	>42	29	Ж-з	41	7,49	

За даними вимірювань, температура води у ґрунтових водах змінюється від 4,3 до 12,9 °С. Прозорість води змінюється від 24 см до 46 см (від «слабо мутної» до «прозорої»). Це можна пояснити тим, що ґрунтові води самі по собі власне є мало мутними внаслідок фільтрації крізь гірські породи.

Мутність води у джерелах ґрунтових вод басейну р. Барабой формується внаслідок взаємодії потоку з ґрунтовими породами ложа джерела. Саме тому власне ґрунтові води, які дренуються з гірських порід джерел, при потраплянні в річку та її водойми вже мають різну мутність. Найменш мутними є ґрунтові води ставка біля с.Миколаївка, від 0,8 до 37,5 мг/дм³. Найбільш мутними є ґрунтові води Санжейського водосховища – від 11 до 680 мг/дм³. Отримані дані вказують на те, що джерела ґрунтових вод є певним джерелом замулення р.Барабой.

Колір ґрунтових вод в різних станціях неоднорідний. В ґрунтових водах біля Санжейського водосховища та с.Новоградівка вода переважно без кольору, натомість біля с. Миколаївка вода має колір від Х до ХІХ по шкалі, тобто забарвлення жовто-коричневого кольору. Кольоровість води в різних джерелах змінювалась від 0 до 100 градусів. За показником рН ґрунтові води в басейні р. Барабой переважно нейтральної реакції.

5.2 Органолептичні показники

До органолептичних показників ґрунтових вод відносяться смак, запах. Додатково сюди ж віднесені стабільність, загнивання і пінистість води. Середньосезонні значення вказаних показників наведені в табл. 5.2.

Як показали наші дослідження, запах ґрунтових вод в різних станціях в басейні р.Барабой буває або відсутній, або невизначений, трав'янистий, неприємний, землистий, затхлий, інтенсивністю до 5 балів («дуже сильний»), переважно 0-1 бали. Смак води переважно солоний, солонуватий, гіркуватий, болотний, інтенсивністю 1-4 бали («дуже слабкий» - «відчутний»).

Показник «пінистість» використовувався нами для якісної оцінки присутності у воді деяких СПАР природного і штучного походження. В ґрунтових водах басейну р. Барабой цей показник негативний, що вказує на відсутність вказаних речовин у воді. Лише по раз у ґрунтових вод біля с.Миколаївка цей показник був позитивним.

Показники «загнивання» і «стабільність» використовувались нами для якісної оцінки наявності у воді сірководню. Було встановлено, що в ґрунтових водах загнивання всі рази було негативне, а стабільність переважно >80%, окрім ґрунтових вод Санжейського водосховища, де стабільність була найнижчою (11%). Це вказує, що рівень наявності у ґрунтових водах сірководню (окрім Санжейського водосховища) переважно був допустимий. Така ситуація може бути пояснена тим, що ґрунтові води потрапляють в річку з малою кількістю органічної речовини, що не призводить до накопичення в них сірководню як продукту окиснення органіки в анаеробних умовах. Натомість в районі Санжейського водосховища ґрунтові води стікають з під тепличного господарства. Вони мають іноді підвищений вміст органіки, що можна пояснити природними особливостями а також застосуванням у теплицях

органічних і мінеральних добрив, які разом з поливною водою потрапляють в ґрунти і потім – у Санжейське водосховище.

Таблиця 5.2 – Органолептичні показники ґрунтових вод в басейні р.Барабой у 2010-2017 рр.

Сезон	Запах		Смак		Пінистість	Загнивання	Стабільність
	Характер	Інтенсивність	Характер	Інтенсивність			
Грунтові води в ставок біля с.Миколаївка							
11.04.2010	Невизначений	0	Солоний	2	-	-	>80
20.01.2011	Неприємний	3	Солонуватий	1	-	-	>80
22.04.2011	Без запаху	0	Солоний	3	-	-	>80
11.01.2012	Землистий	1	Солоний	1	-	-	>80
8.02.2014	Невизначений	1	Болотний	1	+	-	>80
15.02.2015	Без запаху	0	Гіркуватий	1	-	-	99
13.02.2016	Торфянистий	3	Гіркуватий	3	-	-	99
26.02.2017	Землистий	1	Солоний	2	-	-	99
Грунтові води в районі с. Новоградівка							
18.01.2012	Без запаху	-	Солонуватий	2	-	-	>80
10.02.2013	Невизначений	1	Гіркуватий	1	-	-	>80
15.02.2014	Затхлий	5	Солоний	4	-	-	>80
22.02.2015	Без запаху	0	Солонуватий	1	-	-	99
20.02.2016	Без запаху	0	Солонуватий	1	-	-	99
05.03.2017	Без запаху	0	Солонуватий	4	-	-	99
Грунтові воді в Санжейське водосховище							
18.04.2011	Трав'янистий	1	Солоний	4	-	-	>80
20.01.2012	Трав'янистий	1	Солоний	3	-	-	11
16.02.2013	Землистий	1	Солоний	3	-	-	50
16.02.2014	Невизначений	1	Солоний	4	+	-	>80
23.02.2015	Деревянистий	2	Солонуватий	2	-	-	75
21.02.2016	Овочевий	1	Солонуватий	1	-	-	99
06.03.2017	Без запаху	0	Солоний	5	-	-	68

5.3 Вміст розчиненого кисню і органіки за БСК₅

Виміряні значення абсолютного і відносного вмісту розчиненого кисню і показника БСК₅ у ґрунтових водах річки Барабой є в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Вміст розчиненого кисню і показника БСК₅ у ґрунтових водах р. Барабой у 2010-2017 рр.

Дата	[O ₂], мг/дм ³	[O ₂], % насичення	БСК ₅ мгО/дм ³
Ґрунтові води в ставок біля с.Миколаївка			
11.04.2010	16,5	151	2,36
20.01.2011	16,7	145	11,7
22.04.2011	4,85	46,0	1,28
11.01.2012	13,9	123	3,28
8.02.2014	13,8	120	2,28
15.02.2015	10,5	89	0,97
13.02.2016	10,16	90	1,11
26.02.2017	22	185	1,46
Ґрунтові води в районі с. Новоградівка			
18.01.2012	10,9	80,0	6,86
10.02.2013	14,5	129	7,62
15.02.2014	10,6	91,0	1,05
22.02.2015	15,8	138	3,66
20.02.2016	11,14	99,3	5,41
05.03.2017	14,4	129	2,92
Ґрунтові воді в Санжейське водосховище			
18.04.2011	4,26	42,0	2,4
20.01.2012	7,5	60,0	0
16.02.2013	12,4	95,0	9,38
16.02.2014	11,0	84,0	2,28
23.02.2015	-	-	4
21.02.2016	9,24	76,5	0
06.03.2017	14,9	123	4,62

За отриманими даними вимірювань, абсолютний вміст кисню у ґрунтових водах коливається від 4,36 мг/дм³ до 16,7 мг/дм³ або від 42 до

185% насичення. Таким чином, кисневий режим ґрунтових вод р.Барабой можна вважати задовільним (в найгіршому стані ґрунтові води Санжейського водосховища). Показник БСК₅ змінюється від 0 мг/дм³ до 11,7 мг/дм³.

5.4 Головні іони

До головних іонів належать іони кальцію, магнію, натрію, калію, хлоридів, гідрокарбонатів, сульфатів. Головні іони у ґрунтових водах р.Барабой визначались в зимові сезони 2012 – 2017 рр. Отримані дані наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Вміст головних іонів у ґрунтових водах р.Барабой

Дата	Загальна твердість, мг екв/дм ³	Кальцій (Ca ²⁺), мг/дм ³	Магній (Mg ²⁺), мг/дм ³	Гідрокарбона ти (HCO ₃ ⁻), мг/дм ³	Сульфати (SO ₄ ²⁻), мг/дм ³	Хлориди (Cl ⁻), мг/дм ³
Ґрунтові води в ставок біля с.Миколаївка						
11.01.2012	98,6	387	964	-	-	-
8.02.2014	26,3	174	213	265	10-100	381
15.02.2015	38,2	169	361	272		
13.02.2016	29,4	318	165	265	33	709
26.02.2017	15,6	160	92,4	366	296	353
Ґрунтові води в районі с. Новоградівка						
18.01.2012	51,5	83.1	374	-	-	-
10.02.2013	47,8	431	319	122	-	-
15.02.2014	44,1	367	314	256	10-100	957
22.02.2015	27,6	372	110	268		
20.02.2016	26,15	211	190	531	21,8	1010
05.03.2017	19,9	219	109	366	299	938
Ґрунтові воді в Санжейське водосховище						
20.01.2012	56,2	131	285	-	-	-

Продовження таблиці 5.4

16.02.2013	86,8	701	630	168	-	-
16.02.2014	45,6	752	98,5	268	>500	2260
23.02.2015	60,1	927	168	305		
21.02.2016	28,35	361	123	299	16,4	1097
06.03.2017	31,5	189	268	451	294	1785

Було отримано, що загальна твердість ґрунтових вод змінювалась від 15,6 до 98,6 мг-екв/дм³, вміст кальцію коливався від 83,1 до 927 мг/дм³, магнію – від 92,4 до 964 мг/дм³. Досить високі концентрації гідрокарбонатів (122-735 мг/дм³) і хлоридів (381-2261 мг/дм³). Такі дані цілком узгоджуються з тим, що ґрунтові води в басейні р.Барабой є високо мінералізованими з підвищеним вмістом головних іонів.

5.5 Мінералізація води

Мінералізація ґрунтових вод в басейні р. Барабой (табл. 5.5) протягом всіх спостережень була дуже високою. Так, сухий залишок змінюється від 2,55 г/дм³ до 13,3 г/дм³, прокалений залишок становив відповідно 2,16 і 9,49 г/дм³. Різниця між сухим і прокаленим залишком дає уявлення про валовий вміст у воді розчинених органічних речовин. В ґрунтових водах р.Барабой вміст органіки у воді від 11,4 до 35,5 % .

Таблиця 5.5 – Показники мінералізації води та вмісту органічних речовин у ґрунтових водах в басейні р.Барабой у 2010-2017 рр.

Дата	Сухий залишок, г/дм ³	Прокалений залишок, г/дм ³	Валовий вміст органіки у воді, %
Ґрунтові води в ставок біля с.Миколаївка			
11.04.2010	13,3	9,49	28,5
20.01.2011	5,67	4,85	14,4
22.04.2011	6,27	5,25	16,2
11.01.2012	6,04	4,16	31,0

Продовження таблиці 5.5

8.02.2014	5,99	4,95	17,4
15.02.2015	6,34		21
13.02.2016	8,011		34,2
26.02.2017	6,16		18
Грунтові води в районі с. Новоградівка			
18.01.2012	2,55	2,16	15,3
10.02.2013	5,96	4,98	16,5
15.02.2014	5,84	5,13	12,1
22.02.2015	5,603		19,8
20.02.2016	5,674		13,1
05.03.2017	5,68		11,7
Грунтові води в Санжейське водосховище			
18.04.2011	10,9	8,38	23,0
20.01.2012	5,15	4,42	14,2
16.02.2013	8,94	6,30	29,5
16.02.2014	10,9	9,36	14,4
23.02.2015	10,4		35,5
21.02.2016	10,199		13,9
06.03.2017	9,19		11,4

5.6 Біогенні речовини

Результати проведених досліджень (табл. 5.6) показали, що концентрація біогенних сполук у ґрунтових водах р.Барабой схильна до значних коливань. Так, концентрація нітритів змінювалась від 0 до 12,9 мгN/дм³. Вміст нітратного азоту змінювався в широких межах - від 0,42 до 82,3 мгN/дм³. Досить високим в усіх пробах виявився вміст амонійного азоту – від 0 до 94,1 мгN/дм³. Концентрація фосфатів змінювалась від 0 до 0,96 мгP/дм³.

Таблиця 5.6 – Вміст біогенних речовин у ґрунтових водах р.Барабой

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
Ґрунтові води в ставок біля с.Миколаївка				
22.04.2011	0,155	4,04	1,32	-
11.01.2012	0	2,76	5,99	0,07
8.02.2014	2,79	35,3	0,11	0,11
15.02.2015	0,015	10,9	68,7	0,008
13.02.2016	0,103	5,66	66,41	0,008
26.02.2017	0,036	7,74	1,74	0
Ґрунтові води в районі с. Новоградівка				
18.01.2012	0	6,44	0	0,01
10.02.2013	0,04	0,38	1,21	0,01
15.02.2014	0,16	82,3	0,75	0,03
22.02.2015	0,015	17,4	57,5	0,094
20.02.2016	0,121	5,11	62,2	0,275
05.03.2017	0,065	6,61	1,64	0
Ґрунтові воді в Санжейське водосховище				
20.01.2012	0,022	8,62	0,21	0,96
16.02.2013	0,079	0,42	0	0,02
16.02.2014	12,9	82,3	0,75	0,03
23.02.2015	0,089	18,3	94,1	0,024
21.02.2016	0,065	5,94	72,6	0,1
06.03.2017	0,065	7,95	2,29	0

5.7 Мікробіологічні і токсикологічні показники

Мікробіологічні і токсикологічні показники ґрунтових вод р.Барабой досліджувались протягом 2011-2017 рр.

Отримані результати (табл.5.7) свідчать, що вздовж течії р.Барабой токсичність ґрунтових вод зростає. Так, ґрунтові води біля с. Миколаївка нетоксичні. Поблизу с. Новоградівка ґрунтові води від нетоксичних до слабо і середньо токсичних. Ґрунтові води Санжейського водосховища слабо, середньо і вельми токсичні. Натомість, кількість сапрофітних бактерій вздовж течії р. Барабой у ґрунтових водах знижувалась від 10,410 до 0,265 тис кл/см³.

Таблиця 5.7 – Оцінка токсичності води (біотестування) та вміст сапрофітних мікроорганізмів у ґрунтових водах р.Барабой протягом 2011-2017 рр.

Дата	Токсичність води		Сапрофітні бактерії, тис кл/см ³
	А, %	Характеристика	
Грунтові води в ставок біля с.Миколаївка			
22.04.2011	-13	Не токсична	-
11.01.2012	-5	Не токсична	-
8.02.2014	-6	Не токсична	1,138
15.02.2015			10,410
13.02.2016			1,904
26.02.2017			0,797
Грунтові води в районі с. Новоградівка			
18.01.2012	-1	Не токсична	-
10.02.2013	-33	Слабо токсична	0,972
15.02.2014	-41	Середньо токсична	0,315
22.02.2015			1,430
20.02.2016			0,821
05.03.2017			0,343
Грунтові воді в Санжейське водосховище			
18.04.2011	-22	Слабо токсична	-
20.01.2012	-51	Середньо токсична	-
16.02.2013	-186	Вельми токсична	0,69
16.02.2014	-35	Слабо токсична	0,265
23.02.2015			1,142
21.02.2016			0,359
06.03.2017			0,313

5.8 Гідрохімічні показники артезіанської свердловини №2097 біля с.Барабой

Порівняння гідрохімічних даних (табл. 6.16) за 1965 рік, отриманих нами у 2016 р. та загальних даних горизонту з паспорту р.Барабой показало їх добру відповідність по більшості показників. Вода є нейтральна по рН, прозора, без сторонніх смаків і запаху, були виявлені сполуки азоту і фосфати, яких раніше було менше.

Таблиця 5.8 – Гідрохімічні показники свердловини № 2097

Показники, мг/дм ³	Паспорт р.Барабой (1991 р.)	Паспорт свердловини (09.07.1965)	28.02.2016
Загальна твердість	3,8	3,0	3,83
Натрій + Калій	-	160	109
Кальцій	-	44	17
Магній	-	10	36,7
Сухий залишок	400-1300	580	571
Сульфати	-	111	12,5
Хлориди	-	120	124
Нітрати	сліди	-	2,79
Нітрити	сліди	-	0,065
Амоній	-	-	0,663
Фосфати	-	-	0,202

За отриманими показниками було проаналізовано (табл.5.8) відповідність артезіанської води господарсько-питним вимогам ДСанПін 2.2.4.-171-10 [6]. За санітарно-хімічними показниками вода відповідає умовам нормативного документу, але за епідеміологічними (колі форми) - не відповідає.

6. ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

6.1 Опис робочих методик [10-12]

Оцінка якості води за гіdroхімічними показниками дозволяє класифікувати якість води за повторюваністю і кратністю забруднення окремими гіdroхімічними показниками, виділити пріоритетні забруднювальні речовини.

Метод КІЗ 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

$$K = 100 \cdot \frac{n'}{n}, \quad (6.1)$$

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

$$H_i = 100 \cdot \frac{N_{ГДКi}}{N_i}, (6.2)$$

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

$N_{ГДКi}$ – 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

$$K_i = \frac{C_i}{C_{ГДК}}, (6.3)$$

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» (>50ГДК). 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. 6.1).

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 (ЛЮЗ), 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. 6.2, 6.3).

Таблиця 6.1–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 6.2– Класифікація якості води водостоків за величиною КІЗ

Клас якості і вод	Розряд класу якості	Характеристи- ка стану забрудненості	Величина комбінаторного індексу					
			без врахуванн я	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	(0,8n	(0,7n;	(0,6n;1,2	(0,5n;
III	розряд	брудна	(2n; 3n]	(1,8n	(1,6n	(1,4n;	(1,2n;1,8n	(1,0n;
III	розряд	брудна	(3n; 4n]	(2,7n	(2,4n	(2,1n;	(1,8n;2,4	(1,5n;
IV	розряд	дуже брудна	(4n; 6n]	(3,6n	(3,2n	(2,8n;	(2,4n;3,6n]	(2,0n;
IV	розряд	дуже брудна	(6n ; 8n]	(5,4n	(4,8n	(4,2n;	(3,6n;4,8n	(3,0n;
IV	розряд	дуже брудна	(8n; 10n]	(7,2n	(6,4n	(5,6n;	(4,8n;6,0n	(4,0n;
IV	розряд	Дуже брудна	(10n; 11n]	(9,0n	(8,0n	(7,0n;	(6,0n;6,6n	(5,0n;

Таблиця 6.3 – Вплив забруднення на можливість використання води водотоків

Стан водиводот оків	Види водокористування					
	господарс ько-питне	рекреаці я	побутов е	рибне господарс тво	промислов ість	зрошення
Слабко забруднен	Придатна з	Викорис то-	Придатн а	Придатна для	Придатна для всіх	Придатна
Забруд- нена	Не придатна	Не придатн	Не придатн	Непридат на	Ускладнен о	Придатна з
Брудна	Не придатна	Взагалі неприда тна	Не придатн а	Непридат на	Можливо для спеціальни	Ускладне но
Дуже брудна	Не придатна	Не викорис то-	Взагалі неможл иво	Неможли во	Можливо в окремих випадках	Можливо в окремих випадках

Оцінка за методикою НДІ гігієни ім. Ф.Ф. Ерисмана

Вказана методика передбачає оцінку якості води за різними критеріями шкідливості: санітарного режиму (W_c); органолептичних властивостей ($W_{орг}$); санітарно-токсикологічного забруднення ($W_{СТ}$); епідеміологічний (W_e).

Комплексна оцінка обчислюється окремо для кожного критерію (ЛОШ) $W_c, W_{орг}, W_{СТ}$ і W_e за формулою:

$$W = 1 + \frac{\sum_{i=1}^n (\sigma_i - 1)}{n}, \quad (4.5)$$

$$\sigma_i = \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (4.6)$$

де W – комплексна оцінка рівня забруднення води за даною ЛОШ; n – кількість показників, що використані в розрахунку; $ГДК_i$ – нормативне значення одиничного показника; C_i – концентрація речовини.

Якщо $\sigma_i < 1$, тобто концентрація менша за нормативну, то приймається, що $\sigma_i = 1$. Остаточний висновок щодо якості води робиться по таблиці комплексних оцінок W (табл. 4.7).

Таблиця 4.7 – Рівні забруднення води за різними критеріями

Рівень забруднення	Критерій забруднення			
	Органо- лептичний ($W_{орг}$)	Санітарний режим (W_c)	Санітарно- токсикологічний ($W_{СТ}$)	Епідеміо- логічний (W_e)
Допустимий	1	1	1	1
Помірний	1,0-1,5	1,0-3,0	1,0-3,0	1,0-10,0
Високий	1,5-2,0	3,0-6,0	3,0-10,0	10,0-100,0
Дуже високий	>2,0	>6,0	>10,0	>100,0

В дипломному проекті треба оцінити якість води по даній методиці за господарсько – питними нормативами.

6.2 Оцінка якості води для рибогосподарського використання

За методикою КІЗ за наявними даними досліджень було оцінено якість ґрунтових вод р. Барабой для рибогосподарських потреб. Вибір саме рибогосподарських нормативів зумовлений тим, що рибництво в даний час є одним з провідних водокористувачів в басейні даної річки і рибогосподарські нормативи ГДК є найбільш жорсткими. Розрахунок проводився по 11 речовинам: розчинений кисень, БСК, сухий залишок, азот амонійний, нітратний, нітритний, фосфор фосфатів, кальцій, магній, сульфати, хлориди.

В табл. 6.10 наведена кратність перевищення рибогосподарських ГДК за гідрохімічними показниками по кожній відібраній пробі води. Можна зробити висновок, що за вмістом розчиненого кисню практично по всіх пробах не було порушено норм, окрім по одному разу для ґрунтових вод в районі с.Миколаївка і в Санжейському водосховищі. За показником БСК₅ перевищення змінювались від 0 до 5,2 ГДК. Сухий залишок в усіх випадках перевищував ГДК в 1,7-11 разів. Серед сполук азоту відзначимо постійну забрудненість, яка по азоту нітритному коливається від 0 до 645 ГДК, по азоту нітратному перевищення від 0,05 до 9,04 ГДК, по азоту амонійному в межах 0-241 ГДК. Також були виявлені перевищення нормативів ГДК для кальцію, магнію, сульфатів і хлоридів. Якщо високий вміст у ґрунтових водах р. Барабой мінералізації і головних іонів можна пояснити природними причинами, то висока біогенна забрудненість ґрунтових вод є наслідком відповідного забруднення водоносних горизонтів промисловими, побутовими і сільськогосподарськими стічними водами. Причому таке забруднення носить не тимчасовий, а постійний характер. Тому можна зробити висновок, що рівень антропогенного навантаження в басейні р.Барабой є дуже високим.

Таблиця 6.10 – Кратність перевищення рибогосподарських ГДК за окремими показниками у ґрунтових водах р.Барабой

Дата	O ₂	БСК ₅	Сухий залишок	Нітрити	Нітрати	Амоній	Фосфати	Кальцій	Магній	Сульфати	Хлориди
Ґрунтові води в ставок біля с.Миколаївка											
11.04.2010	0,36	1,05	13,3	-	-	-	-	-	-	-	-
20.01.2011	0,36	5,2	5,67	7,75	0,44	3,37	-	-	-	-	-
22.04.2011	1,24	0,57	6,27	-	-	-	-	-	-	-	-
11.01.2012	0,43	1,46	6,04	0	0,30	15,4	0,05	2,15	24,1	-	-
8.02.2014	0,43	1,01	5,99	140	3,88	0,28	0,11	0,97	5,33	0.1-1	1,27
15.02.2015	0,57	0,43	6,34	0,75	1,2	176,15	0,008	0,94	9,03	-	-
13.02.2016	0,59	0,49	8,011	5,15	0,62	170,28	0,008	1,77	4,13	0,33	2,36
26.02.2017	0,27	0,65	6,16	1,8	0,85	4,46	0	0,89	2,31	2,96	1,18
Ґрунтові води в районі с. Новоградівка											
18.01.2012	0,55	3,05	2,55	0	0,71	0	0,01	0,46	9,35	-	-
10.02.2013	0,41	3,39	5,96	2,01	0,04	3,09	0,01	2,39	7,98	-	-
15.02.2014	0,57	0,47	5,84	7,75	9,04	1,91	0,03	2,04	7,85	0.1-1	3,19
22.02.2015	2,63	1,63	5,603	0,75	1,91	147,44	0,094	2,07	2,75	-	-
20.02.2016	0,54	2,40	5,674	6,05	0,56	159,49	0,275	1,17	4,75	0,22	3,37
05.03.2017	0,42	1,3	5,68	3,25	0,73	4,21	0	1,22	2,73	2,99	3,13
Ґрунтові воді в Санжейське водосховище											
18.04.2011	1,41	1,1	10,9	-	-	-	-	-	-	-	-
20.01.2012	0,80	0	5,15	1,12	0,95	0,53	0,96	0,73	7,13	-	-
16.02.2013	0,48	4,17	8,94	3,95	0,05	0	0,015	3,89	15,8	-	-
16.02.2014	0,55	1,01	10,9	645	9,04	1,91	0,031	4,18	2,46	>5	7,53
23.02.2015	-	1,78	10,4	4,45	2,01	241,28	0,024	5,15	4,2	-	-
21.02.2016	0,65	0	10,199	3,25	0,65	186,15	0,1	2,01	3,08	0,164	3,66
06.03.2017	0,40	2,05	9,19	3,25	0,87	5,87	0	1,05	6,7	2,94	5,95

Надалі за отриманими величинами кратності перевищень ГДК були обчислені індивідуальні оцінні бали якості води за кожним показником по кожній пробі. Отримані дані наведені в табл. 6.11. Було отримано, що за вмістом розчиненого кисню, фосфатів, сульфатів фіксується «одинична забрудненість низького рівня», вода «слабо забруднена». Хоча для

вказаних показників відзначались випадки гірших станів забрудненості води. За показником БСК₅ переважними оцінними балами якості є 4 і 8, тобто, відзначається «одинична і нестійка забрудненість дуже високого рівня», вода «брудна-дуже брудна». Для сухого залишку, кальцію. Магнію, хлоридів оцінний бал якості переважно 8, тобто «нестійка забрудненість дуже високого рівня», вода «дуже брудна».

Таблиця 6.11 – Індивідуальні оцінні бали якості води за окремими показниками у ґрунтових водах р.Барабой (методика КІЗ)

Дата	O ₂	БСК ₅	Сухий залишок	Нітрити	Нітрати	Амоній	Фосфати	Кальцій	Магній	Сульфати	Хлориди
Ґрунтові води в ставок біля с.Миколаївка											
11.04.2010	1	4	12	-	-	-	-	-	-	-	-
20.01.2011	1	8	8	8	1	8	-	-	-	-	-
22.04.2011	4	1	8	-	-	-	-	-	-	-	-
11.01.2012	1	4	8	1	1	12	1	8	12	-	-
8.02.2014	1	4	8	16	8	1	1	1	8	1	4
15.02.2015	1	1	8	1	4	16	1	1	8	-	-
13.02.2016	1	1	8	8	1	16	1	4	8	1	8
26.02.2017	1	1	8	1	1	8	1	1	8	8	4
Ґрунтові води в районі с. Новоградівка											
18.01.2012	1	8	8	1	1	1	1	1	8	-	-
10.02.2013	1	8	8	8	1	8	1	8	8	-	-
15.02.2014	1	1	8	8	8	4	1	8	8	1	8
22.02.2015	8	4	8	1	4	16	1	8	8	-	-
20.02.2016	1	8	8	8	1	16	1	4	8	1	8
05.03.2017	1	4	8	8	1	8	1	4	8	8	8
Ґрунтові воді в Санжейське водосховище											
18.04.2011	4	4	12	-	-	-	-	-	-	-	-
20.01.2012	1	1	8	4	1	1	1	1	8	-	-
16.02.2013	1	8	8	8	1	1	1	8	12	-	-
16.02.2014	1	4	12	16	8	4	1	8	8	8	8
23.02.2015	-	4	12	8	8	16	1	8	8	-	-
21.02.2016	1	1	12	8	1	16	1	8	8	1	8
06.03.2017	1	8	8	8	1	8	1	4	8	8	8

Підсумки розрахунків оцінки якості води наведені в табл. 5.12. Комбінаторний індекс забрудненості змінювався від 17 до 78 балів, питомий комбінаторний індекс забруднення коливався від 2,89 до 7,22 балів, клас якості переважно IV (вода «дуже брудна») різних градацій. Серед речовин ЛОЗ, які найбільше погіршували рибогосподарську якість води в ґрунтових водах був сухий залишок, іноді нітриту, амоній, магній, фосфати. В більш гарному стані ґрунтові води біля с. Новоградівка, найбільш забрудненими є ґрунтові води у Санжейського водосховища.

Таблиця 6.12 – Розраховані показники сумарного і питомого забруднення води, а також класи якості і найбільші забруднювачі ґрунтових вод р. Барабой за методом КІЗ

Дата	КІЗ	ПКІЗ	Клас	ЛОЗ
Ґрунтові води в ставок біля с.Миколаївка				
11.04.2010	17	5,67	IVб дуже брудна	Сухий залишок
20.01.2011	34	5,67	IVа дуже брудна	-
22.04.2011	13	4,33	IVа дуже брудна	-
11.01.2012	48	5,33	IVб дуже брудна	Амоній, магній
8.02.2014	53	4,82	IVа дуже брудна	Нітриту
15.02.2015	41	4,56	IV дуже брудна	Амоній
13.02.2016	57	5,18	IVб дуже брудна	Амоній
26.02.2017	42	3,82	IIIб брудна	-
Ґрунтові води в районі с. Новоградівка				
18.01.2012	30	3,33	IIIб брудна	-
10.02.2013	51	5,67	IVа дуже брудна	-
15.02.2014	56	5,09	IVа дуже брудна	-
22.02.2015	58	6,44	IVб дуже брудна	Амоній
20.02.2016	64	5,82	IVа дуже брудна	Амоній
05.03.2017	59	5,36	IVа дуже брудна	-
Ґрунтові води в Санжейське водосховище				
18.04.2011	20	6,67	IVб дуже брудна	Сухий залишок
20.01.2012	26	2,89	IIIа брудна	-
16.02.2013	48	5,33	IVа дуже брудна	Магній
16.02.2014	78	7,09	IVв дуже брудна	Сухий залишок, нітриту

Продовження таблиці 6.12

23.02.2015	65	7,22	IVв дуже брудна	Сухий залишок, амоній
21.02.2016	65	5,91	IVб дуже брудна	Сухий залишок, амоній
06.03.2017	63	5,73	IVа дуже брудна	

Таким чином, оцінка якості води за рибогосподарськими нормативами показала, що за ґрунтові води в басейні р. Барабой не відповідають нормативам по більшості показників.

В процесі розрахунків за екологічною оцінкою якості води були використані матеріали спостережень по ґрунтовим водам, розрахунок вівся по кожній пробі. Оцінка зроблена орієнтовна – за окремими показниками, екологічні блокові індекси якості води не розраховувались. В результаті було отримано інформацію в табл. 6.13.

За мінералізацією води згідно екологічної класифікації ґрунтові води відносяться до солонуватих мезогалінних. В усіх пробах мінералізація висока, тому відповідає переважно 7 категорії якості, вода оцінюється як «дуже погана» за станом і «дуже брудна» за чистотою, «гіпертрофна» за трофністю і «полісапробна» за сапробністю.

За абсолютним вмістом розчиненого кисню вода набуває переважно 1 категорії якості, вода оцінюється як «відмінна» за станом, «дуже чиста» за чистотою, оліготрофна і олігосапробна. Ґрунтові води біля Санжейського водосховища мають гірші категорії якості.

За відносним вмістом розчиненого кисню вода набуває різних категорій якості, від 2 до 7. Тобто, вода буває від «дуже добра, чиста» до «дуже погана, дуже брудна». Саме по собі це не є показником погіршення кисневого режиму, але вказує на нерівноважний стан екосистеми.

За показником БСК₅ за екологічною класифікацією ґрунтові води набувають 1-6 категорії якості, тобто вода оцінюється як «відмінна - погана» за станом, «дуже чиста – брудна» за чистотою. Це вказує на забрудненість води ставка органічними речовинами.

За вмістом завислих речовин і показником рН за екологічною класифікацією якість води в ставку відповідає 1-7 категорії, переважають 1-2 категорії.

За вмістом сполук азоту в ґрунтових водах найбільш типовою є 5 -7 категорія якості води, тобто за станом вода «посередня-дуже погана», за чистотою «помірно забруднена – дуже брудна». Це вказує на постійне забруднення і екологічне неблагополуччя. Дещо краще ситуація із вмістом фосфатів – від 2 до 4 категорії, тобто вода за станом «дуже добра – задовільна», за чистотою «чиста-слабо забруднена. Вміст сульфатів і хлоридів у ґрунтових водах р. Барабой відповідав 1-4 категоріям якості води, найгірша ситуація в ґрунтових водах біля Санжейського водосховища.

Вміст сапрофітних бактерій визначався протягом зими 2013 і 2014 років, в обох випадках відповідав 1-2 категоріям якості (вода «відмінна-дуже добра», «дуже чиста-чиста»). Це пояснюється тим, що взимку розвиток вказаних мікроорганізмів пригнічується і вода стає більш чистою в бактеріальному відношенні.

Таким чином, за екологічною класифікацією ґрунтові води в басейні р. Барабой характеризуються різкою зміною категорій якості води. За більшістю показників спостерігається нерівноважний стан водної екосистеми, що виражається в забрудненні води біогенними сполуками, головними іонами, органічними речовинами. Забрудненість ґрунтових вод призводить до погіршення якісного стану поверхневих вод в басейні р.Барабой. Саме тому всі заходи щодо поліпшення екологічного стану малих водойм і в цілому річки Барабой мають обов'язково враховувати цей аспект. Для поліпшення якості ґрунтових вод екологічного стану ставка необхідно розробити і застосувати комплекс природоохоронних заходів.

Таблиця 6.13 -Оцінка за методикою НДІ гігієни ім. Ф.Ф. Ерисмана

Рік	Критерії забруднення, бали			Рівень забруднення		
	Органо- лептичний ($W_{орг}$)	Санітарний режим (W_c)	Санітарно- токсико- логічний ($W_{СТ}$)	Органо- лептичний ($W_{орг}$)	Санітарний режим (W_c)	Санітарно- токсико- логічний ($W_{СТ}$)
2011	1,505	2,95	-	Високий	Помірний	-
2012	4,14	4,19	9,25	Дуже високий	Високий	Високий
2013	2,5	4,34	3,01	Дуже високий	Високий	Високий
2014	3,86	3,5	69,19	Дуже високий	Високий	Дуже високий
2015	3,9	3,28	39,91	Дуже високий	Високий	Дуже високий
2016	4,72	3,9	36,2	Дуже високий	Високий	Дуже високий
2017	5,86	3,27	4,89	Дуже високий	Високий	Високий

Отже, оцінка за методикою НДІ гігієни ім. Ф.Ф. Ерисмана показує нам, що води в басейні річки Баробой характеризуються різкою зміною критерій якості води . З таблиці 6.14 ми бачимо, що лише в 2011 році по санітарному режиму був помірній критерій якості, а в період з 2012 по 2017 роки переважав високий критерій якості. За органолептичним режимом бачимо, що лише в 2011 році був високий критерій якості води, а в інші роки – дуже високий . За санітарно-токсикологічним режимом бачимо, що в 2012,2013 та 2017 роки був високий критерій якості води, а з 2014 по 2016 – дуже високий .

6.3 Оцінка якості води для питного водопостачання

Цей стандарт поширюється на джерела централізованого питного водопостачання та встановлює гігієнічні, екологічні та технологічні вимоги до вибирання нових і оцінювання наявних джерел централізованого водопостачання. Стандарт може бути використаний усіма суб'єктами господарювання у сфері питного водопостачання та органами, які здійснюють державний нагляд.

Стандарт не поширюється на джерела нецентралізованого питного водопостачання.

Для того щоб отримати відповідь на питання придатності води для централізованого водопостачання, користуючись нормативами стандарту[7], ми проаналізували її за ДСТУ 4808:2007, дані занесені до таблиці 6.14.

Таблиця 6.14 –Класи якості води за ДСТУ 4808:2007

№	Показник якості води у підземних водних об'єктів	Класи якості води	
		Середнє	Максимальне
с. Миколаївка			
1	Запах	1	3
2	Забарвленість	2	3
3	Каламутність	1	1
4	Жорсткість загальна	4	4
5	Сульфати	3	4
6	Хлориди	4	4
7	Магній	4	4
с.Новоградівка			
1	Запах	1	4
2	Забарвленість	2	2

Продовження таблиці 6.14

3	Каламутність	1	2
4	Жорсткість загальна	4	4
5	Сульфати	3	4
6	Хлориди	4	4
7	Магній	4	4
Санжейське водосховище			
1	Запах	1	2
2	Забарвленість	2	2
3	Каламутність	4	4
4	Жорсткість загальна	4	4
5	Сульфати	4	4
6	Хлориди	4	4
7	Магній	4	4

Отже, що ми бачимо, біля с. Миколаївка переважає 4 клас якості води, а саме по показникам хлоридів, магнію та загальною жорсткістю. Лише за каламутністю спостерігаємо 1 клас якості води.

Біля вод села Новоградівка та Санжейського водосховища спостерігається майже теж саме: за показниками сульфатів, хлоридів. Магнію, загальною жорсткістю переважає 4 клас якості води і тільки за запахом по середньому значенню спостерігається 1 клас якості води.

Проаналізувавши таблицю 6.14, можемо зробити висновок, що вживання вод з підвищеним вмістом магнію, жорсткістю загальною та хлоридами загрожує можливому розвитку таких хвороб, як: синдром дихальних паралічів і серцевої блокади та шлунково-кишкового тракту. Тому не рекомендуємо застосовувати досліджувану свердловину в якості джерела централізованого питного водопостачання для громади с.Барабой без вживання комплексу технологічних заходів щодо поліпшення складу води.

Для оброблення води потрібне її знезаражування із застосуванням одного з таких реагентів: хлор, гіпохлорит, діоксин хлору, хлорамін, знезаражування ультрафіолетовим опроміненням у комбінації з O_2 , H_2O_2 ,

оброблення озоном і фільтрування з коагулюванням, на перспективу – очистка фільтруванням через біологічно активоване вугілля або через повільні фільтри, а також очищення і знезаражування іншими реагентами і способами, дозволеними санітарно – епідеміологічною службою Міністерства охорони здоров'я України.

Отже, з таблиці 6.15 бачимо, що перевищення відбувається по усіх станціях спостереження за такими показниками, як кальцій, магній, сухий залишок, загальна жорсткість, а по іншим показникам коливається в межах норми.

Кількість кальцію та магнію у воді визначає її жорсткість. Часто буває, що велику кількість заліза спричиняє поганий стан системи водопостачання.

6.4 Оцінка якості води артезіанської свердловини №2097 біля с.Барабой

Для аналізу придатності дослідної води для централізованого питного водопостачання було проаналізовано відповідність гідрохімічних показників артезіанської води у свердловині с.Барабой вимогам ДСТУ 4808:2007 "Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання" [7] (табл.6.16). Було отримано, що майже по всіх показниках переважає 1 клас якості води (тобто, "відмінна, бажана якість"). Але по показникам мінералізації був 2 клас якості води ("Добра, прийнятної якості"), а по магнію якість води аж до 4 класу – ("посередня, обмежено придатна, небажаної якості". Вживання вод з підвищеним вмістом магнію загрожує можливому розвитку таких хвороб, як: синдром дихальних паралічів і серцевої блокади та шлунково-кишкового тракту. Тому не рекомендуємо застосовувати досліджувану свердловину в якості джерела централізованого питного водопостачання для громади с.Барабой без вживання комплексу технологічних заходів щодо поліпшення складу води.

Таблиця 6.16 - Відповідність артезіанської води свердловини №2097 господарсько-питним вимогам ДСанПін 2.2.4.-171-10.

Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи для питної води колодязів та каптажів джерел	09.07.1965	28.02.2016
Загальні солі форми	КУО/100см ³	<1	<3	-
Запах	бали	≤3	0	0
Мутність	Нефелометрична одиниця каламутності	≤3,5	0	0
Водневий показник	Одиниці Ph	6,5-8,5	7,7	7,7
Загальна твердість	мг/дм ³	≤7,0	3,0	3,83
Сульфати	мг/дм ³	≤500	111	12,5
Сухий залишок	мг/дм ³	≤1500	580	571
Хлориди	мг/дм ³	≤350	120	124
Нітрати	мг/дм ³	≤50	-	2,79
Нітроти	мг/дм ³	≤3,3	-	0,065
Амоній	мг/дм ³	≤2,6	-	0,663

З погляду фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води (табл.5.16) у артезіанській воді свердловини в с.Барабой є відхиленням по натрію-калію і по мінералізації. Вживання такої води без обробки загрожує споживачам гіпертензією, а також сечокам'яною хворобою та порушення стану водно-сольового обміну.

Таблиця 6.17 – Оцінка фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води свердловини №2097 у с.Барабой

№	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи	09.07.1965	28.02.2016
1	Загальна жорсткість	ммоль/дм ³	1,5-7,0	3,0	3,83
3	Натрій + Калій	мг/дм ³	4-40	160	109
4	Кальцій	мг/дм ³	25-75	44	17
5	Магній	мг/дм ³	10-50	10	36,7
6	Сухий залишок	мг/дм ³	200-500	580	571

Таблиця 6.18 - Оцінка відповідності вод свердловини № 2097 у с.Барабой вимогам ДСТУ 4808:2007

№	Показник якості води у підземних водних об'єктах	Класи якості води	
		09.07.1965	28.02.2016
1	Запах	1	1
2	Забарвленість	1	1
3	Каламутність	1	1
4	Мінералізація	2	2
5	Жорсткість загальна	1	1
6	Сульфати	1	1
7	Хлориди	1	1
8	Магній	2	4

Для оброблення води потрібне її знезаражування із застосуванням одного з таких реагентів: хлор, гіпохлорит, діоксин хлору, хлорамін, знезаражування ультрафіолетовим опроміненням у комбінації з O₂, H₂O₂, оброблення озоном і фільтрування з коагулюванням, на перспективу – очистка фільтруванням через біологічно активоване вугілля або через повільні фільтри, а також очищення і знезаражування іншими реагентами і способами, дозволеними санітарно – епідеміологічною службою Міністерства охорони здоров'я України.

ВИСНОВКИ

В роботі розглядається гідроекологічний стан підземних вод в басейні річки Барабой в умовах антропогенного впливу.

Оскільки водозбір невивчений у гідрологічному відношенні, то характеристики його річного стоку визначалися за моделлю «клімат-стік», розробленою в ОДЕКУ під керівництвом Лободи Н.С.

За метеорологічними даними були розраховані характеристики річного стоку за багаторічний період та різні за водністю роки. Показано, що річка Барабой у природних (непорушних водогосподарською діяльністю) умовах пересихає маловодні роки. 75% та 95% забезпеченості.

На базі розрахунків перетвореною водогосподарською діяльністю стоку за моделлю «клімат-стік» були установленні статистичні параметри побутового стоку при різних кількісних показниках масштабів зрошування (V_0 , η , $f_{зр}$). Виявлено, що донорське зрошування сприяє збільшенню стоку річки, особливо у маловодні роки. Отже, річка перестає пересихати.

У роботі приведені результати польових досліджень гідрохімічного складу ґрунтових вод на станціях спостереження.

Також у роботі було розглянуто основні закономірності формування хімічного складу ґрунтових вод в басейні р. Барабой. На прикладі села Барабой було отримано, що артезіанські води за 51 рік експлуатації свердловини зберегли задовільні гідрохімічні показники, але за деякі з них не задовольняють вимогам нормативних документів по санітарним і фізіологічним критеріям.

В більшості проб ґрунтових вод виявлене перевищення ГДК по загальній твердості, причому, у верхній частині басейну р.Барабой у загальній твердості переважають сполуки кальцію, у нижній частині – магнію. Хімічний склад підземних вод в басейні р.Барабой доволі

строкатий, на окремих ділянках не можна виділити переважання певного катіону чи аніону у хімічному складі води.

Загальна мінералізація підземних вод найбільша у верхній частині басейну р.Барабой і знижується в середній і нижній частині басейну. За вмістом хлоридів можна сказати, що підземні води р.Барабой більш ніж в 4 рази мають перевищення ГДК за цим іоном, і теж аналогічно мінералізації – вміст хлоридів більший у верхній незрошувальній частині басейну р.Барабой порівняльно із середньою і нижньою частинами басейну. Це пояснюється тим. Що на водозбір надходять менше мінералізовані у порівнянні з річкою Барабой води Дністра. Вміст сульфатних іонів у підземних водах р.Барабой зростає вздовж течії з 2 до 4 ГДК. Причиною цього є посилення впливу гірських порід меотичних відкладень понтичного ярусу, які домінують в цих ділянках басейну на відміну від четвертинних відкладів у верхній ділянці.

Гідрохімічні показники ґрунтових вод характеризуються задовільною органолептикою, фізичними показниками. Задовільним є кисневий режим. У водах високі показники вмісту мінералізації, головних іонів. Досить високими є концентрації біогенних сполук. Хімічний склад ґрунтових вод, змінювався протягом 2010-2017 рр. від «нетоксичних» до «вельми токсичних». Мікробіологічні показники вод задовільні.

Оцінка якості води ґрунтових джерел басейну р.Барабой за методом КІЗ за рибогосподарськими нормами ГДК показала, що клас якості переважно IV (вода «дуже брудна») різних градацій. Серед речовин ЛОЗ, які найбільше погіршували рибогосподарську якість води в ґрунтових водах був сухий залишок, іноді нітрити, амоній, магній, фосфати. В більш гарному стані, з точки зору екологічного стану, ґрунтові води знаходяться біля с. Новоградівка, найбільш забрудненими є ґрунтові води Санжейського водосховища.

Таким чином, оцінка якості води за рибогосподарськими нормативами показала, що за ґрунтові води в басейні р. Барабой не відповідають рибогосподарським нормативам по більшості показників.

За екологічною класифікацією ґрунтові води в басейні р. Барабой характеризуються різкою зміною категорій якості води. За більшістю показників спостерігається нерівноважний стан водної екосистеми, що виражається в забрудненні води біогенними сполуками, головними іонами, органічними речовинами. Забрудненість ґрунтових вод призводить до погіршення якісного стану поверхневих вод в басейні р. Барабой. Саме тому всі заходи щодо поліпшення екологічного стану малих водойм і в цілому річки Барабой мають обов'язково враховувати цей аспект. Для поліпшення якості ґрунтових вод необхідно розробити і застосувати комплекс природоохоронних заходів.

Також розглядалися води артезіанської свердловини №2097 у с. Барабой, що показали з погляду фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води артезіанської води свердловини в с. Барабой є відхиленням по натрію-калію і по мінералізації. Вживання такої води без обробки загрожує споживачам гіпертензією, а також сечокам'яною хворобою та порушення стану водно-сольового обміну.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Паспорт реки Барабой. –Одесса: Госкомводхоз Украины, 1992. – 180 с.
2. 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.
3. Атлас Одеської області. – Одеса: ДП «Картографія», 2002. – 80 с.
4. Природа Одесской области: Ресурсы, их рациональное использование и охрана. /Под ред. Швевса Г.И., Амброза Ю.А. – Киев: Вища школа, 1979. – 144с.
5. Паспорт разведочно - эксплуатационной скважины на воду № 2097. - Одесса: ПИ Укрюжгипроводхоз,1965. - 12 с.
6. Державні санітарні норми та правила. «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»: ДСанПіН 2.2.4-171-10. – [Чинний від 2010-05-12]. – К., 2010. – 36 с.
7. Джерела централізованого водопостачання. «Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання»: ДСТУ 4808:2007. – [Чинний від 2007-07-05]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 36 с.
8. Гідрологічні розрахунки підручник /Є.Д. Гопченко, Н.С. Лобода, В.А. Овчарук , Одеськ. Державний екологічний університет, - Одеса: ТЕС,2014.-484с.
9. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С. Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных антропогенной деятельностью условиях): Монография.-К.:КНТ, 2005.-192с.
10. С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. – К.: Ніка центр, 2001. – 264 с.
11. 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.

12.Обобщенный перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. Москва. 1990г.

13. Лобода Н.С. Розрахунок та узагальнення характеристик річного стоку річок України в умовах антропогенного впливу:Монографія – Одеса:Екологія, 2005 -208с.

14.Лобода Н.С., Гопченко Є.Д. Стохастичні моделі у гідрологічних розрахунках.Навчальний посібник. - Одеса:Екологія,2006. - 200с.

15.Хімко Р., Полетаєва Л., Гержик І.,Цикало А., Кузьмина В., Чорна Т. Вступ до екомоніторингу. Досліджуємо барабой.– Овідіюполь:,2003.

16.Оцінка якості природних вод: Навчальний посібник. Юрасов С.М.,Сафранов Т.А., Чугай А.В. – Одеса:, 2011. – 168с.

17. Екологія та охорона навколишнього середовища. Юрасов С.М. – Одеса:ОГЕКУ, 2005.-86с.