

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра гідрології суші

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

СУЧАСНИЙ ВОДНИЙ РЕЖИМ ТА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН РІЧОК ПРИЧОРНОМОР'Я CURRENT WATER REGIME AND ECOLOGICAL STATUS OF RIVERS IN THE BLACK SEA REGION

Виконав: здобувач денної форми навчання
спеціальності 103 «Науки про Землю»
Освітньо-професійна програма Гідрометеорологія

Пісарев Юрій Григорович

(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача)

Керівник д-р.геогр.наук, проф. Овчарук В.А.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент д-р.екон.наук, проф. Сербов М.Г.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:
Протокол засідання кафедри
гідрології суші
№ ____ від 27._05_. 2025 р.

Завідувачка кафедри



(підпис)

Валерія ОВЧАРУК

(прізвище, ім'я)

Захищено на засіданні ЕК № 2
протокол № ____ від _____. _____. 2025 р.

Оцінка _____ / _____ / _____
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Голова ЕК

(підпис)

Валерія ОВЧАРУК

(прізвище, ім'я)

Одеса 2025

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І.І. МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра гідрології суші

Ступінь вищої освіти бакалавр

Спеціальність 103 Науки про Землю

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма Гідрометеорологія

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри
гідрології суші

 проф. Овчарук В.А.
« 08 » жовтня 2024 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Пісарєву Юрію Григоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Сучасний водний режим та екологічний стан річок Причорномор'я

керівник роботи Овчарук Валерія Анатоліївна, д-р. геогр. н., професор

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

2. Строк подання студентом роботи червень 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: Основні гідрографічні характеристик річок Причорномор'я, дані спостережень за стоком від початку спостережень по 2020 рік включно , дані отримані з агрокліматичної моделі SWAT

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Вступ; 2. Розділ перший: стисла фізико-географічна характеристика району річок Причорномор'я; 3. Розділ другий: система моніторингу екологічного стану водних ресурсів України; 4. Розділ третій: обробка даних моніторингу та оцінки с екологічного стану водних ресурсів річок Причорномор'я; 4. Розділ четвертий: агро-гідрологічної модель SWAT 5. Розділ п'ятий: статистична обробка рядів стоку річок Причорномор'я Розділ шостий: метод водно-теплогового балансу та модель «клімат-стік»; Висновки; 7. Перелік посилань.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Карта фізико-географічного положення району річок Причорномор'я, геологічна будова та рельєф басейну, карта ґрунтів та рослинності басейну, картосхема розташування гідрологічних постів та пунктів державного моніторингу в басейні річок Причорномор'я

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 08 жовтень 2024 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Структурування роботи, визначення змісту. Збір вихідних даних до роботи.	жовтень 2024 р	+
2.	Збір та опрацювання літературних джерел за темою кваліфікаційної роботи	листопад 2024 р. січень 2025 р.	+
3.	Робота над першим розділом	лютий 2025 р.	+
4.	Робота над другим та третім розділом	березень 2025 р.	+
5.	Робота над четверти-шостим розділами	квітень 2025 р.	+
6.	Підготовка висновків до роботи, надання кваліфікаційної роботи керівнику на перевірку.	квітень - травень 2025 р	+
7.	Надання роботи на перевірку на ознаки академічного плагіату, рецензенту для отримання рецензії на роботу. Підготовка презентаційного матеріалу і доповіді.	червень 2025 р	+

Студент


 (підпис)

Пісарєв Ю.Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


 (підпис)

Овчарук В.А.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ БАСЕЙНУ РІЧОК ПРИЧОРНОМОР'Я.....	7
1.1. Географічне положення та рельєф.....	7
1.2. Кліматичні умови	8
1.3. Ґрунти та рослинний покрив	9
1.4. Гідрогеологічна характеристика	11
1.5. Гідрологічна та гідрохімічна вивченість.....	13
1.7. Водний режим району басейну річок Причорномор'я	18
2. МОНІТОРИНГ ТА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ	22
2.1. Визначення екологічного стану масиву поверхневих вод.	22
2.2. Порядок здійснення державного моніторингу вод	23
3 ОБРОБКА ДАНИХ МОНІТОРИНГУ ТА ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ РІЧОК ПРИЧОРНОМОР'Я	26
3.1. Методи отримання даних моніторингу	26
3.2. Обчислення перевищення ГДК на річка району басейну річок Причорномор'я.....	27
4 АГРО-ГІДРОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ SWAT (SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL).....	51
4.1 Онлайн платформа “Land & Water” для відтворення гідрологічних процесів річкових басейнів України.	51
4.1.1 Шар стоку	53
4.1.2 Опади	53
4.1.3 Випаровування.....	54

4.1.4 Витрати води.....	54
4.1.5 Сніговий покрив	54
4.1.6 Запас вологи ґрунту	55
5 СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА РЯДІВ СТОКУ РІЧОК ПРИЧОРНОМОР'Я	56
5.1 Найбільш поширені криві розподілу, які застосовуються в гідрології ..	56
5.1.1 Різницева інтегральна крива річного стоку	56
5.1.2 Емпірична крива розподілу	57
5.1.3 Крива Пірсона III типу	57
5.1.4 Крива трипараметричного гама-розподілу Крицького та Менкеля.....	58
5.2 Методи визначення статистичних параметрів	59
5.2.1 Метод моментів	60
5.2.2 Метод найбільшої правдоподібності.....	61
5.2.3 Графо-аналітичний метод Г.О. Алексєєва	63
5.3 Інформаційне підґрунтя дослідження	65
5.4 Статистична обробка часових рядів шарів стоку та витрат води річок Причорномор'я.....	67
6 МЕТОД ВОДНО-ТЕПЛОВОГО БАЛАНСУ ПРИ ОЦІНЦІ РІЧКОВОГО СТОКУ РЕГІОНУ ПРИЧОРНОМОР'Я	71
6.1 Обчислення природного річного стоку за допомогою моделі «Клімат- Стік»	74
6.2 Порівняльний аналіз отриманих даних.....	76
ВИСНОВКИ.....	78
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	80

ВСТУП

З впровадженням технологій та розвитком промисловості людство стикається зі зростаючими екологічними викликами, особливо в контексті охорони водних ресурсів. Річки Причорномор'я, не є винятком. Надмірне забруднення, зміни в рельєфі та гідрології, а також інші антропогенні втручання створюють серйозні загрози стану цих водойм. У зв'язку з цим, розвиток ефективної системи моніторингу та оцінки екологічного стану річок Причорномор'я стає надзвичайно важливим завданням. Ця система не лише забезпечує об'єктивні дані про якість води та стан екосистем, але й є основою для розробки та впровадження стратегій збереження та відновлення водних ресурсів. Державний моніторинг вод здійснюється з метою забезпечення збирання, обробки, збереження, узагальнення та аналізу інформації про стан водних об'єктів, прогнозування його змін та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень у галузі використання, охорони вод та відтворення водних ресурсів.

Починаючи з 2023 року Басейнове управління водних ресурсів річок Причорномор'я та нижнього Дунаю здійснює державний моніторинг поверхневих вод по 4 басейнах (суббасейн) в 43 пунктах спостереження, басейн річок Причорномор'я включає в себе 12 пунктів спостереження.

У даній роботі проведено статистичний аналіз рядів річного стоку річок Причорномор'я використовуючи онлайн платформу "Land & Water". Застосування статистичних методів, таких як метод моментів та метод найбільшої правдоподібності, дозволяє визначити основні характеристики гідрологічних рядів, оцінити їхню мінливість та виявити можливі тренди, розглянуто модель «Клімат-Стік», яка дозволяє поєднати кліматичні та гідрологічні дані для прогнозування зміни водності річок у майбутньому. Цей підхід базується на оцінці зв'язку між кліматичними параметрами (такими як температура та опади) і річним стоком, що дає змогу врахувати довгострокові тенденції зміни клімату.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ БАСЕЙНУ РІЧОК ПРИЧОРНОМОР'Я

1.1. Географічне положення та рельєф.

Район басейну річок Причорномор'я, розташований у південній частині України між річками Дунай та Дніпро. Його географічне положення визначається широтами від $45,0^{\circ}$ до $48,5^{\circ}$ північної широти та довготами від $28,0^{\circ}$ до $32,5^{\circ}$ східної довготи. Цей регіон простягається вздовж узбережжя Чорного моря. З адміністративної точки зору до нього відносяться Одеська та Миколаївська області. [6].

Одним з ключових аспектів рельєфу є Причорноморська низовина, де абсолютна висота не перевищує 120-150 метрів по БС, а поступово зменшується до 50-0 метрів БС. Вона складається переважно з молодих морських відкладів і відрізняється від інших рівнин своєю плоскою поверхнею і мінімальним нахилом у бік Чорного моря. Береги річок порізані балками та ярами, а вододіли плоскі [7].

У межах басейну річок Причорномор'я виділяють кілька геоморфологічних областей. Одна з них - Причорноморська акумулятивна лесова рівнина охоплює території, що прилягають до узбережжя Чорного моря та низов'їв річки Дніпро. Також виокремлюються Подільська та Придніпровська височини, які утворюють окремі геоморфологічні райони [8].

На цій території виявляються різноманітні геологічні утворення, що складаються з метаморфічних та осадових порід, що відносяться до епох докембрію, палеозою, мезозою і кайнозою.

Основні елементи геоморфологічної будови та рельєфу досліджуваної території представлені на рис.1.1.

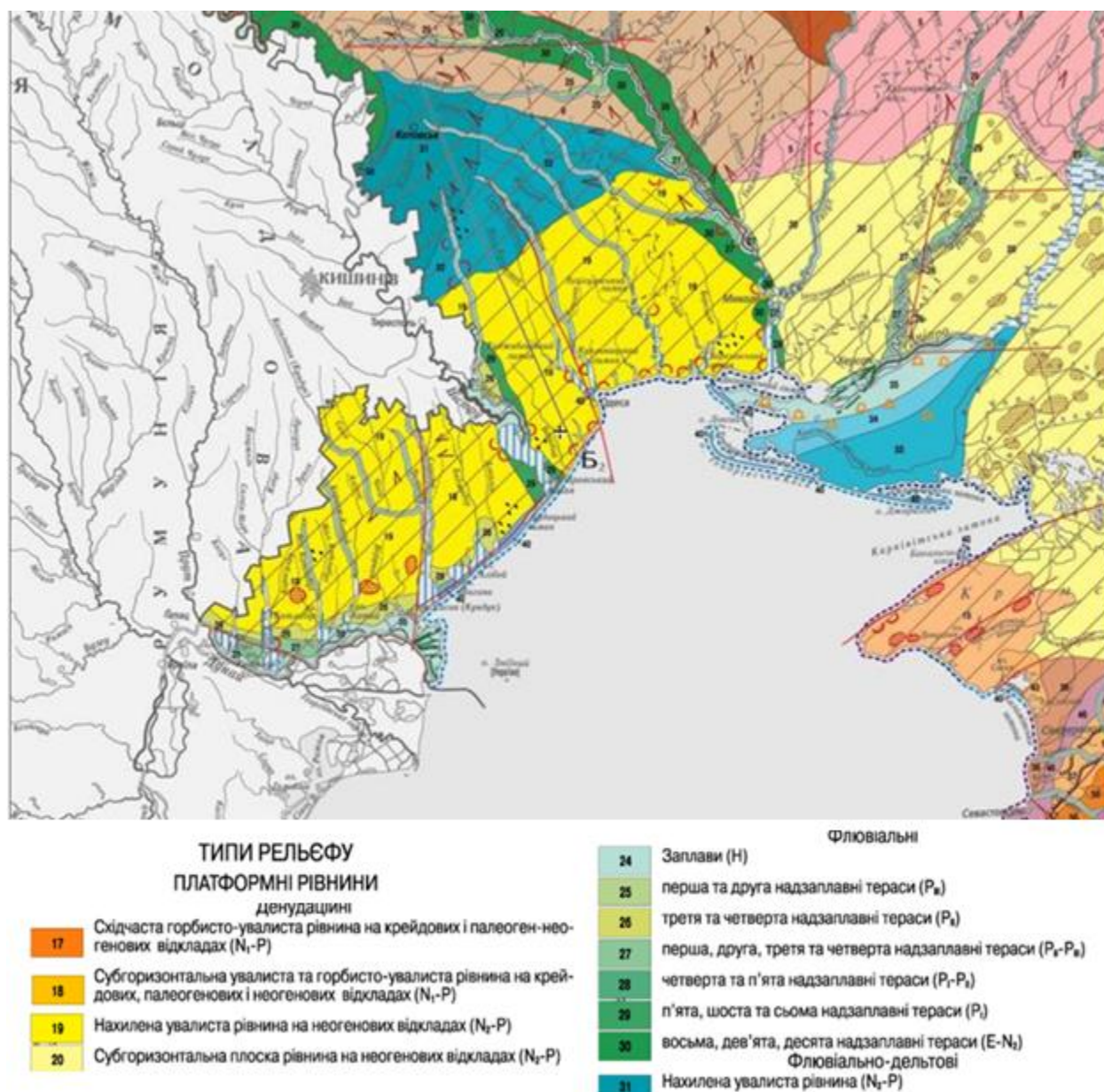


Рисунок 1.1 – Карта-схема геоморфологічної будови та рельєфу Причорномор'я [12].

1.2. Кліматичні умови

Територія, що належить району басейну річок Причорномор'я, розташована в межах Північної та Південної кліматичних областей. Північна кліматична область відповідає зоні лісостепу, тоді як південна територіально співпадає зі степовою зоною. Тут переважає антициклональний тип погоди, і

клімат характеризується як помірно-континентальний, з теплим літом і нестійкою зимою. Важливим фактором у формуванні клімату є радіаційний вплив, але в холодний період року цей вплив послаблюється через адвекцію повітряних мас.

Внутрішньорічні зміни температури повітря тісно пов'язані із зміною сонячного впливу на земну поверхню. Найхолоднішим місяцем року вважається січень, а найтеплішим - липень. Зазвичай зимовий сезон розпочинається з стійкого переходу температури повітря через 0 °С, що відбувається у другій декаді грудня, і завершується в кінці лютого. Починаючи з квітня, спостерігається зростання сонячного випромінювання на земну поверхню.

1.3. Ґрунти та рослинний покрив

Згідно з фізико-географічним районуванням, значна частина території району басейну річок Причорномор'я в Україні відноситься до степової природної зони. Однак північно-західна та північна частини входять до лісостепової зони. Степова зона в районі поділяється на Північний та Південний степи, що має важливий вплив на розподіл ґрунтів та рослинності [9].

Ґрунтовий покрив на території сформувався на лісових породах, і основними типами ґрунтів є чорноземи. У степовій зоні поширені малогумусні чорноземи, чорноземи південні й темно-каштанові слабосолонцюваті. У дельтах та долинах річок формуються інші типи ґрунтів, такі як лучно-чорноземні, лучні, дерново-глеєві, глинисто-піщані (рис 1.2). У лісостеповій частині можна зустріти опідзолені чорноземи та їх деградовані різновиди, а також сірі лесові ґрунти. [10].

Ґрунтовий покрив відіграє важливу роль у формуванні водного режиму річок та гідрохімічного складу річкових вод, особливо малих, до яких здебільшого відносяться річки Причорномор'я. Від водопроникних властивостей ґрунтів залежить глибина залягання водоносних горизонтів, й отже наявність та повнота підземного живлення річок.

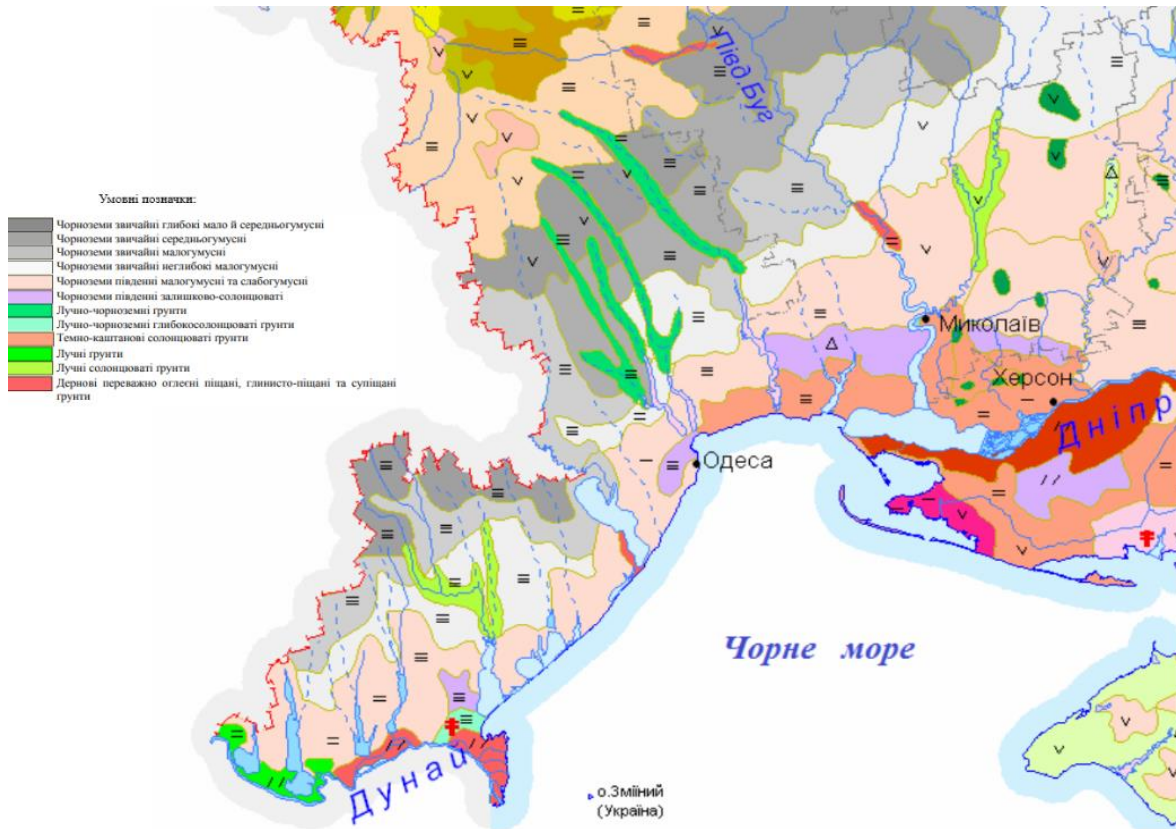


Рисунок 1.2 – Карта-схема ґрунтів Причорномор'я [12].

У північній частині степової зони розташовуються різнотравно-типчаково-ковилові степи (рис. 1.3), де основними рослинами є злаки, такі як ковила, типчак, кипець, а також різнотрав'я, наприклад, шавлія поникла, вероніка, степові тюльпани та горицвіт. Також характерні чагарникові зарості, де можна зустріти терен, мигдаль та карагану. Подальше на південь утворилися типчакові-ковилові степи, де переважають високолісті сухолюбні злаки з невеликою кількістю ксерофітного різнотрав'я, такого як кермек, грудниця волохата та маруна. Весною та на початку літа значну частину рослинного покриву складають ефемери. Ліси займають від 4% до 10% площі. У невеликих дібрових переважають дуб та сосна. [11].

Проте природний рослинний фонд степу зберігся лише на заповідних територіях. Понад 80% загальної території займають сільськогосподарські угіддя, з них більше двох третин знаходяться під ріллею [13].



Рисунок 1.3 – Карта-схема рослинності Причорномор'я [12].

1.4. Гідрогеологічна характеристика

Гідрогеологічні умови Причорноморської западини, незважаючи на відносно просту будову, є досить складними через значну різноманітність та змінливість літологічного складу осадових відкладів. Нестійкість відкладів у розрізі та постійна зміна водопроникних та водонепроникних порід призвели до формування великої кількості ізольованих водоносних горизонтів. Щодо підземних вод, характерною рисою басейну є змінність мінералізації вод та широке поширення солонуватих та солоних вод [14].

За гідрогеологічним районуванням, територія між Дунаєм і Південним Бугом входить до північного крила Причорноморського артезіанського басейну, тоді як північна частина між Південним Бугом і Дніпром розташована у провінції

Українського кристалічного щита [8,15]. Водонасні горизонти розкриваються свердловинами на глибині від кількох метрів до 450-500 метрів. Зазвичай глибина залягання коливається від 30-170 метрів на вододілах до 5-50 метрів у долинах річок. Літологічний склад порід, які містять воду, в основному складається з пісковиків та пісків. Серед водонасних горизонтів найпоширенішими є водонасні горизонти сарматських відкладів (рис.1.4). Підземні води в основному мають хлоридно-гідрокарбонатний склад з натрієвими іонами, а також гідрокарбонатно-хлоридний склад з натрієвими іонами. Зустрічаються також води з гідрокарбонатним складом з натрієвими іонами, сульфатно-хлоридним складом, хлоридно-сульфатним складом з натрієвими іонами, а також води з натрієво-кальцієвим складом [14].

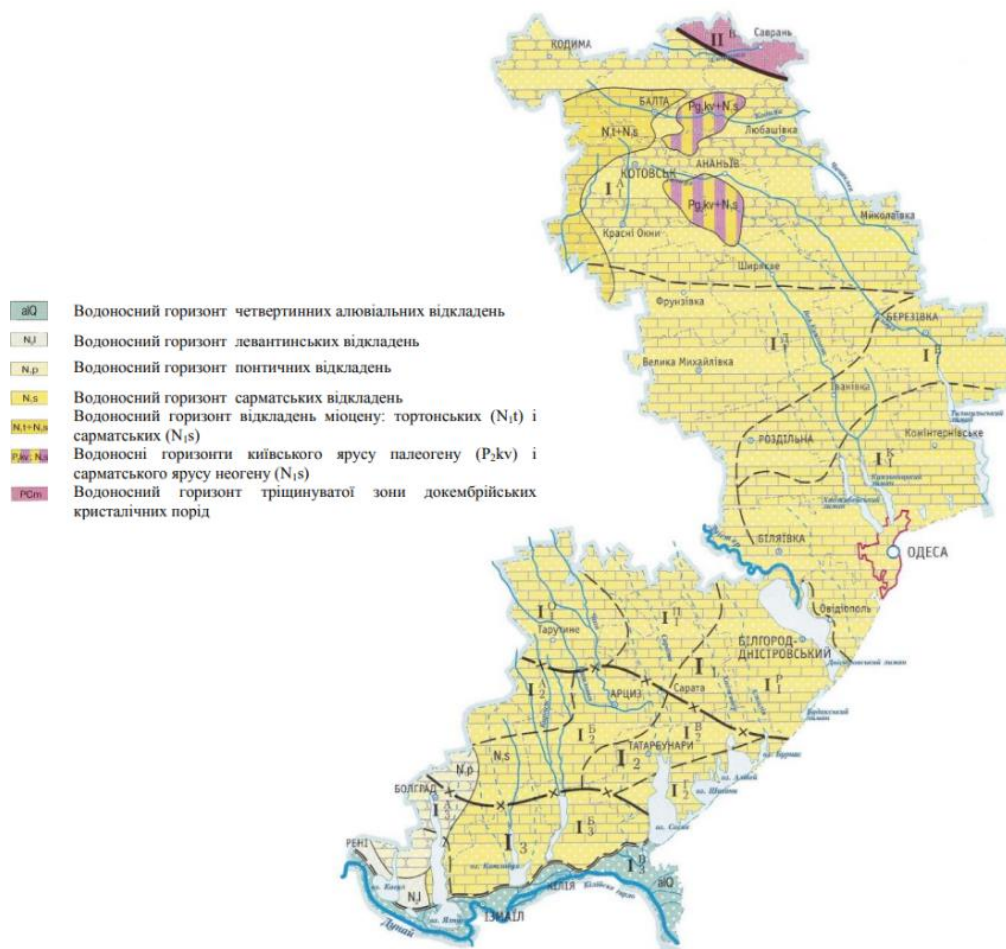


Рисунок 1.4 – Карта-схема основних водонасних горизонтів Одеської області [15].

1.5. Гідрологічна та гідрохімічна вивченість

Територія району басейну річок Причорномор'я з точки зору гідрохімії та гідрології вивчена недостатньо на (рис. 1.5) та (рис. 1.6) відмічені гідрохімічні та гідрологічні пости.

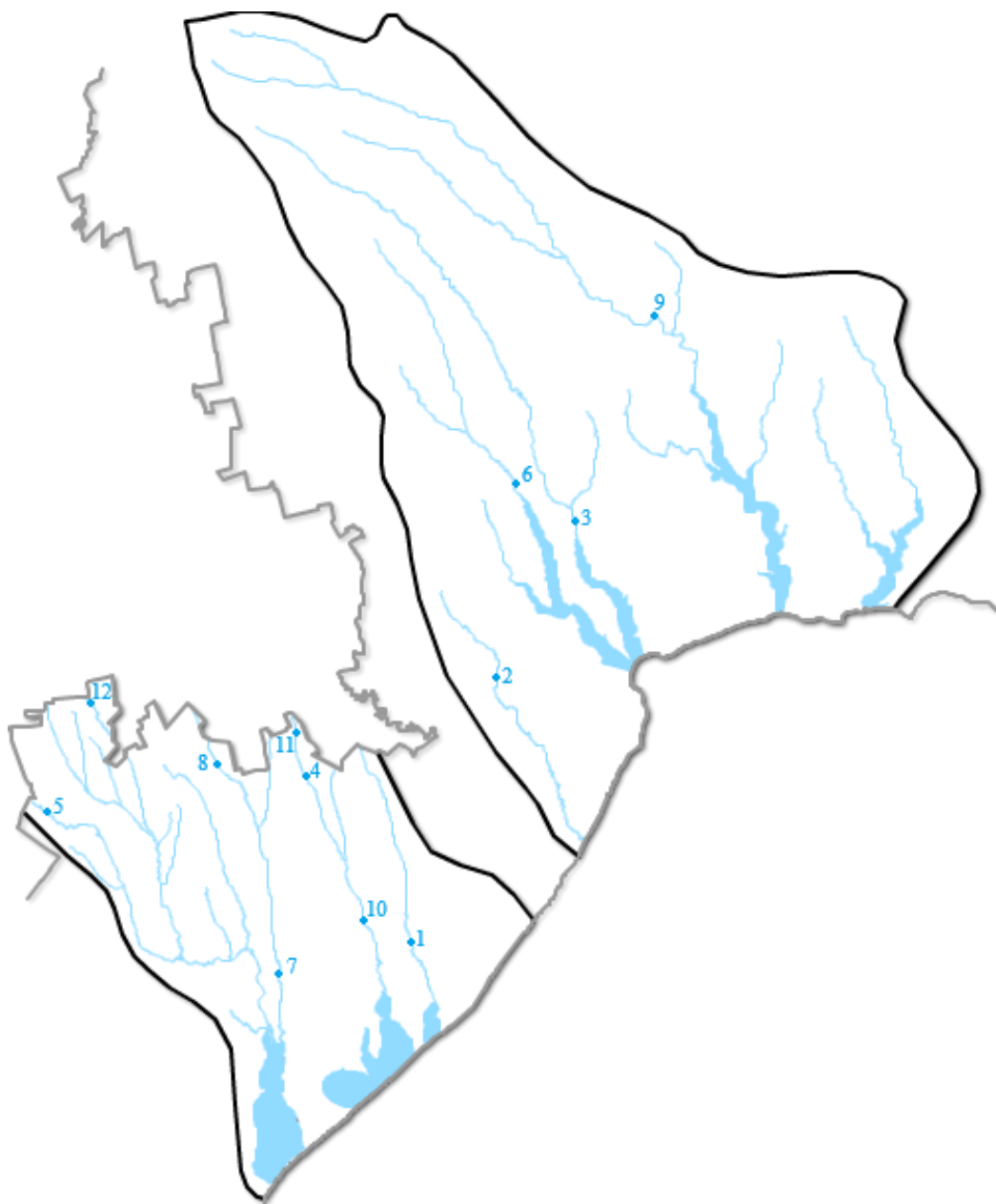


Рисунок 1.5 – Схема розташування гідрохімічних постів на території району басейну річок Причорномор'я.

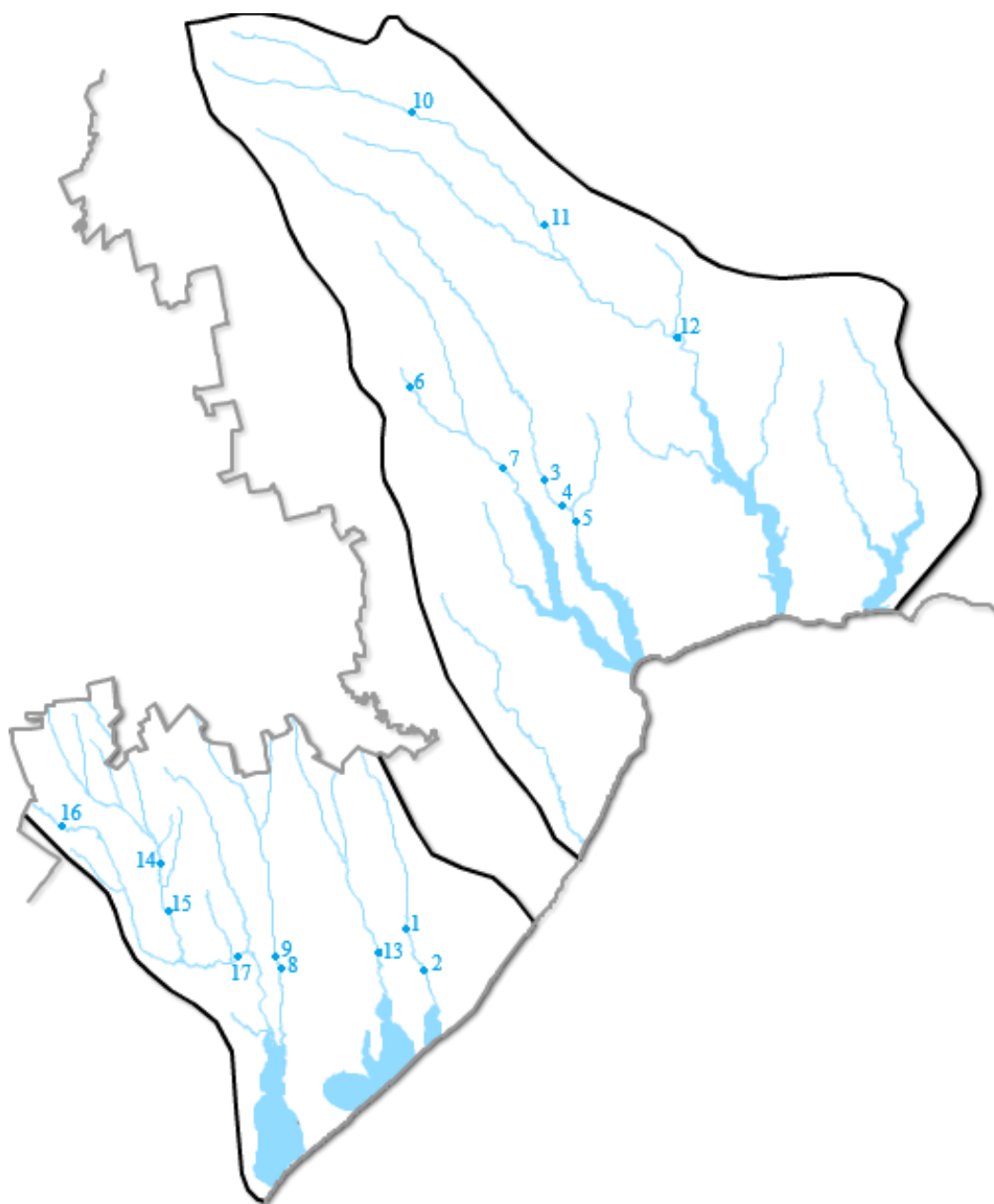


Рисунок 1.6 – Схема розташування гідрологічних постів на території району басейну річок Причорномор'я

Список пунктів гідрохімічних спостережень на таких річках Алкалія, Барабой, В.Куяльник, Каплань, Когильник, М.Куяльник, Сарата, Тилігул, Хаджидер та р. Чага, були завантаженні з офіційного сайту Державного агентства водних ресурсів України ці дані представлені в табл. 1.1. Як добре ілюструю таблиця 1.1, спостереження ведуться на 11 пунктах, але за останні роки наявні дані тільки на 5 з них.

Таблиця 1.1 – Список пунктів гідрохімічних спостережень району басейну річок Причорномор'я

№ з/п	Назва водного об'єкта	Місцезнаходження (назва) поста	F, км ²	Період дії	
				Відкритий	Останній рік спостереження
1	р. Алкалія	с. Широке	653	1994	2019
2	р. Барабой	с. Барабой	652	1994	2018
3	р. В.Куяльник	с. Руська Слобідка	1860	1995	2019
4	р. Каплань	с. Крутоярівка	276	2007	2024
5	р. Когильник	с. Серпневе	3910	1994	2024
6	р. М.Куяльник	с. Бараново	1540	1995	2019
7	р. Сарата	с. Білолісся	1250	1995	2019
8	р. Сарата	с. Міняйлівка	1250	2007	2024
9	р. Тилігул	сmt. Березівка	3369	1995	2019
10	р. Хаджидер	с. Сергіївка	894	1995	2018
11	р. Хаджидер	с. Чистоводне	894	2007	2024
12	р. Чага	с. Петровка	1270	2007	2024

Список пунктів гідрологічних спостережень були отримані з ОГХ том 6 част.1 з початку спостереження до 2020 року представлено в табл. 1.2. Як видно з неї, з початку спостережень, який приходить на 1930-1940 рр., було відкрито 17 гідрологічних постів, але на даний час, на жаль, спостереження ведуться лише на трьох з них р. В.Куяльник – с.Северинівка, р.Сарата-с.Сарата та р. Тилігул-м.Березівка.

Таблиця 1.2 – Список пунктів гідрологічних спостережень району
басейну річок Причорномор'я

№ з/п	Назва водного об'єкта	Місцезнаходження (назва) поста	Код поста	F, км ²	Період дії	
					відкритий	закритий
1	р. Алкалія	с.Мало-Мар'янівка	81013	392	1941	1955
2	р. Алкалія	с.Широке	81463	527	1982	1988
3	р. В.Куяльник	с. Івановка	81334	1320	1945	1955
4	р. В.Куяльник	с. Адамовка	81335	1340	1930	1941
5	р. В.Куяльник	с. Северинівка	81475	1840	1985	Діє
6	р. М.Куяльник	с. Цебриково	-	400	1945	1953
7	р. М.Куяльник	с. Лозоватка	-	1420	1934	1941
8	р. Сарата	с. Сарата	81011	1110	1940	Діє
9	р. Сарата	сmt Михайлівка	-	599	1951	1955
10	р. Тилігул	с. Новоукраїнка	81336	810	1948	1985
11	р. Тилігул	с. Стрюково	-	1480	1932	1941
12	р. Тилігул	м. Березівка	81338	3170	1930	Діє
13	р. Хаджидер	с.Сергіївка	81012	841	1945	1955
14	р. Чага	с.Єлизаветівка		953	1950	1953
15	р. Чага	с.Мирнопілля	81459	1150	1981	1991
16	р. Когильник	с. Романівка	-	975	1941	1956
17	р. Когильник	с.Новосіловка	-	3580	1941	1953

1.6. Основні гідрографічні характеристики

Нижче наведено таблицю, що містить основні гідрографічні характеристики річок басейну Причорномор'я. Ці дані є важливим джерелом інформації для вивчення гідрологічної системи регіону та гідроекологічного стану ручок, дані що наведені в табл. 1.3 отримані з довідника «Основні гідрологічні характеристик» том 6 част.1.

Таблиця 1.3 - Основні гідрографічні характеристики району басейну річок
Причорномор'я

№ з/п	Назва водного об'єкта	Місцезнаходження (назва) поста	Код поста	F, км ²	L, км	H, м	I, ‰	f _л %	f _б %	f _р %
1	р. Алкалія	с.Мало-Мар'янівка	81013	392	46	90	2,5	1	0	75
2	р. Алкалія	с.Широке	-	653	-	-	-	-	-	-
3	р. В.Куяльник	с. Івановка	81334	1320	-	-	-	-	-	-
4	р. В.Куяльник	с. Адамівка	81335	1340	-	-	-	-	-	-
5	р. В.Куяльник	с. Северинівка	81475	1840	-	-	-	-	-	-
6	р. М.Куяльник	с. Цебриково	-	400	-	-	-	-	-	-
7	р. М.Куяльник	с. Лозоватка	-	1420	-	-	-	-	-	-
8	р. Сарата	с. Сарата	81011	1110	87	100	0,8	1	0	70
9	р. Сарата	с.мт Михайлівка	-	599	-	-	-	-	-	-
10	р. Тилігул	с. Новоукраїнка	81336	810	64	170	1,4	<1	0	65
11	р. Тилігул	с. Стрюково	-	1480	-	-	-	-	-	-
12	р. Тилігул	м. Березівка	81338	3170	151	160	0,8	<1	<1	65
13	р. Хаджидер	с.Сергіївка	81012	841	-	-	-	-	-	-
14	р. Чага	с.Єлизаветівка	-	953	-	-	-	-	-	-
15	р. Чага	с.Мирнопілля	-	1150	-	-	-	-	-	-
16	р. Когильник	с. Романовка	-	975	-	-	-	-	-	-
17	р. Когильник	с.Новосілівка	-	3580	-	-	-	-	-	-

Більшість річок що представлені в табл.1.3, які розташовуються в районі басейну річок Причорномор'я відносяться до малих річок, винятком є річки Тилігул та Когильник що відносяться до середніх за гідрографічною класифікацією річок, відповідно до цього найбільшу площу має річка Когильник 3580км², найбільшу довжину та середню висоту має річка Тилігул що становить 152 км та 170м відповідно; найменшу ж площу, довжину та середню висоту має річка Алкалія її площа становить 653км², довжина 46км, а середня висота водозбору 90м. Лісистість, заболоченість та розораність змінюються в залежності від географічного положення басейну річки та водозабезпеченості території. В нашому випадку на водозборах практично відсутній ліс або болота, розораність змінюється в межах 65-75%.

1.7. Водний режим району басейну річок Причорномор'я

Район басейну річок Причорномор'я відноситься до Причорноморської області надзвичайно низької водності, Нижньобузько-Дніпровської області недостатньої водності та Правобережної Дніпровської області достатньої водності (рис. 1.7).

Гідрографічна мережа включає середні та малі річки, такі як Сарата, Чага, Малий Куяльник, Хаджидер, Великий Куяльник, Тилігул, Когильник та інші. Тільки на території Одеської області знаходиться 1134 малих річок і струмків, 15 прісноводних та морських лиманів (найбільші з них: Дністровський, Тилігульський, Хаджибейський, Алібей, Бургас, Будацький, Куяльницький, Кучурганський), 68 водосховищ, 45 озер, включаючи 8 Придунайських озер: Ялпуг, Кугурлуй, Катлабух, Китай, Сасик, Кагул, Картал, Саф'яни [16].

Річки характеризуються широкими долинами, невеликим падінням русел і плавною течією. Водний режим характеризується короткочасним весняним водопіллям, яке проходить у лютому-березні та дощовими паводками – влітку.

Особливістю більшості річок у районі басейну річок Причорномор'я є відсутність сталого підземного живлення. Це пояснюється тим, що водоносні горизонти цих річок, наближаючись до узбережжя Чорного моря, занурюються все глибше, і їх ерозійний вріз у поверхню землі недостатній для дренажу водоносних горизонтів. Таким чином, більшість цих річок пересихає у літні та літньо-осінні місяці [18,19].

На території Одеської області налічується — 64 водосховища, загальною площею понад — 58704 га, з повним об'ємом — 2106,7 млн м³. За цільовим призначенням водосховища в більшій мірі мають комплексне призначення, а також для культурно-побутового використання, риборозведення, господарсько-питного і технічного водопостачання, зрошення, акумуляції стічних вод. На території Миколаївської області побудовано 45 водосховищ загальним об'ємом 357,6 млн. м³ і 1153 ставки, які на 90% розташовані на малих річках. Використовуються ставки, з метою рекреації та риборозведення [20].

Велика кількість річок пересихає. Густота річкової мережі не перевищує 0,08-0,20 км/км². Виняток становить Дунай-Дністровське межиріччя, де густота річкової мережі зростає до 0,30-0,50 км/км² (рис. 1.8). Для ілюстрації сучасного водного режиму річок Причорномор'я побудовані рис.1.9-1.10.

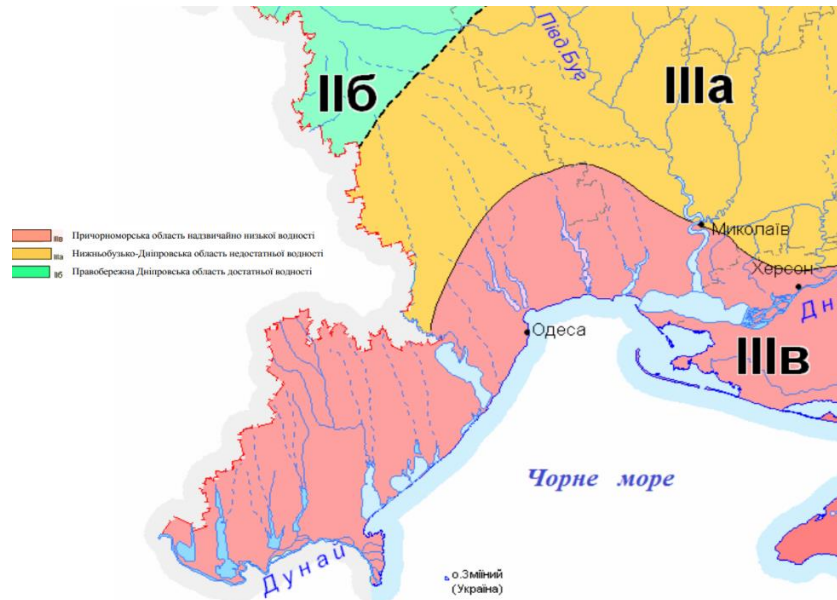


Рисунок 1.7 – Карта-схема гідрологічного районування району басейну річок Причорномор'я [12].

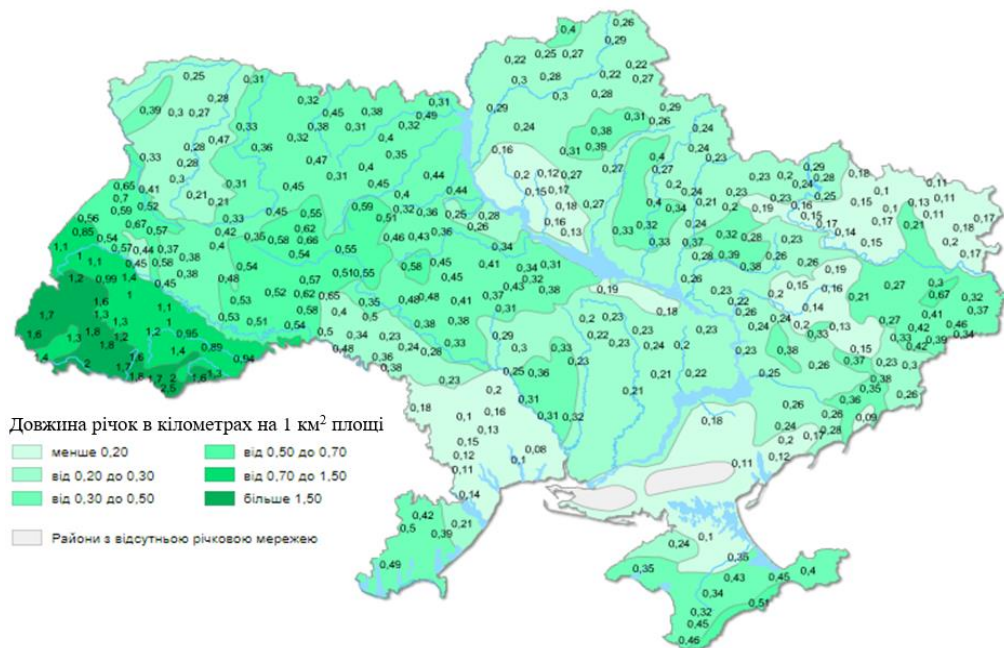


Рисунок 1.8 – Карта розподілу щільності річкової мережі на території України [17].

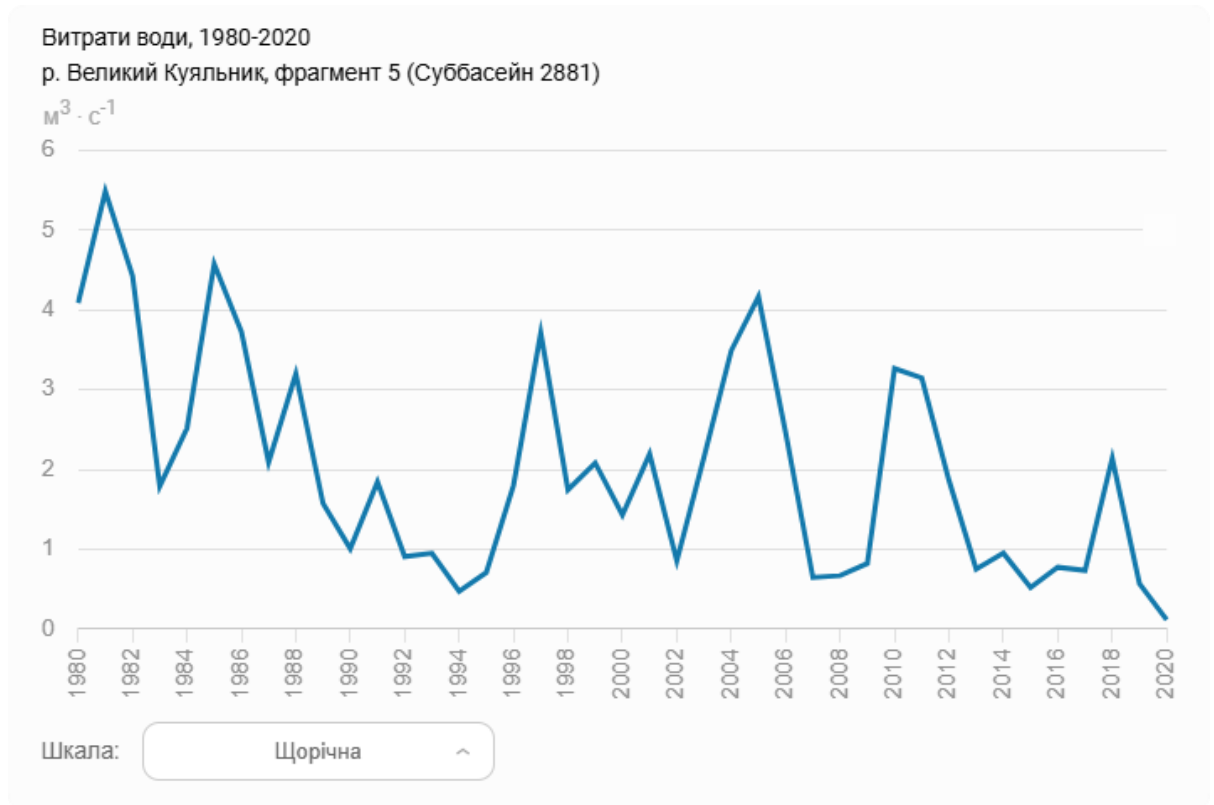


Рисунок 1.9 – Графік щорічних витрат води р.Великий Куяльник [21].

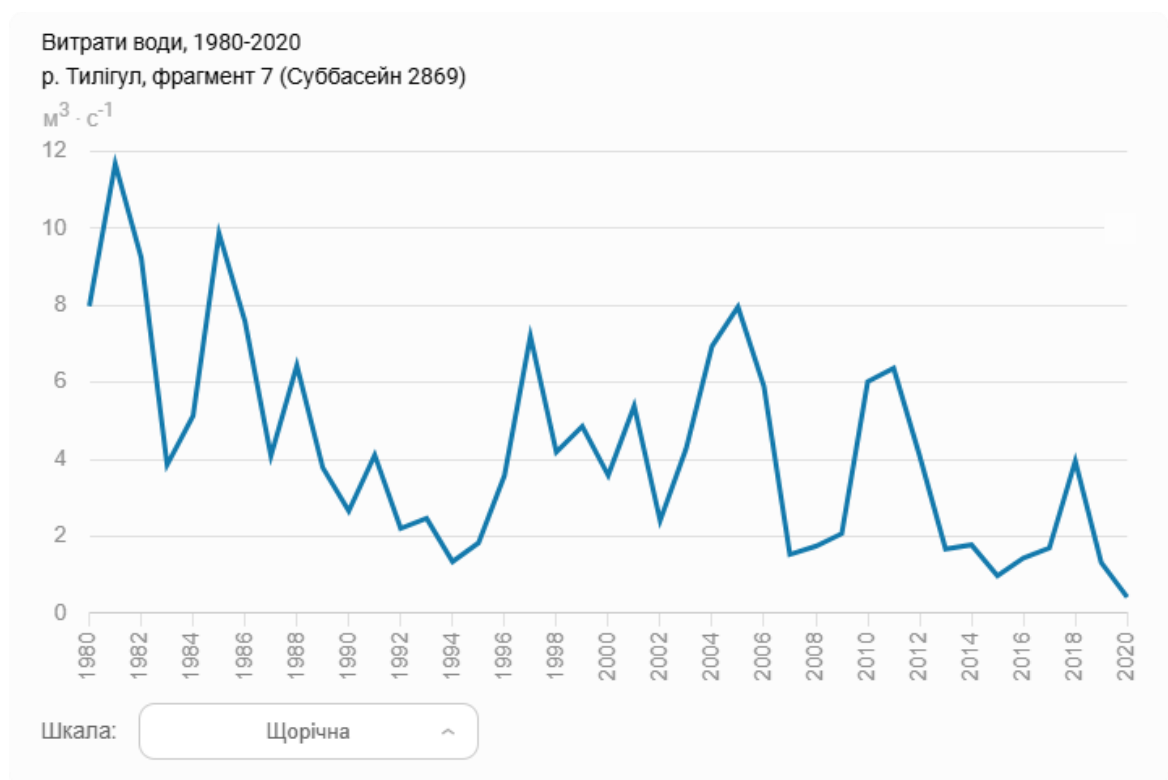


Рисунок 1.9 – Графік щорічних витрат води р.Тилігул [21].

На основі представлених графіків витрат води у річках Тилігул та Великий Куяльник за період 1980–2020 років рис. 1.8 та рис.1.9 відповідно, можна говорити про істотну зміну їхнього водного режиму. В обох річках спостерігається чітка тенденція до зменшення водності. У 1980-х роках витрати води були значно вищими: у Тилігулі вони досягали приблизно $12 \text{ м}^3/\text{с}$, а у Великому Куяльнику – майже $7 \text{ м}^3/\text{с}$. Починаючи з 1990-х років, середні річні витрати поступово знижуються, а після 2005 року вони утримуються на низькому рівні з окремими короткочасними підйомами.

Зниження водності супроводжується збільшенням міжрічної мінливості: річки все частіше демонструють значні коливання витрат води від року до року. Періоди майже повної відсутності стоку чергуються з різкими короткочасними сплесками. Наприклад, у 2005 та 2011 роках були помітні пікові значення, що різко контрастують із сусідніми роками, причинами таких змін можуть бути як кліматичні фактори (зменшення кількості опадів, підвищення температури, зростання випаровування), так і антропогенне навантаження на водозбірні басейни (зрошення, водозабір, зміни у землекористуванні).

2. МОНИТОРИНГ ТА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

2.1. Визначення екологічного стану масиву поверхневих вод.

Згідно наказу Міністерства екології та природних ресурсів України 14 січня 2019 року №5...«Визначення екологічного стану на використанні комплексу біотичних і абіотичних компонентів, властивих водним екосистемам та здійснюється за біологічними, гідро-морфологічними, хімічними та фізико-хімічними показниками, які узагальнено характеризують стан водного об'єкту. Для кожного типу масиву поверхневих вод встановлюються референційні умови, які є початковими величинами для встановлення граничних значень класів і використовуються для визначення екологічного стану масиву поверхневих вод. Для класифікації екологічного стану масиву поверхневих вод використовуються п'ять класів. Для графічного відображення кожен з класів екологічного стану масиву поверхневих вод позначається відповідним кольором:

- I клас екологічного стану – «відмінний» (синій колір);
- II клас екологічного стану – «добрий» (зелений колір);
- III клас екологічного стану – «задовільний» (жовтий колір);
- IV клас екологічного стану – «поганий» (помаранчевий колір);
- V клас екологічного стану – «дуже поганий» (червоний колір).

Класифікація екологічного стану розробляється для кожного типу масиву поверхневих вод окремо, тобто є типоспецифічною. Типоспецифічна класифікація розробляється для біологічних, гідроморфологічних, хімічних та фізико-хімічних показників. Під час розроблення типоспецифічної класифікації на основі екологічного нормативу якості води встановлюються граничні значення для класів екологічного стану масиву поверхневих вод:

- для біологічних показників – для п'яти класів, що відповідають екологічним станам «відмінний», «добрий», «задовільний», «поганий» та «дуже поганий»;

- для хімічних та фізико-хімічних показників – для трьох класів, що відповідають екологічним станам «відмінний», «добрий» та «задовільний»;
- для специфічних синтетичних та несинтетичних забруднюючих речовин у межах хімічних та фізико-хімічних показників – для двох класів, що відповідають екологічним станам «добрий» та «задовільний»»[1,2].

2.2. Порядок здійснення державного моніторингу вод

Державний моніторинг вод здійснюється «з метою забезпечення збирання, обробки, збереження, узагальнення та аналізу інформації про стан водних об'єктів, прогнозування його змін та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень у галузі використання, охорони вод та відтворення водних ресурсів» [2].

З 2019 р. в Україні запроваджено європейські підходи щодо здійснення моніторингу вод відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви [3]. А саме, Постановою Кабінету Міністрів України від 19.09.2018 р. № 785 затверджено новий Порядок здійснення державного моніторингу вод [2].

Залежно від цілей та завдань державного моніторингу вод «встановлюються наступні процедури:

- діагностичного моніторингу масивів поверхневих та підземних вод;
- операційного моніторингу масивів поверхневих та підземних вод;
- дослідницького моніторингу масивів поверхневих вод;
- моніторингу морських вод.

Діагностичний, операційний та дослідницький моніторинг здійснюється за басейновим принципом» [2].

Нова система моніторингу вод передбачає шестирічний цикл моніторингу та класифікацію стану вод на 5 класами екологічного стану і 2 класами хімічного стану. Для здійснення державного моніторингу вод підготовлено відповідні програми державного моніторингу вод, а саме програма:

- діагностичного моніторингу для басейнів Дністра, Дунаю, Вісли, Дону, річок Приазов'я, річок Причорномор'я, Південного Бугу та ін.
- операційного моніторингу поверхневих вод;
- державного моніторингу прибережних та морських вод Чорного та Азовського морів [2].

Діагностичний моніторинг допомагає дізнатись на скільки антропогенна діяльність вплинула на кількісний та якісний стан води водного об'єкту. На його основі будуть розробляться заходи для досягнення «доброго екологічного стану» та «доброго хімічного стану» вод. Це один із найважливіших етапів розробки планів управління річковими басейнами [5].

Операційний моніторинг здійснюється для водойм, де існує ризик недосагнення доброго екологічного стану вод чи щороку здійснюється забір води для питних і побутових потреб населення (в середньому більше ніж 100 м³/добу). Такі дослідження проводяться щороку в період між заходами діагностичного моніторингу за специфічними показниками річкового басейну та показниками діагностичного моніторингу, які показали ризик недосагнення доброго екологічного стану вод [2].

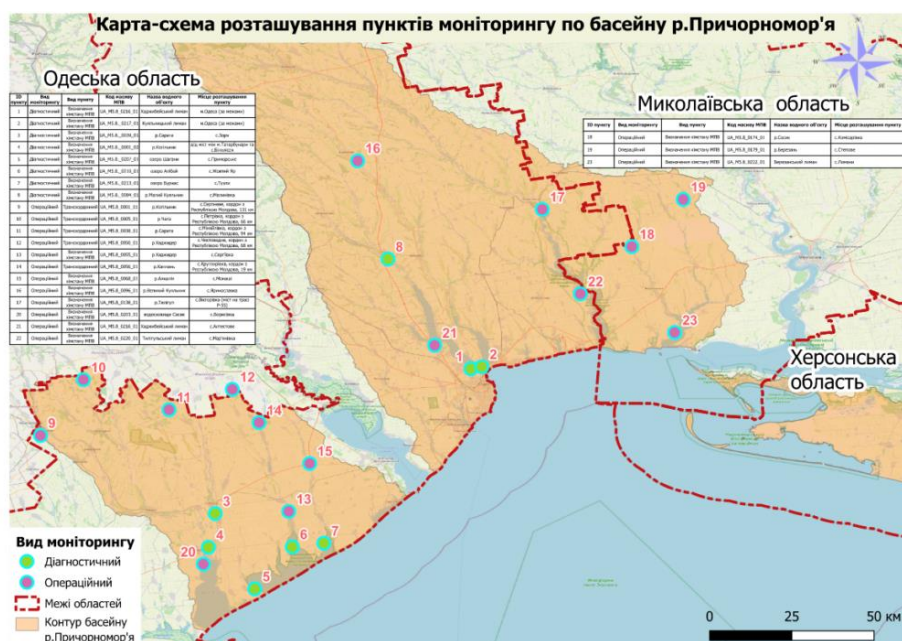


Рисунок 2.1 – Карта-схема розташування пунктів моніторингу по басейну річок Причорномор'я <https://surl.lu/wckixp>

Всі результати досліджень висвітлюються у відкритому доступі на онлайн мапі «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України» (рис.2.2), на якій наносяться мітки різних кольорів відповідно до екологічного стану водойми. Онлайн система надає інформацію щодо:

- водного об'єкта, на якому проводиться моніторингу вод;
- показників, за якими проводяться дослідження;
- періодичності здійснення вимірювань;
- лабораторій, які здійснюють відбір проб та проводять вимірювання.

Державний моніторинг водних ресурсів в Україні відіграє важливу роль у забезпеченні сталого використання та охорони водних об'єктів. Ця система дозволяє не тільки збирати та аналізувати дані про стан вод, але й прогнозувати можливі зміни, що сприяє розробці ефективних стратегій управління водними ресурсами. Для забезпечення виконання вимірювань пріоритетних забруднюючих речовин здійснюється облаштування 4 базових лабораторій – Західного, Східного, Північного та Південного регіонів [3].



Рисунок 2.2 – Інтерактивна карта «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України» [4].

3 ОБРОБКА ДАНИХ МОНІТОРИНГУ ТА ОЦІНКИ С ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ РІЧОК ПРИЧОРНОМОР'Я

Для ефективного вирішення проблем екологічного стану водних ресурсів України необхідно систематично збирати та аналізувати великий обсяг даних, що стосуються якості води, кількості водних запасів, рівня забруднення та інших показників, що відображають стан водних екосистем. Обчислення цих даних відіграє важливу роль у формуванні об'єктивної картини стану водних ресурсів та визначенні стратегій подальшого управління ними.

Для початку, зібрані дані з різних джерел, таких як спостереження на метеорологічних станціях, гідрологічних вимірах на річках, результати хімічного аналізу води та інші, піддаються обробці та агрегації. Після цього проводиться комплексний аналіз отриманих даних, що дозволяє визначити основні тенденції у зміні стану водних ресурсів на різних територіях України. Враховуючи різноманітні аспекти, такі як сезонність, вплив людської діяльності та природних факторів, формуються моделі прогнозування майбутнього стану водних екосистем.

3.1. Методи отримання даних моніторингу

Методи отримання даних моніторингу водних ресурсів включають різноманітні техніки та інструменти, що дозволяють здійснювати спостереження, збирати інформацію та вимірювати показники якості та кількості води. Наприклад, використовуючи інтерактивну карту «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України» (рис. 2.2), можна отримати дані моніторингу за певний період спостережень у певному районі річкового басейну та використати їх в подальших розрахунках. Ця інтерактивна карта надає можливість отримати доступ до різноманітної інформації про стан водних ресурсів, включаючи дані про якість води, рівень забруднення, гідрологічні показники та інші параметри. Крім того, вона дозволяє проводити аналіз даних за різними періодами часу [32].

3.2. Обчислення перевищення ГДК на річка району басейну річок Причорномор'я

Завантаживши дані звітності для району басейну річок Причорномор'я у формі таблиць, з архіву державного агентства водних ресурсів України використовуючи прості математичні формули та данні норми ГДК що також були отримані з офіційного сайту державного агентства водних ресурсів України були розраховані таблиці 3.1 – 3.12, де було розраховано кратне перевищення норми ГДК для постів на річках і позначено згідно кольорів, які представлені на рис.3.1

Кратні перевищення норм рази
до 2
до 3
до 4
до 5
більше 5

Рисунок 3.1- Умовні позначення для таблиць 3.1-3.12

Гранично допустима концентрація хімічних речовин у воді в мг/дм³ визначається нормативними документами та стандартами:

Азот загальний: Не відомо;

Амоній-іони: 0,5 мг/дм³;

Біохімічне споживання кисню за 5 діб: 3 мгО₂/дм³;

Завислі (суспендовані) речовини: 15 мг/дм³;

Кисень розчинений: 4 мгО₂/дм³;

Нітрат-іони: 40 мг/дм³;

Нітрит-іони: 0,08 мг/дм³;

Сульфат-іони: 100 мг/дм³;

Фосфат-іони (поліфосфати): 3,5 мг/дм³;

Хлорид-іони: 300 мг/дм³.

Таблиця 3.1 – Розрахунок перевищення ГДК по посту: р. Алкалія, 7 км, с. Широке.

По посту: р. Алкалія, 7 км, с. Широке									
Значення	Показники перевищення норм ГДК								
	Амоній-іони, мг/дм ³	Біохімічне споживання кисню за 5 діб, мгО ₂ /дм ³	Завислі (суспендовані) речовини, мг/дм ³	Кисень розчинений, мгО ₂ /дм ³	Нітрат-іони, мг/дм ³	Нітриг-іони, мг/дм ³	Сульфат-іони, мг/дм ³	Фосфат-іони (поліфосфати), мг/дм ³	Хлорид-іони, мг/дм ³
дата									
27.05.1994	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,5	0,0	0,9
19.07.1994	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,4	0,0	0,4
16.01.1995	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,2	0,0	0,4
13.07.1995	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	0,0	0,8
06.09.1995	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	1,2
04.01.1996	0,0	0,0	4,0	0,0	0,1	0,3	6,4	0,0	1,4
04.04.1996	0,0	0,0	5,3	0,0	0,2	1,9	6,0	0,0	1,3
05.07.1996	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	5,1	0,0	0,9
24.02.1997	0,0	0,0	4,7	0,0	0,1	0,4	8,9	0,0	1,4
20.07.1997	0,0	0,0	7,2	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	1,1
22.09.1997	0,0	0,0	10,4	0,0	0,1	37,0	3,3	0,0	0,7
13.04.1998	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	9,9	7,3	0,0	1,5
15.06.1998	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	8,4	0,0	2,0
19.01.1999	0,0	0,0	7,5	0,0	0,1	1,1	9,2	0,0	1,6
26.03.2001	0,3	0,0	5,9	2,9	0,1	0,4	8,6	0,0	1,8
18.06.2001	0,5	0,5	2,0	1,8	0,0	0,3	8,0	0,1	1,9
20.01.2004	0,0	2,7	3,2	5,1	0,7	0,3	8,8	0,1	1,7
17.05.2004	0,4	0,6	2,0	3,1	0,0	1,4	8,0	0,0	1,4
05.07.2004	0,6	0,9	4,1	1,0	0,0	1,1	13,9	0,0	9,6
26.05.2005	0,0	1,1	2,1	0,0	0,1	1,5	8,1	0,2	1,9
12.08.2005	6,0	8,4	5,3	0,3	0,0	0,4	15,8	0,0	2,2
10.11.2005	1,2	0,7	3,5	0,8	0,0	1,9	12,0	0,0	11,1
10.03.2006	0,0	1,9	4,5	2,6	0,1	6,3	6,4	0,0	5,6
17.05.2006	2,4	1,4	4,1	2,6	0,0	0,0	10,9	0,0	9,4
06.07.2006	1,2	0,7	9,6	1,2	0,0	0,0	9,2	0,1	9,2
20.10.2006	0,1	1,0	2,9	1,6	0,1	1,9	11,2	0,1	10,4
09.02.2007	0,2	1,3	1,1	2,5	0,3	0,5	7,7	0,0	7,9
22.05.2007	0,0	2,0	13,9	1,6	0,7	0,2	39,6	0,1	24,1
27.08.2007	4,9	14,3	6,2	0,1	0,2	2,6	21,5	0,1	15,2
15.11.2007	0,0	1,0	4,5	2,2	0,0	0,0	15,3	0,1	12,3
11.02.2008	0,0	3,5	4,5	4,5	0,1	0,4	10,1	0,0	9,1
07.05.2008	1,2	0,6	22,1	1,8	0,1	0,0	10,4	0,0	9,4
21.08.2008	2,4	7,5	2,1	0,3	0,0	0,3	7,1	0,2	6,3
14.11.2008	0,3	0,7	3,3	2,5	0,0	0,5	10,5	0,0	9,9
25.05.2009	0,0	1,0	16,7	1,8	0,1	0,0	11,7	0,0	8,9
02.03.2010	0,4	13,9	6,7	0,3	0,3	41,3	13,2	0,1	10,5

Продовження таблиці 3.1

31.05.2010	1,6	0,5	3,5	1,6	0,1	2,0	6,8	0,1	7,6
05.11.2010	1,4	2,8	2,9	0,4	0,0	0,0	10,0	0,0	9,9
23.03.2011	0,0	1,8	7,7	2,6	0,4	1,6	14,0	0,0	10,9
19.05.2011	4,8	0,9	12,7	0,8	0,0	0,0	10,0	0,3	10,0
12.09.2011	3,9	0,8	12,0	0,8	0,0	0,0	7,3	0,2	10,0
17.11.2011	0,3	0,7	3,6	2,5	0,0	0,5	10,5	0,0	9,9
28.03.2013	0,0	0,0	5,0	3,4	0,0	2,0	17,7	0,0	12,2
24.05.2013	2,4	22,4	51,1	0,2	0,0	0,0	16,4	0,0	15,1
26.02.2014	1,2	1,7	4,1	3,1	0,0	0,0	9,2	0,0	8,8
26.05.2014	1,2	16,1	16,7	0,3	0,0	5,4	11,3	0,3	11,0
19.02.2015	0,0	1,4	1,9	3,6	0,6	0,6	10,5	0,1	2,1
14.05.2015	1,1	1,9	11,8	1,9	0,0	0,0	12,1	0,0	2,1
10.02.2016	0,0	1,4	1,4	3,0	0,3	1,1	11,8	0,0	10,3
19.05.2016	0,0	0,5	6,1	1,6	0,1	2,0	10,7	0,0	2,2
10.08.2016	3,4	0,5	1,9	1,4	0,3	1,5	10,9	0,1	2,5
01.11.2016	0,3	2,3	15,7	2,8	0,1	1,1	7,9	0,4	11,0
16.02.2017	0,3	1,5	2,9	2,2	0,1	0,5	11,8	0,0	10,6
17.05.2017	4,0	1,9	12,9	1,7	0,1	1,3	10,8	0,0	10,1
18.07.2017	1,0	0,7	11,8	0,9	0,1	1,3	15,4	0,0	12,6
18.08.2017	0,4	0,8	2,9	1,9	0,1	2,8	9,7	0,0	9,9
03.11.2017	0,4	2,1	4,5	2,3	0,1	2,8	11,0	0,1	2,2
15.02.2018	1,6	1,0	2,4	2,2	0,2	0,5	12,3	0,0	2,1
16.05.2018	1,4	3,8	9,7	1,3	0,2	6,2	12,7	0,0	2,2
17.07.2018	0,0	0,8	3,8	1,1	0,1	0,0	11,4	0,0	2,4
14.08.2018	0,0	29,3	6,2	0,2	0,1	0,5	9,0	0,1	2,3
07.11.2018	1,1	1,2	12,4	1,9	0,2	1,4	11,8	0,3	2,4
13.02.2019	2,0	0,5	4,7	2,3	0,0	0,1	11,4	0,0	2,4

Таблиця 3.2 – Розрахунок перевищення ГДК по посту: р. Барабой, 17 км, с. Барабой, Санжинське вдсх., н/б'єф.

Значення	По посту: р. Барабой, 17 км, с. Барабой, Санжинське вдсх., н/б'єф								
	Показники перевищення норм ГДК								
дата	Амоній-іони, мг/дм ³	Біохімічне споживання кисню за 5 діб, мгО ₂ /дм ³	Завислі (суспендовані) речовини,	Кисень розчинений, мгО ₂ /дм ³	Нітрат-іони, мг/дм ³	Нітрит-іони, мг/дм ³	Сульфат-іони, мг/дм ³	Фосфат-іони (поліфосфати), мг/дм ³	Хлорид-іони, мг/дм ³
01.03.1994	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3	0,0	1,8
27.05.1994	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	2,3	0,0	1,1
19.07.1994	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	3,3	0,0	0,6
16.01.1995	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	0,0	1,7
13.03.1995	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,6	0,0	2,0
29.05.1995	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,8

Подовження таблиці 3.2

31.05.1995	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	0,0	0,7
13.07.1995	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8	3,4	0,0	1,7
06.09.1995	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,7	0,0	0,4
13.03.1996	0,0	2,4	0,0	2,7	0,2	2,6	12,5	0,0	1,9
18.04.1996	0,0	0,0	18,0	0,0	0,1	12,5	13,5	0,0	2,2
23.04.1997	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,1	0,0	1,9
13.05.1997	0,0	0,5	1,8	0,0	0,0	0,3	2,5	0,0	0,5
31.03.1998	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,2	0,0	2,3
16.04.1998	0,0	2,2	0,0	0,0	0,1	1,8	7,1	0,0	1,2
27.04.1998	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	0,0	1,0
15.06.1998	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	0,9
24.03.1999	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,1	0,0	2,0
23.02.2005	0,4	0,8	1,1	3,0	0,9	1,9	20,7	0,0	2,0
26.05.2005	0,2	1,8	1,2	1,7	0,0	1,8	9,7	0,0	1,9
17.08.2005	2,0	1,1	2,0	1,0	0,1	2,3	9,2	0,1	1,4
10.11.2005	4,6	2,0	1,9	1,7	0,1	4,1	14,8	0,1	2,1
10.03.2006	0,8	1,3	2,5	2,7	0,4	0,6	10,4	0,1	1,5
15.03.2006	0,0	0,8	0,7	3,2	0,5	0,8	13,8	0,2	1,9
25.03.2013	0,0	1,0	2,8	1,7	0,5	0,0	16,3	0,0	1,7
16.05.2013	0,5	0,4	5,5	1,2	0,0	0,4	7,4	0,0	1,2
11.07.2013	1,4	0,9	37,4	0,8	0,0	0,0	9,8	0,0	1,4
02.12.2013	0,0	0,7	196,4	1,6	0,1	1,0	15,7	0,0	1,2
24.02.2014	0,0	0,4	1,8	1,8	0,4	1,0	15,8	0,0	1,9
10.06.2014	2,0	3,5	3,1	0,5	0,0	0,7	7,8	0,1	0,7
04.08.2014	0,0	26,7	4,0	0,9	0,0	0,0	2,3	0,1	0,4
01.12.2014	0,0	1,2	2,5	2,8	0,2	1,2	11,3	0,0	1,5
05.01.2015	0,0	1,1	2,7	3,0	0,5	0,0	11,6	0,0	1,6
05.05.2015	0,0	1,0	2,5	0,8	0,2	6,6	17,2	0,0	2,0
27.07.2015	2,6	0,7	1,9	0,8	0,0	0,0	6,9	0,6	1,0
05.10.2015	3,3	0,4	1,5	1,0	0,0	1,8	12,4	0,1	0,9
18.02.2016	0,0	0,9	1,0	1,9	0,5	1,5	12,0	0,0	1,7
19.05.2016	0,0	1,3	3,3	1,2	0,1	2,5	13,9	0,1	1,8
18.07.2016	1,8	2,8	6,9	2,1	0,0	0,0	4,9	0,1	0,7
27.10.2016	0,0	2,2	2,8	1,8	0,1	2,0	10,7	0,0	1,6
15.03.2017	1,1	3,2	1,3	2,4	0,4	1,8	12,9	0,0	1,9
29.05.2017	1,0	4,5	2,3	1,0	0,0	1,9	14,1	0,1	2,0
26.07.2017	2,4	0,6	2,9	0,8	0,0	0,5	4,6	0,1	0,9
17.10.2017	5,7	4,6	1,5	1,4	0,0	0,0	7,4	0,2	0,9
22.03.2018	4,2	2,2	1,5	1,4	0,0	0,0	7,4	0,1	0,9
17.04.2018	0,0	1,6	0,7	1,2	0,3	4,9	11,5	0,0	1,9
11.07.2018	3,0	13,3	6,5	0,1	0,0	0,0	7,0	0,2	0,8
23.10.2018	2,2	0,9	2,7	1,1	0,0	2,6	10,2	0,1	1,4

Таблиця 3.3 – Розрахунок перевищення ГДК по посту: р. В.Куяльник, 8,2 км, с. Руська Слобідка.

По посту: р. В.Куяльник, 8,2 км, с. Руська Слобідка									
Значення	Показники перевищення норм ГДК								
	Амоній-іони, мг/дм ³	Біохімічне споживання кисню за 5 діб, мгО ₂ /дм ³	Завислі (суспендовані) речовини,мг/д м ³	Кисень розчинений, мгО ₂ /дм ³	Нітрат-іони, мг/дм ³	Нітриг-іони, мг/дм ³	Сульфат-іони, мг/дм ³	Фосфат-іони (поліфосфати), мг/дм ³	Хлорид-іони, мг/дм ³
дата									
16.01.1995	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	18,7	0,0	0,4
09.06.1995	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	1,5	7,7	0,0	0,5
15.09.1995	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,8	0,0	0,7
11.03.1996	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,4	1,8	0,0	0,4
18.04.1996	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0	1,6	1,8	0,0	0,3
03.07.1996	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	1,2
16.01.1997	0,0	0,0	7,9	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,9
23.06.1997	0,0	0,0	8,1	0,0	0,0	0,4	2,2	0,0	1,0
20.09.1997	0,0	0,0	8,6	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,8
27.07.1998	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,0	0,0	0,9
18.04.1999	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0	1,6	1,8	0,0	0,3
27.03.2000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,1	0,0	0,7
27.08.2000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	2,2	0,0	0,8
30.10.2000	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	1,1
07.02.2001	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	1,2	0,0	0,7
23.05.2001	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,8
15.08.2001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	2,9	0,0	0,6
26.11.2001	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	1,3	0,0	0,8
01.03.2002	0,5	1,2	0,0	0,0	0,0	5,0	3,6	0,0	0,6
08.05.2002	0,5	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,7
17.03.2004	0,5	2,7	3,1	4,4	0,0	0,2	2,0	0,0	0,6
28.05.2004	0,0	0,0	1,2	3,9	0,0	0,0	3,8	0,1	1,3
04.08.2004	1,1	2,9	4,0	2,8	0,0	0,0	3,2	0,0	3,6
23.02.2005	1,1	2,0	2,3	1,5	0,0	0,9	1,8	0,1	0,4
17.08.2005	6,4	6,6	4,5	0,1	0,0	0,0	2,7	0,3	0,4
10.11.2005	6,2	3,0	6,1	2,8	0,0	0,3	4,8	0,0	4,4
15.03.2006	0,9	0,9	2,0	3,0	0,6	0,4	10,8	0,0	10,7
25.05.2006	1,4	1,8	4,8	1,4	0,1	2,7	7,1	0,2	8,6
17.08.2006	0,3	2,4	5,3	1,5	0,0	0,0	16,8	0,3	15,1
14.02.2007	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,9	8,9	0,0	12,2
13.08.2008	0,6	0,3	2,8	0,6	0,0	0,0	6,7	0,0	5,9
11.11.2008	0,0	0,7	3,2	2,3	4,0	0,6	18,9	0,2	17,2
09.04.2010	0,8	3,8	7,2	3,3	0,0	2,6	13,9	0,0	3,5
06.06.2011	2,0	0,6	4,3	0,7	0,4	5,4	14,4	0,2	15,2
15.08.2011	1,9	0,7	5,0	0,8	0,5	11,4	7,3	0,1	12,8
17.11.2011	0,0	0,7	3,2	1,8	0,4	0,6	18,9	0,2	17,2
06.03.2012	2,4	2,0	3,8	2,2	0,1	0,6	1,2	0,2	1,9

Продовження таблиці 3.3

18.04.2012	1,0	0,6	2,4	2,2	0,1	0,0	4,4	0,0	5,5
13.03.2013	1,1	0,8	1,3	2,5	0,6	0,5	17,0	0,0	12,3
27.05.2013	3,3	3,1	3,8	0,0	0,1	0,0	16,8	0,0	15,9
18.07.2013	0,4	9,5	10,8	1,6	0,0	0,0	5,5	0,2	6,2
03.12.2013	0,0	0,3	5,0	0,9	0,0	0,0	15,2	0,0	12,4
25.02.2014	0,0	3,8	6,9	2,8	0,1	0,0	12,3	0,0	10,0
18.04.2014	0,0	0,8	1,3	1,8	0,1	0,0	11,0	0,0	11,5
18.07.2014	3,0	45,3	6,9	0,1	0,0	0,0	11,4	0,0	12,0
20.10.2014	2,4	4,6	4,5	0,9	0,0	0,0	10,8	0,0	11,4
22.01.2015	2,0	5,1	2,7	1,3	0,1	0,0	3,9	0,2	3,5
17.04.2015	1,1	1,8	2,1	2,7	1,0	3,1	10,4	0,0	10,3
21.07.2015	1,6	5,0	3,8	0,3	0,0	0,0	19,1	1,9	18,2
13.10.2015	0,0	8,3	3,1	0,9	0,0	0,0	54,7	0,0	5,9
11.03.2016	0,6	2,2	1,7	3,0	0,5	5,8	11,2	0,1	11,1
18.04.2016	0,0	0,7	0,1	0,9	0,0	5,4	9,7	0,0	3,0
19.07.2016	0,7	1,9	7,0	0,5	0,0	0,0	10,4	0,2	3,0
25.10.2016	2,0	1,1	2,5	1,8	0,0	0,0	11,4	0,3	13,2
01.03.2017	2,0	1,1	1,1	1,0	0,6	2,5	4,0	0,4	4,1
12.04.2017	1,2	0,9	1,2	1,7	0,5	1,3	14,3	0,0	14,9
03.07.2017	2,0	3,2	5,1	0,5	0,0	0,0	22,4	0,3	20,2
19.10.2017	5,4	2,2	6,0	1,7	0,2	0,0	22,7	0,0	4,5
14.03.2018	1,2	0,2	0,5	0,8	0,9	9,8	13,4	0,1	2,5
12.04.2018	0,5	1,5	1,7	2,0	0,8	2,0	15,7	0,0	3,2
17.07.2018	4,0	6,7	4,1	0,0	0,1	0,0	19,5	0,3	4,4
13.02.2019	0,0	1,1	2,5	1,8	0,0	0,0	18,9	0,7	3,7

Таблиця 3.4 – Розрахунок перевищення ГДК по посту: р. Каплань, 19 км, с. Крутоярівка, кордон з Молдовою.

По посту: р. Каплань, 19 км, с. Крутоярівка, кордон з Молдовою										
Значення	Показники перевищення норм ГДК									
	Азот загальний, мг/дм ³	Амоній-іони, мг/дм ³	Біохімічне споживання кисню за 5 діб, мґО ₂ /дм ³	Завислі (суспендовані) речовини, мґ/дм ³	Кисень розчинений, мґО ₂ /дм ³	Нітрат-іони, мґ/дм ³	Нітрит-іони, мґ/дм ³	Сульфат-іони, мґ/дм ³	Фосфат-іони (поліфосфати), мґ/дм ³	Хлорид-іони, мґ/дм ³
Дата										
09.02.2007	-	0,0	2,2	3,5	3,6	1,5	2,5	10,4	0,0	8,5
22.05.2007	-	0,0	1,4	3,1	1,9	0,9	5,1	11,1	0,1	8,5
27.08.2007	-	3,8	0,8	6,2	0,8	0,6	0,9	7,0	0,1	6,6
15.11.2007	-	0,0	0,3	8,3	2,2	1,8	3,8	11,7	0,1	9,1
11.02.2008	-	0,0	2,5	3,3	3,5	1,3	3,1	11,7	0,0	9,0
07.05.2008	-	0,0	0,7	25,1	4,6	1,0	5,6	11,1	0,0	8,7

Продовження таблиці 3.4

21.08.2008	-	0,0	0,9	6,3	1,0	0,4	5,6	11,3	0,1	9,2
14.11.2008	-	0,4	0,4	5,7	1,9	1,3	7,5	11,2	0,1	9,0
10.03.2009	-	0,0	0,6	7,8	1,7	0,3	0,6	9,7	0,0	8,2
28.05.2009	-	0,4	1,3	11,7	1,8	0,7	4,4	6,1	0,1	6,5
26.08.2009	-	0,0	3,5	6,6	0,2	1,2	0,0	5,9	0,1	6,7
09.11.2009	-	2,8	2,0	9,1	1,9	0,7	250,0	10,1	0,1	8,1
02.03.2010	-	0,0	4,6	20,7	0,3	2,5	6,9	12,7	0,1	9,7
31.05.2010	-	0,8	4,0	23,2	0,9	1,1	18,5	10,5	0,1	8,5
16.08.2010	-	0,0	2,6	17,6	0,2	1,0	4,5	6,3	0,1	6,3
05.11.2010	-	1,9	0,7	4,3	1,9	2,4	4,0	10,6	0,1	8,3
22.03.2011	-	3,3	11,1	8,0	0,1	0,0	0,0	8,2	0,0	7,6
23.03.2011	-	0,0	1,6	8,1	2,8	1,4	4,8	12,3	0,0	9,4
19.05.2011	-	1,0	11,2	9,3	0,2	0,4	2,4	4,8	0,1	5,4
12.09.2011	-	0,0	3,5	6,5	0,2	1,2	0,0	4,9	0,1	6,7
10.10.2011	-	0,0	1,0	7,9	0,9	0,8	0,0	8,7	0,0	7,4
15.05.2012	-	1,6	42,7	9,5	0,2	0,3	17,5	6,3	0,0	6,1
14.08.2012	-	5,3	1,7	20,6	1,6	0,4	3,4	5,4	0,2	6,4
30.11.2012	-	0,9	5,4	27,8	1,0	2,3	15,0	9,8	0,0	8,2
29.03.2013	-	0,0	0,9	2,8	3,2	1,7	3,9	17,1	0,0	11,0
24.05.2013	-	0,7	0,5	2,7	0,6	0,5	16,3	7,3	0,0	7,1
26.07.2013	-	4,8	4,1	14,4	0,2	0,3	8,3	11,7	0,0	8,5
08.11.2013	-	0,0	0,4	25,3	1,5	1,8	4,7	11,0	0,0	8,3
26.02.2014	-	0,0	0,7	4,9	1,9	1,8	4,1	14,0	0,1	10,5
26.05.2014	-	1,2	0,6	29,3	0,7	1,3	16,3	9,9	0,2	8,5
02.09.2014	-	1,0	5,7	6,5	0,2	0,0	1,7	5,9	0,2	6,5
14.11.2014	-	0,0	1,7	12,4	1,1	1,2	8,6	9,5	0,0	8,2
19.02.2015	-	0,0	1,4	3,7	2,3	1,3	2,7	15,4	0,1	1,4
14.05.2015	-	0,7	0,5	14,1	0,6	1,7	2,4	8,9	0,0	7,8
07.08.2015	-	2,2	19,4	12,5	0,5	0,3	3,8	5,5	0,1	6,1
23.10.2015	-	2,4	1,9	7,7	1,6	0,1	0,0	17,9	0,0	2,0
10.02.2016	-	0,0	1,1	2,3	3,4	2,0	2,1	13,2	0,0	10,4
16.05.2016	-	0,4	0,6	4,5	1,5	0,9	9,3	9,0	0,0	0,9
10.08.2016	-	1,2	1,1	1,7	1,0	1,1	7,3	10,7	0,1	1,0
01.11.2016	-	0,0	0,5	36,9	2,4	2,6	5,1	11,2	0,3	9,2
16.02.2017	-	0,0	1,3	4,7	2,2	2,3	2,9	11,5	0,0	9,3
01.06.2017	-	0,8	7,3	18,1	1,1	1,5	9,8	8,7	0,1	7,7
18.08.2017	-	0,4	1,4	2,8	2,1	0,6	1,0	5,0	0,1	5,7
03.11.2017	-	0,9	0,4	7,8	1,6	2,4	5,6	11,1	0,1	0,9
15.02.2018	-	0,0	0,3	1,9	2,6	1,5	2,1	12,7	0,1	1,1
16.05.2018	-	1,2	9,3	12,4	0,8	1,3	9,3	10,9	0,2	0,7
17.07.2018	-	0,8	3,1	6,7	0,5	2,8	6,7	9,2	0,1	0,8
14.08.2018	-	0,6	11,2	6,3	0,2	0,4	1,8	6,7	0,2	0,6
07.11.2018	-	0,7	1,7	6,8	1,6	2,8	2,8	4,8	0,1	0,9
12.03.2019	-	0,0	1,3	4,7	2,2	2,3	2,9	11,5	0,0	1,0
15.05.2019	-	2,1	0,9	22,6	0,8	1,1	8,3	10,7	0,0	0,9
29.07.2019	-	1,9	4,3	6,3	1,0	0,2	0,0	5,1	0,1	0,8

Продовження таблиці 3.4

17.01.2020	-	2,3	0,6	17,3	2,4	2,1	0,0	8,8	0,1	0,9
12.05.2020	-	1,2	17,3	12,1	0,4	0,0	1,6	13,4	0,1	2,7
12.03.2021	-	0,4	0,6	3,6	1,9	2,0	0,1	13,2	0,0	1,3
14.06.2021	-	4,2	0,9	3,5	3,3	0,3	4,5	11,4	0,2	1,2
06.08.2021	-	2,4	11,3	7,5	0,3	0,2	2,5	12,0	0,0	1,2
08.11.2021	-	2,0	1,0	3,3	1,3	2,7	2,0	10,3	0,0	1,0
17.01.2022	-	0,3	1,0	1,2	2,2	2,5	0,3	10,8	0,1	1,1
14.02.2022	-	0,5	0,8	3,9	2,1	1,9	0,4	11,9	0,1	1,1
14.03.2022	-	1,7	0,3	1,2	2,2	2,1	0,9	6,4	0,0	1,0
17.05.2022	-	2,6	1,4	1,5	1,3	1,9	0,0	13,5	0,0	2,3
20.06.2022	-	2,2	1,6	2,6	2,2	1,9	1,4	9,5	0,0	2,3
16.01.2023	-	0,8	0,7	0,5	2,8	1,1	0,3	13,0	0,2	1,1
13.02.2023	-	0,3	0,6	0,5	2,0	1,7	4,4	13,6	0,2	1,1
13.03.2023	-	0,7	0,7	2,4	2,0	1,1	1,4	11,7	0,1	1,1
24.04.2023	-	0,3	0,7	1,1	2,1	1,2	0,8	12,1	0,1	1,1
22.05.2023	-	1,9	0,7	1,0	2,0	0,1	7,4	12,9	0,1	1,4
12.06.2023	-	2,1	0,7	1,3	1,6	0,0	0,1	14,4	0,1	1,3
18.12.2023	-	0,3	0,6	0,3	2,2	2,2	0,3	9,6	0,2	1,0
30.01.2024	-	0,0	0,4	6,7	2,1	0,7	0,0	8,3	0,0	1,0
06.02.2024	-	0,4	1,6	1,1	2,0	1,2	10,0	9,5	0,0	1,9
12.03.2024	-	0,3	1,3	5,3	2,0	0,8	10,0	10,9	0,0	1,2
04.04.2024	-	0,3	1,6	4,8	4,2	0,8	3,6	9,9	0,0	1,4

Таблиця 3.5 – Розрахунок перевищення ГДК по посту: р. Когільник, 131 км, с. Серпневе, кордон з Молдовою.

По посту: р. Когільник, 131 км, с. Серпневе, кордон з Молдовою.										
Значення	Показники перевищення норм ГДК									
	Азот загальний, мг/дм ³	Амоній-іони, мг/дм ³	Біохімічне споживання кисню за 5 діб, мгО ₂ /дм ³	Завислі (суспендовані) речовини, мг/дм ³	Кисень розчинений, мгО ₂ /дм ³	Нітрат-іони, мг/дм ³	Нітрит-іони, мг/дм ³	Сульфат-іони, мг/дм ³	Фосфат-іони (поліфосфати), мг/дм ³	Хлорид-іони, мг/дм ³
Дата										
12.04.1994	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	0,0	0,4
30.05.1994	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,3
20.06.1994	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	0,5
16.11.1994	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,3
30.01.1995	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,1
16.02.1995	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,3
10.03.1995	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,3
16.05.1995	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,3
17.07.1995	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,5

Продовження таблиці 3.5

08.01.1996	-	0,4	0,7	0,0	0,0	0,0	2,5	6,3	0,0	0,2
28.02.1996	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,1
15.05.1996	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,3
06.06.1996	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,2
05.08.1996	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,3
12.09.1996	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,5
16.09.1996	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,2
12.11.1996	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,1
17.02.1997	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,2
05.03.1997	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,3
06.06.1997	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0	0,5
11.08.1997	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0	0,3
16.09.1997	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,4
08.01.1998	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	0,0	0,4
09.02.1998	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	0,5
07.04.1998	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,5
27.04.1998	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,4
17.02.1999	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,5
16.03.1999	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	0,4
22.03.1999	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0	0,4
09.02.2007	-	3,4	2,2	3,3	2,4	0,7	3,5	5,8	0,1	6,5
22.05.2007	-	9,0	0,9	5,2	0,8	1,2	3,8	15,0	0,6	13,0
27.08.2007	-	21,0	15,8	4,3	0,2	0,1	29,1	9,0	2,0	10,3
15.11.2007	-	3,2	1,3	3,9	2,0	0,5	2,9	7,6	0,3	7,2
11.02.2008	-	6,8	3,4	9,7	2,9	0,4	6,3	8,8	0,5	8,3
07.05.2008	-	1,2	0,4	15,7	1,9	0,0	34,4	5,9	0,2	6,0
21.08.2008	-	2,4	4,7	5,9	0,2	0,0	0,5	10,3	0,4	9,4
14.11.2008	-	36,0	3,4	7,4	0,4	0,3	14,3	8,3	1,1	8,7
10.03.2009	-	1,0	1,2	10,6	1,2	0,6	3,4	6,3	0,1	6,8
28.05.2009	-	0,4	1,7	7,9	2,0	0,1	6,3	7,6	0,5	8,5
26.08.2009	-	4,1	4,5	15,6	0,1	0,0	0,0	7,2	0,7	7,9
22.10.2009	-	0,0	4,0	8,6	0,1	0,0	0,0	8,7	0,4	8,1
03.03.2010	-	0,5	8,8	9,2	0,5	0,6	0,9	8,7	0,3	8,0
31.05.2010	-	4,6	6,5	16,0	0,2	0,0	14,3	1,6	0,3	2,0
16.08.2010	-	10,8	2,9	16,5	0,0	0,0	0,0	8,1	0,2	7,5
05.11.2010	-	1,0	0,8	11,1	1,6	0,7	1,3	6,3	0,2	6,1
23.03.2011	-	0,9	1,0	8,1	1,2	0,6	2,9	10,5	0,1	9,0
19.05.2011	-	1,6	0,8	18,7	0,8	0,4	10,0	6,5	0,3	6,8
12.09.2011	-	3,2	3,2	15,6	0,1	0,0	0,0	7,2	0,7	7,9
10.10.2011	-	4,2	4,2	2,7	0,1	0,0	0,0	5,9	0,2	7,4
20.03.2012	-	3,6	6,1	13,0	0,4	0,1	0,0	4,7	0,3	5,4
14.05.2012	-	3,0	42,7	6,9	0,4	0,0	0,0	11,7	0,2	10,6
14.08.2012	-	56,0	4,3	19,1	0,0	0,1	0,0	10,0	0,5	1,8
30.11.2012	-	0,7	3,8	7,7	0,6	0,0	2,5	7,8	0,1	7,8
29.03.2013	-	10,0	2,2	2,7	1,7	0,0	0,0	8,6	0,0	8,0
24.05.2013	-	1,0	29,4	3,8	0,1	0,0	0,0	14,4	0,2	11,6

Продовження таблиці 3.5

26.07.2013	-	0,4	2,3	14,0	0,4	0,5	7,5	8,0	0,1	7,3
10.10.2013	-	2,6	28,7	12,7	0,2	0,0	0,0	8,4	0,3	7,9
26.02.2014	-	1,3	1,1	4,8	1,7	0,5	16,5	10,6	0,1	8,0
26.05.2014	-	1,8	18,5	7,7	0,4	0,2	4,4	4,4	0,6	5,7
02.09.2014	-	2,4	5,1	2,7	0,0	0,0	0,9	12,5	0,4	10,6
14.11.2014	-	0,0	4,4	3,5	0,9	0,5	3,8	1,5	0,2	5,9
19.02.2015	-	1,0	0,5	5,5	2,1	0,7	2,8	6,5	0,2	1,2
14.05.2015	-	0,0	0,7	8,3	0,9	0,7	4,3	10,5	0,3	9,0
07.08.2015	-	2,4	1,1	10,0	1,3	0,0	1,6	12,4	0,2	11,0
23.10.2015	-	3,4	1,3	3,5	1,0	0,1	4,5	22,0	0,1	1,0
10.02.2016	-	3,0	1,8	1,5	3,5	0,7	1,8	8,0	0,1	6,8
16.05.2016	-	0,7	0,8	2,4	1,5	0,2	5,7	9,8	0,3	1,1
10.08.2016	-	1,4	1,7	1,7	1,3	0,0	0,9	11,9	0,1	1,3
01.11.2016	-	1,2	9,0	6,8	2,0	0,6	5,0	5,0	0,3	5,2
16.02.2017	-	5,7	0,9	2,9	1,3	0,7	1,6	6,3	0,5	7,4
01.06.2017	-	0,6	0,7	12,1	1,4	0,8	5,4	10,9	0,3	9,4
18.08.2017	-	0,0	4,0	4,2	1,1	0,1	10,0	9,6	0,2	8,7
03.11.2017	-	3,9	7,1	4,0	0,4	0,4	8,4	10,8	0,3	0,9
15.02.2018	-	0,0	0,6	1,5	2,6	2,0	0,9	26,9	0,1	3,8
16.05.2018	-	0,0	3,8	3,6	1,5	0,4	4,5	10,9	0,1	0,9
17.07.2018	-	2,6	5,2	6,0	0,5	0,7	0,7	10,5	0,3	1,1
14.08.2018	-	1,6	14,3	13,1	0,0	0,3	11,3	5,7	0,7	0,6
07.11.2018	-	4,7	0,5	4,5	1,8	0,6	4,8	8,4	0,4	0,8
12.03.2019	-	4,4	0,7	2,9	1,8	0,7	1,6	6,3	0,5	0,7
15.05.2019	-	1,4	2,2	5,1	1,9	0,2	6,8	7,1	0,2	0,8
29.07.2019	-	2,2	6,3	5,5	0,8	0,0	2,0	10,4	0,1	1,2
17.01.2020	-	13,2	1,2	3,7	2,4	0,8	0,0	9,3	0,3	1,1
12.05.2020	-	7,0	11,3	16,6	1,3	0,3	6,5	7,9	0,1	1,1
17.08.2020	-	19,4	34,7	5,5	1,6	0,0	0,0	14,5	0,1	1,5
10.11.2020	-	1,5	0,9	6,3	2,2	1,1	1,0	7,2	0,3	0,7
12.03.2021	-	0,6	0,9	2,3	2,9	0,7	0,6	9,0	0,1	0,9
14.06.2021	-	3,2	1,7	9,1	0,9	0,0	3,1	8,2	0,5	0,9
06.08.2021	-	2,2	12,7	4,2	0,4	0,3	4,5	7,4	0,1	0,7
08.11.2021	-	3,4	0,8	1,9	3,1	0,5	3,6	6,9	0,1	0,8
17.01.2022	-	3,8	1,1	1,5	3,0	1,4	1,1	8,0	0,3	0,9
14.02.2022	-	0,4	1,1	1,5	3,0	1,3	0,8	7,5	0,2	0,8
14.03.2022	-	0,1	0,7	2,0	1,8	1,8	0,4	4,6	0,2	0,7
17.05.2022	-	2,3	1,5	2,6	2,1	1,5	1,9	6,3	0,4	0,9
20.06.2022	-	2,5	1,5	1,6	2,3	0,3	0,3	3,5	0,3	1,0
11.07.2022	-	16,9	2,3	2,1	2,2	1,4	19,4	3,5	0,1	1,5
08.08.2022	-	21,0	2,5	4,9	2,0	0,7	0,0	3,2	1,4	1,5
12.09.2022	-	3,9	2,5	2,5	1,9	0,1	1,9	3,4	0,3	1,8
17.10.2022	-	0,8	2,3	1,1	2,0	0,2	0,1	3,1	0,2	1,8
07.11.2022	-	0,9	1,3	1,6	2,4	0,5	3,1	10,3	0,4	1,1
05.12.2022	-	0,9	1,1	5,7	2,6	0,6	3,1	11,6	0,4	1,1
16.01.2023	-	0,1	1,2	0,5	2,2	0,8	1,4	11,9	0,4	1,2

Продовження таблиці 3.5

13.02.2023	-	0,4	1,0	0,9	1,4	0,1	1,0	11,8	0,4	1,2
13.03.2023	-	10,3	1,9	0,7	3,0	0,2	4,5	13,0	0,5	1,6
24.04.2023	-	6,4	1,7	0,9	2,7	0,3	1,0	11,4	0,4	1,5
22.05.2023	-	1,4	1,3	0,7	1,9	0,1	4,0	7,0	0,4	0,8
12.06.2023	-	0,6	1,4	0,8	2,0	0,1	0,5	7,4	0,4	0,7
17.07.2023	-	1,1	1,1	3,2	1,9	0,0	1,1	10,0	0,3	1,1
21.08.2023	-	6,8	2,0	5,5	1,6	0,1	22,3	8,0	0,7	1,3
18.09.2023	-	22,9	2,2	1,7	0,5	0,0	27,6	9,8	0,8	1,5
16.10.2023	-	6,2	1,4	2,7	1,7	0,3	11,5	12,6	0,4	1,6
13.11.2023	-	22,0	1,3	2,1	1,6	0,2	5,0	18,6	0,3	1,5
18.12.2023	-	4,0	1,5	2,7	2,3	0,7	28,1	10,2	0,1	1,3
30.01.2024	-	0,8	0,9	4,0	2,2	0,3	5,0	8,8	0,0	1,4
07.02.2024	-	0,5	2,1	5,3	2,3	0,8	4,6	5,3	0,0	2,0
12.03.2024	-	0,0	2,0	6,5	2,0	0,2	0,9	6,6	0,0	0,9
04.04.2024	-	0,6	0,9	6,0	1,2	0,2	2,1	5,1	0,0	0,9

Таблиця 3.6 – Розрахунок перевищення ГДК по посту: р. М.Куяльник, 8,1 км, с. Бараново.

По посту: Розрахунок перевищення ГДК по посту: р. М.Куяльник, 8,1 км, с. Бараново.									
Значення	Показники перевищення норм ГДК								
	Амоній-іони, мг/дм ³	Біохімічне споживання кисню за 5 діб, мГО ₂ /дм ³	Завислі (суспандовані) речовини, мг/дм ³	Кисень розчинений, мГО ₂ /дм ³	Нітрат-іони, мг/дм ³	Нітрит-іони, мг/дм ³	Сульфат-іони, мг/дм ³	Фосфат-іони (поліфосфати), мг/дм ³	Хлорид-іони, мг/дм ³
Дата									
16.01.1995	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,6	15,8	0,0	3,8
09.06.1995	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	75,6	10,2	0,0	1,5
15.09.1995	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,6	9,4	0,0	6,9
06.01.1996	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	0,7
11.03.1996	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,9	5,0	0,0	0,8
18.04.1996	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,4	4,5	0,0	0,9
18.04.1999	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,4	4,5	0,0	0,9
27.03.2000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	3,9	0,0	1,2
27.08.2000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	3,6	0,0	1,2
30.10.2000	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,2	0,0	1,2
07.02.2001	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	2,9	0,0	0,9
23.05.2001	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	1,2
26.11.2001	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	1,7	0,0	1,1
01.03.2002	0,7	1,2	0,0	0,0	0,0	7,5	6,0	0,0	1,4
08.05.2002	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0	1,1
17.03.2004	0,4	2,4	3,2	5,2	0,0	0,2	3,1	0,1	1,0

Продовження таблиці 3.6

28.05.2004	0,0	0,0	1,1	3,1	0,0	0,0	2,4	0,0	0,9
04.08.2004	1,2	0,9	3,9	1,4	0,0	0,1	1,7	0,0	3,9
23.02.2005	1,1	0,7	2,8	2,0	0,2	1,5	1,5	0,4	0,3
17.08.2005	0,6	7,0	11,6	0,3	0,0	0,3	4,3	0,3	1,1
10.11.2005	1,0	0,8	1,1	0,6	0,0	0,5	5,1	0,0	1,0
15.03.2006	0,0	0,5	2,9	2,1	0,0	0,3	6,5	0,1	7,5
24.05.2006	0,6	2,7	0,0	2,1	0,0	0,0	6,1	0,1	8,2
17.08.2006	1,8	2,4	6,4	1,5	0,0	0,0	13,5	0,3	12,4
14.02.2007	0,9	1,4	2,4	2,2	0,1	0,0	4,7	0,0	6,4
14.02.2008	0,3	0,1	2,9	4,1	0,1	0,0	6,5	0,0	6,1
29.04.2008	1,6	1,1	2,7	0,9	0,0	0,6	6,1	0,0	6,1
09.04.2010	0,8	1,5	7,2	1,4	0,0	0,0	6,2	0,1	6,9
13.09.2010	0,9	0,9	20,0	2,0	0,0	1,3	2,2	0,1	5,5
21.03.2011	0,7	1,1	3,2	2,2	0,0	0,0	6,2	0,1	6,1
06.06.2011	1,5	1,0	6,2	1,7	0,0	0,0	5,5	0,0	7,4
15.08.2011	0,6	0,8	20,7	1,9	0,0	12,3	2,3	0,1	5,1
17.11.2011	1,6	1,6	2,7	1,2	0,0	0,6	6,4	0,0	6,4
06.03.2012	1,6	1,3	2,1	2,0	0,1	0,8	2,3	0,4	2,6
18.04.2012	0,8	0,4	4,3	1,6	0,2	0,0	5,8	0,0	7,1
13.03.2013	0,8	1,2	1,3	2,1	0,0	0,4	6,3	0,0	6,0
27.05.2013	4,6	4,1	6,4	0,2	0,1	0,0	8,1	0,1	7,6
18.07.2013	0,6	19,3	11,3	2,0	0,0	0,0	4,1	0,3	3,4
03.12.2013	0,6	0,9	7,9	2,0	0,0	0,0	2,1	0,0	3,3
25.02.2014	0,0	1,5	4,3	2,5	0,0	0,0	4,4	0,2	4,2
18.04.2014	0,0	1,0	1,5	2,2	0,0	0,0	4,1	0,0	5,8
18.07.2014	0,0	0,6	11,7	1,1	0,0	0,0	8,2	0,0	7,5
20.10.2014	0,8	2,2	4,9	2,3	0,0	0,0	4,6	0,0	7,2
22.01.2015	1,2	3,2	1,9	1,0	0,1	25,0	2,9	0,1	0,7
17.04.2015	2,0	1,4	1,9	1,4	0,0	0,0	4,8	0,1	6,1
21.07.2015	1,2	5,7	4,9	0,4	0,0	0,0	6,8	0,2	7,7
11.03.2016	0,4	1,0	1,3	1,9	0,0	1,1	3,5	0,0	4,2
18.04.2016	0,6	0,4	0,1	1,9	0,0	0,0	6,2	0,0	1,0
19.07.2016	0,8	4,3	11,9	0,4	0,0	0,0	6,5	0,1	1,9
25.10.2016	2,4	1,6	2,2	2,3	0,0	0,0	15,5	0,0	10,7
01.03.2017	0,3	2,3	0,7	2,7	0,0	0,8	4,0	0,1	3,7
12.04.2017	1,4	0,9	1,5	1,9	0,0	0,0	4,7	0,0	5,4
03.07.2017	2,2	3,3	4,1	0,5	0,0	0,0	6,1	0,4	7,9
19.10.2017	5,0	3,3	10,4	0,9	0,1	0,0	7,1	0,0	1,7
14.03.2018	0,8	0,3	0,4	1,7	0,0	0,0	6,1	0,1	0,9
12.04.2018	0,6	1,8	4,4	2,1	0,0	0,0	5,9	0,1	0,9
17.07.2018	3,0	11,3	23,6	0,2	0,1	0,0	9,4	0,2	2,8
13.02.2019	0,5	4,7	3,5	3,6	1,3	1,8	15,7	0,3	2,8

Таблиця 3.7 – Розрахунок перевищення ГДК по посту: р. Сарата, 14,3 км, с. Білолісся.

По посту: Розрахунок перевищення ГДК по посту: р. Сарата, 14,3 км, с. Білолісся.									
Значення	Показники перевищення норм ГДК								
	Амоній-іони, мг/дм ³	Біохімічне споживання кисню за 5 діб, мгО ₂ /дм ³	Завислі (суспендовані) речовини, мг/дм ³	Кисень розчинений, мгО ₂ /дм ³	Нітрат-іони, мг/дм ³	Нітриг-іони, мг/дм ³	Сульфат-іони, мг/дм ³	Фосфат-іони (поліфосфати), мг/дм ³	Хлорид-іони, мг/дм ³
Дата									
10.01.1995	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	20,4	0,0	2,1
09.06.1995	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,2	7,7	0,0	1,5
14.07.1995	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	8,2	0,0	1,8
17.04.1996	0,0	0,0	3,9	0,0	0,1	0,8	24,1	0,0	2,4
24.02.1997	0,0	0,0	7,6	0,0	0,1	0,7	9,0	0,0	2,2
18.04.1997	0,0	0,0	5,7	0,0	0,2	3,2	14,4	0,0	2,2
20.07.1997	0,0	0,0	12,3	0,0	0,0	0,0	7,9	0,0	2,2
13.04.1998	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,4	0,0	3,2
15.06.1998	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	14,5	0,0	2,9
22.01.1999	0,5	0,0	28,7	0,0	0,1	1,8	17,3	0,0	2,7
20.01.2004	0,7	3,3	6,9	2,6	0,0	0,6	15,0	0,2	3,1
16.02.2004	0,1	1,0	4,7	0,0	0,0	1,3	11,2	0,0	3,3
19.04.2004	0,2	1,2	4,7	0,0	0,0	1,3	11,4	0,0	1,9
21.05.2004	0,0	1,3	4,7	0,0	0,0	1,3	11,3	0,0	1,9
29.06.2004	0,6	1,5	4,7	0,0	0,0	5,0	10,5	0,0	1,8
05.07.2004	1,4	1,3	1,5	1,3	0,0	0,0	16,0	0,0	11,9
25.08.2004	0,4	1,2	4,7	0,0	0,1	6,3	11,3	0,0	3,0
15.09.2004	1,2	1,1	4,7	0,0	0,1	7,5	12,1	0,0	3,8
22.02.2005	0,9	3,7	1,6	2,9	0,3	0,6	10,7	0,0	1,8
26.05.2005	1,1	1,4	1,9	1,1	0,0	2,8	10,0	0,0	2,0
12.08.2005	1,4	7,2	1,3	0,1	0,0	0,0	10,6	0,1	2,3
10.11.2005	2,4	0,7	1,2	0,7	0,0	1,1	17,4	0,8	16,1
10.03.2006	0,7	1,2	2,1	2,2	0,4	1,1	12,9	0,1	11,3
17.05.2006	2,8	1,7	2,4	1,0	0,0	0,0	17,8	0,3	15,2
06.07.2006	3,8	6,5	6,0	0,3	0,0	0,0	18,2	0,3	17,5
20.10.2006	1,4	0,0	3,1	1,5	0,0	1,7	26,0	0,2	16,9
09.02.2007	1,4	1,3	5,3	1,9	0,1	0,0	0,3	0,1	8,0
22.05.2007	3,2	1,2	4,8	0,9	0,5	0,5	10,3	0,7	13,6
15.11.2007	2,0	0,1	6,7	1,5	0,1	1,3	9,6	0,5	9,2
11.02.2008	0,0	1,2	2,1	1,4	0,0	0,3	14,7	0,1	13,8
07.05.2008	3,2	1,2	3,3	2,0	0,1	0,0	19,8	0,0	17,7
14.11.2008	0,1	4,5	5,7	0,3	0,2	26,3	27,1	0,0	16,6
28.05.2009	2,0	8,0	7,6	0,3	0,1	0,9	16,4	0,2	20,6
26.08.2009	0,6	2,7	13,9	0,2	0,0	1,5	10,4	0,6	18,4
09.11.2009	2,4	1,2	13,4	0,9	0,0	3,8	24,6	0,2	24,1

Продовження таблиці 3.7

24.02.2010	0,6	1,2	5,2	2,5	0,5	1,9	4,1	0,3	3,8
02.03.2010	0,6	5,9	4,3	0,1	1,1	3,3	9,9	0,1	9,0
31.05.2010	1,6	0,7	15,1	0,7	0,0	0,0	24,8	0,1	22,1
16.08.2010	0,0	4,3	4,9	0,1	0,0	0,0	35,6	0,6	32,4
05.10.2010	1,6	4,7	2,9	0,7	0,0	0,0	33,1	0,4	30,6
23.03.2011	0,7	0,9	6,0	1,3	0,5	1,4	14,7	0,0	12,2
19.05.2011	0,5	0,7	5,9	0,8	0,0	0,0	12,9	0,3	13,0
12.09.2011	0,3	2,3	5,0	0,2	0,0	1,1	10,6	0,6	20,4
10.10.2011	1,2	10,0	4,5	0,1	0,0	0,0	3,8	0,4	7,8
16.05.2012	3,8	0,5	15,1	2,5	0,1	0,0	23,4	0,1	21,2
14.08.2012	14,0	3,7	33,1	0,1	0,1	0,0	20,1	0,2	23,0
27.03.2013	8,6	14,7	2,1	0,2	0,0	0,0	15,8	0,0	11,2
24.05.2013	1,8	0,6	8,5	0,9	0,0	0,0	19,3	0,0	16,7
26.07.2013	1,2	1,9	5,7	0,3	0,0	0,0	5,8	0,2	6,1
08.11.2013	0,5	8,0	3,9	0,2	0,0	0,0	13,3	0,0	10,0
26.02.2014	0,0	0,6	2,2	1,7	0,1	0,9	15,0	0,1	12,1
26.05.2014	0,6	5,2	9,1	0,6	0,0	0,6	20,9	0,3	18,4
02.09.2014	4,1	7,4	14,5	0,2	0,0	0,0	35,9	0,3	32,0
14.11.2014	0,0	2,9	9,5	1,0	0,2	4,8	21,5	0,2	20,8
05.02.2015	0,0	0,6	1,9	1,7	0,3	0,6	10,1	0,0	1,6
14.05.2015	0,8	14,5	7,1	0,8	0,0	0,0	15,8	0,0	12,5
07.08.2015	4,8	25,7	17,0	0,0	0,0	0,0	27,3	0,4	26,7
23.10.2015	2,8	3,5	9,3	0,3	0,0	6,3	63,9	0,0	7,6
10.02.2016	1,1	2,1	1,1	2,3	0,5	2,8	15,0	0,0	13,2
16.05.2016	0,6	0,5	2,4	0,5	0,0	0,0	17,9	0,1	3,3
10.08.2016	5,2	35,3	1,5	0,0	0,0	0,0	33,3	0,6	9,7
01.11.2016	0,0	1,3	19,1	1,4	0,0	0,7	36,5	0,4	34,3
16.02.2017	2,8	8,7	3,5	0,2	0,0	0,0	18,5	0,0	31,0
17.05.2017	1,8	0,6	2,3	1,2	0,0	0,0	15,6	0,0	13,4
18.08.2017	5,5	15,2	1,1	0,2	0,0	0,0	17,2	0,5	20,2
03.11.2017	6,9	1,0	8,9	0,8	0,3	0,0	37,2	0,2	7,1
15.02.2018	1,0	2,1	2,5	1,9	0,4	0,8	14,6	0,1	2,4
16.05.2018	1,4	7,4	2,1	1,1	0,0	0,0	17,1	0,1	3,1
17.07.2018	6,8	6,8	2,8	0,4	0,0	0,0	19,0	0,6	5,8
14.08.2018	1,2	26,4	3,7	1,1	0,0	0,0	15,4	0,3	5,6
06.11.2018	1,6	3,5	5,0	2,8	0,1	0,4	30,4	0,3	10,5
13.02.2019	0,8	1,8	4,7	2,3	0,0	1,1	24,0	0,0	20,1

Таблиця 3.8 – Розрахунок перевищення ГДК по посту: р. Сарата, 94 км, с. Мінняйлівка, кордон з Молдовою.

По посту: р. Сарата, 94 км, с. Мінняйлівка, кордон з Молдовою.										
Значення	Показники перевищення норм ГДК									
	Азот загальний, мг/дм ³	Амоній-іони, мг/дм ³	Біохімічне споживання кисню за 5 діб, мГО ₂ /дм ³	Завислі (суспендовані) речовини, мг/дм ³	Кисень розчинений, мГО ₂ /дм ³	Нітрат-іони, мг/дм ³	Нітрит-іони, мг/дм ³	Сульфат-іони, мг/дм ³	Фосфат-іони (поліфосфати), мг/дм ³	Хлорид-іони, мг/дм ³
Дата										
09.02.2007	-	0,9	1,3	5,3	1,9	1,3	1,5	10,2	0,0	9,2
22.05.2007	-	4,0	14,7	16,6	0,2	0,6	0,6	16,0	0,4	13,4
15.11.2007	-	1,6	1,4	8,3	2,0	0,4	6,4	11,7	0,1	8,5
11.02.2008	-	0,0	1,4	5,7	2,2	1,3	3,6	11,5	0,1	10,2
07.05.2008	-	0,0	0,5	20,9	3,0	0,2	9,0	10,9	0,0	9,4
14.11.2008	-	1,0	1,0	5,8	1,3	0,1	1,6	17,1	0,1	14,2
10.03.2009	-	1,0	1,8	5,9	2,0	0,4	1,3	15,4	0,0	12,4
26.08.2009	-	4,6	0,0	8,7	0,0	0,0	0,9	10,4	0,1	11,3
31.05.2010	-	1,4	5,3	5,3	0,5	0,2	4,0	9,4	0,0	8,4
16.08.2010	-	3,0	2,6	13,9	0,0	0,0	0,0	11,4	0,1	10,1
05.11.2010	-	3,0	1,1	8,9	2,5	0,7	2,3	10,4	0,0	8,7
23.03.2011	-	0,6	0,9	9,2	2,0	1,2	2,8	11,8	0,0	10,0
19.05.2011	-	1,6	0,7	18,2	0,8	0,1	6,1	8,8	0,1	8,6
12.09.2011	-	3,6	3,0	8,7	0,0	0,0	1,1	10,4	0,1	10,7
10.10.2011	-	7,4	15,1	8,6	0,1	0,0	0,0	15,9	0,2	11,6
21.03.2012	-	3,1	6,0	10,5	0,2	0,1	0,0	3,0	0,1	6,8
28.03.2013	-	1,4	1,6	2,1	3,2	0,5	3,8	21,9	0,0	13,1
24.05.2013	-	0,0	25,3	14,3	0,3	0,0	0,0	18,6	0,0	14,8
26.07.2013	-	0,3	0,6	0,6	1,5	1,0	2,9	12,8	0,0	10,5
08.11.2013	-	0,0	1,0	2,4	1,5	0,3	1,9	11,1	0,0	7,8
26.02.2014	-	10,0	0,9	5,6	3,4	0,0	0,4	12,2	0,5	10,5
26.05.2014	-	0,0	0,3	18,7	1,3	0,2	2,3	12,1	0,1	10,2
14.11.2014	-	0,0	5,4	7,1	0,6	0,9	14,4	19,0	0,0	14,7
19.02.2015	-	0,0	0,8	4,1	2,2	0,9	1,4	12,9	0,0	1,9
14.05.2015	-	0,8	1,2	6,0	1,5	0,5	7,5	13,6	0,0	10,8
23.10.2015	-	1,6	2,3	3,6	1,8	0,1	2,4	17,3	0,0	1,1
10.02.2016	-	0,6	1,6	1,4	3,6	0,6	1,0	12,0	0,0	9,8
16.05.2016	-	0,0	1,0	3,6	1,2	0,0	0,0	14,0	0,0	1,8
10.08.2016	-	1,8	1,5	1,6	1,5	0,0	0,0	14,3	0,0	2,1
01.11.2016	-	0,0	1,6	20,1	2,7	0,2	3,9	13,7	0,1	11,6
16.02.2017	-	0,0	0,7	4,5	1,9	0,8	1,1	13,7	0,0	11,5
01.06.2017	-	0,6	1,6	1,7	1,4	0,2	5,0	12,2	0,0	10,1

Продовження таблиці 3.8

18.08.2017	-	6,9	14,7	6,3	0,0	0,0	0,0	10,7	0,2	9,3
03.11.2017	-	1,4	0,9	4,8	1,6	0,2	1,0	8,5	0,1	0,8
15.02.2018	-	2,0	1,3	2,3	3,3	0,7	0,7	10,2	0,1	1,4
16.05.2018	-	1,3	3,9	3,3	2,1	0,4	3,4	12,3	0,0	1,6
17.07.2018	-	3,7	15,3	4,5	0,1	0,0	0,0	14,2	0,3	2,5
14.08.2018	-	4,4	26,7	7,6	1,9	0,0	0,0	11,1	0,3	1,5
07.11.2018	-	1,7	0,7	10,1	2,1	0,2	1,6	8,8	0,1	0,9
12.03.2019	-	0,0	0,5	4,5	1,9	0,8	1,0	13,7	0,0	1,5
15.05.2019	-	2,2	0,3	11,1	2,2	0,0	0,5	14,7	0,0	1,7
29.07.2019	-	1,4	4,3	8,5	0,5	0,0	0,0	9,1	0,0	1,5
17.01.2020	-	1,2	0,4	1,2	2,7	0,1	0,0	14,2	0,0	1,5
12.05.2020	-	0,4	17,5	1,7	1,2	0,1	0,0	5,3	0,0	1,2
12.03.2021	-	0,4	2,7	1,0	3,0	0,9	1,4	12,6	0,0	2,0
14.06.2021	-	4,2	0,7	2,4	1,9	0,1	0,8	12,4	0,1	1,6
06.08.2021	-	1,9	6,7	6,6	0,3	0,0	0,1	17,5	0,1	1,8
08.11.2021	-	2,6	0,8	3,1	2,2	0,2	1,3	14,7	0,1	2,1
17.01.2022	-	0,2	1,2	1,1	3,1	0,8	0,8	12,1	0,1	1,5
14.02.2022	-	0,2	0,8	0,5	3,0	0,8	0,6	12,8	0,1	1,5
14.03.2022	-	0,1	3,0	1,7	2,3	1,1	1,0	5,0	0,0	1,4
17.05.2022	-	2,2	1,6	2,0	1,3	0,9	0,4	10,9	0,1	2,0
20.06.2022	-	4,2	1,4	2,0	2,3	0,8	0,0	7,2	0,2	2,0
11.07.2022	-	0,1	1,5	3,0	2,0	0,6	0,0	5,1	0,0	2,3
08.08.2022	-	3,2	1,7	2,0	1,7	0,5	0,0	6,2	0,1	2,2
16.01.2023	-	1,5	0,5	0,7	3,1	0,6	0,9	9,6	0,1	1,1
13.02.2023	-	3,9	0,6	1,2	2,5	0,7	1,0	9,0	0,1	1,1
13.03.2023	-	2,5	0,7	0,7	2,6	0,4	1,4	13,0	0,0	1,7
24.04.2023	-	0,1	0,7	1,3	2,6	0,3	0,6	13,0	0,0	1,7
22.05.2023	-	2,8	0,7	2,1	2,3	0,0	0,5	16,5	0,0	2,2
12.06.2023	-	1,5	0,7	1,9	1,6	0,0	0,4	16,9	0,0	2,2
17.07.2023	-	3,2	0,8	2,0	2,1	0,0	0,1	20,3	0,0	2,5
21.08.2023	-	8,8	1,7	2,7	1,6	0,1	2,0	9,5	0,3	3,0
18.12.2023	-	0,2	0,5	0,3	2,3	0,3	0,4	9,1	0,0	1,3
30.01.2024	-	0,0	0,7	6,7	2,2	0,0	0,4	7,4	0,0	1,3
06.02.2024	-	0,1	2,8	6,4	3,3	0,1	0,8	9,0	0,0	2,0
12.03.2024	-	1,3	2,3	6,5	2,8	0,3	1,0	10,9	0,0	2,1
04.04.2024	-	0,2	1,5	6,4	3,4	0,3	2,1	9,9	0,0	2,2

Таблиця 3.9 – Розрахунок перевищення ГДК по посту: р. Тілігул, 17,5 км, смт. Березівка.

По посту: р. Тілігул, 17,5 км, смт. Березівка.									
Значення	Показники перевищення норм ГДК								
	Амоній-іони, мг/дм ³	Біохімічне споживання кисню за 5 діб, мгО ₂ /дм ³	Завислі (суспендовані) речовини, мг/дм ³	Кисень розчинений, мгО ₂ /дм ³	Нітрат-іони, мг/дм ³	Нітри-іони, мг/дм ³	Сульфат-іони, мг/дм ³	Фосфат-іони (поліфосфати), мг/дм ³	Хлорид-іони, мг/дм ³
Дата									
16.01.1995	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,2
13.07.1995	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	4,3	0,0	1,0
15.09.1995	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,5
06.01.1996	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,4
11.03.1996	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,3	2,1	0,0	0,4
18.04.1996	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,4	1,9	0,0	0,4
03.07.1996	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,5	0,0	0,4
16.01.1997	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,5
23.06.1997	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,3
20.09.1997	0,0	0,0	9,4	0,0	0,0	0,1	1,0	0,0	0,4
27.07.1998	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,2	0,0	0,5
23.02.2005	1,7	0,9	2,4	1,8	0,4	1,4	2,5	0,4	0,5
26.05.2005	1,7	0,8	1,3	1,2	0,0	0,8	0,7	0,2	0,4
17.08.2005	0,3	0,6	1,9	0,8	0,2	0,9	0,9	0,3	0,4
10.11.2005	0,9	2,6	1,2	2,0	0,3	0,3	2,8	0,1	4,3
15.03.2006	1,3	0,8	2,8	1,7	0,4	0,9	2,0	0,2	3,5
24.05.2006	0,4	0,9	2,5	1,6	0,0	0,3	1,1	0,2	3,7
17.08.2006	1,3	2,3	2,9	1,3	0,3	0,0	1,4	0,2	3,8
12.10.2006	0,0	0,0	1,3	2,0	0,3	0,3	1,3	0,2	3,8
14.02.2007	0,0	1,2	2,3	2,3	0,7	0,3	1,6	0,1	3,6
21.05.2007	1,2	4,5	4,7	0,9	0,2	30,0	4,8	0,0	6,2
16.08.2007	0,6	0,6	3,3	1,1	0,1	0,8	0,7	0,3	2,8
13.11.2007	0,0	1,2	2,7	1,8	0,3	0,6	1,7	0,1	3,5
14.02.2008	0,0	0,8	2,1	1,9	0,2	0,0	3,3	0,0	4,5
29.04.2008	1,1	1,9	1,9	1,4	0,0	0,0	2,6	0,0	4,1
13.08.2008	0,6	0,4	6,1	1,7	0,0	0,0	6,9	0,0	5,9
11.11.2008	0,8	0,6	4,4	1,5	2,8	1,9	10,5	0,0	10,1
07.09.2010	2,2	0,3	11,6	1,1	0,1	0,7	1,1	0,2	3,9
29.11.2010	0,0	0,4	4,1	1,5	0,2	0,4	1,2	0,2	1,6
02.03.2011	0,0	0,7	6,1	2,5	0,3	0,0	1,7	0,1	1,7
23.06.2011	0,0	0,5	4,4	1,8	0,2	0,0	1,3	0,1	1,7
10.10.2011	6,5	10,3	3,4	1,2	0,0	4,1	2,9	0,2	7,1
13.03.2012	0,2	0,4	1,1	1,9	0,1	0,0	3,3	0,2	4,1
24.05.2012	2,8	0,7	0,5	0,5	0,1	0,0	3,2	0,3	6,3
17.07.2012	1,4	16,7	9,4	0,0	0,1	0,0	1,7	0,2	5,2
12.03.2013	1,5	0,9	3,1	1,5	0,1	0,0	7,0	0,1	5,8

Продовження таблиці 3.9

05.04.2013	2,2	1,2	4,3	1,2	0,0	0,0	3,2	0,1	6,2
28.05.2013	2,8	0,8	4,3	0,8	0,1	0,7	3,7	0,1	5,8
23.07.2013	0,6	5,0	5,7	1,3	0,0	0,0	3,4	0,2	4,7
18.02.2014	0,0	0,8	2,9	2,4	0,1	1,0	4,3	0,4	5,3
15.04.2014	0,5	0,9	2,7	1,8	0,0	0,0	2,4	0,1	5,5
17.07.2014	4,1	43,9	6,8	0,0	0,1	1,2	1,4	0,1	5,8
09.04.2015	2,6	1,5	4,1	1,3	0,0	0,0	3,9	0,3	4,8
05.05.2015	0,5	1,8	4,3	1,4	0,0	0,0	2,8	0,0	4,4
27.07.2015	0,8	0,6	4,5	0,5	0,0	0,0	1,4	0,6	3,8
14.10.2015	1,4	1,1	2,5	1,7	0,1	0,6	7,2	0,0	0,7
15.02.2016	1,2	28,0	1,5	2,5	0,9	6,0	6,3	0,2	5,8
13.04.2016	2,8	0,8	1,8	0,8	0,0	0,0	6,0	0,1	0,8
01.07.2016	1,2	31,0	1,4	0,8	0,0	0,0	4,7	0,2	0,8
25.10.2016	1,4	10,0	3,0	0,8	0,0	0,0	1,3	0,1	1,4
01.03.2017	2,0	1,6	2,3	1,8	0,1	0,8	3,3	0,3	4,6
31.05.2017	2,0	1,0	1,7	1,9	0,0	0,0	2,8	0,3	6,2
25.07.2017	18,0	16,0	9,5	0,2	0,1	0,0	1,7	0,4	7,0
06.09.2017	15,4	7,5	16,2	0,0	0,0	0,0	3,1	0,9	8,3
19.10.2017	2,4	5,2	19,1	1,5	0,1	0,0	10,8	0,2	1,1
22.03.2018	2,0	1,8	2,9	1,0	0,0	0,0	3,1	0,3	1,2
02.04.2018	1,2	2,1	2,1	1,8	0,0	0,0	4,9	0,2	0,6
02.07.2018	1,1	1,5	8,9	2,0	0,1	0,0	3,0	0,1	0,6
05.10.2018	0,9	7,3	2,7	0,4	0,1	0,6	5,6	0,1	1,2
18.02.2019	3,8	33,5	1,9	1,0	0,0	0,0	5,0	0,1	1,0

Таблиця 3.10 – Розрахунок перевищення ГДК по посту: р. Хаджидер, 10,1 км, с. Сергіївка.

По посту: р. Хаджидер, 10,1 км, с. Сергіївка.									
Значення	Показники перевищення норм ГДК								
	Амоній-іони, мг/дм ³	Біохімічне споживання кисню за 5 діб, мго ₂ /дм ³	Завислі (суспендова ні) речовини,	Кисень розчинений, мго ₂ /дм ³	Нітрат-іони, мг/дм ³	Нітриг-іони, мг/дм ³	Сульфат- іони, мг/дм ³	Фосфат-іони (поліфосфат и), мг/дм ³	Хлорид- іони, мг/дм ³
Дата									
10.01.1995	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,6	26,9	0,0	4,1
09.06.1995	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	43,0	0,0	2,7
07.07.1995	0,0	0,0	1,3	0,0	0,2	3,0	27,8	0,0	3,0
04.01.1996	0,0	0,0	6,0	0,0	0,2	3,8	19,9	0,0	2,9
25.01.1996	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	3,1	32,2	0,0	4,0
04.04.1996	0,0	0,0	7,1	0,0	0,1	1,9	23,0	0,0	3,5
05.07.1996	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	11,0	28,2	0,0	4,3
24.02.1997	0,0	0,0	4,4	0,0	0,2	33,8	24,7	0,0	3,2
20.07.1997	0,0	0,0	22,8	0,0	0,1	0,6	21,2	0,0	2,8

Продовження таблиці 3.10

13.04.1998	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	5,4	15,5	0,0	2,3
15.06.1998	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1	25,6	0,0	4,0
20.01.1999	0,0	0,0	6,3	0,0	0,2	0,7	27,8	0,0	3,3
05.07.2004	0,9	0,9	0,2	0,6	0,0	0,9	1,8	0,0	3,2
23.02.2005	0,8	5,1	2,3	3,9	0,1	0,5	22,2	0,0	2,6
26.05.2005	0,0	1,4	2,4	1,5	0,2	2,4	13,5	0,1	1,9
12.08.2005	1,2	11,1	3,5	0,9	0,5	100,0	19,6	0,0	2,8
10.11.2005	1,0	1,0	2,1	1,3	0,7	1,3	22,0	0,0	2,7
10.03.2006	0,3	0,8	1,6	1,8	1,0	2,1	15,7	0,1	12,0
17.05.2006	3,0	3,7	4,0	2,9	0,7	5,0	23,9	0,1	17,4
06.07.2006	2,2	2,5	9,1	2,8	0,3	5,6	25,0	0,0	18,2
20.10.2006	0,1	0,0	2,1	1,5	0,7	6,3	26,8	0,1	18,6
09.02.2007	0,0	1,6	3,2	3,6	1,5	1,6	7,9	0,0	11,2
22.05.2007	0,0	0,9	18,0	1,1	1,9	247,5	18,9	0,2	15,7
27.08.2007	0,0	0,6	4,7	0,3	0,4	2,0	29,4	0,4	21,2
15.11.2007	1,0	0,4	15,8	1,7	1,1	5,9	16,8	0,2	12,8
11.02.2008	0,0	1,1	7,0	1,9	1,6	2,5	24,2	0,0	18,0
07.05.2008	2,4	0,3	32,1	2,6	0,3	8,8	30,0	0,0	20,9
21.08.2008	0,0	8,8	16,8	0,3	0,6	21,9	47,6	0,2	30,1
14.11.2008	0,4	0,9	4,9	2,2	1,0	18,4	30,7	0,0	21,5
10.03.2009	0,0	0,8	7,2	2,6	0,3	0,9	27,1	0,0	19,6
28.05.2009	0,0	9,1	20,4	0,4	0,6	31,3	21,3	0,0	17,1
26.08.2009	0,0	3,3	11,7	0,4	1,3	6,5	22,7	0,1	17,9
09.11.2009	4,4	0,8	42,1	0,6	0,4	67,5	30,6	0,0	21,2
02.03.2010	0,7	0,5	13,9	1,4	1,9	4,1	24,2	0,2	19,0
31.05.2010	2,3	1,1	12,7	1,1	0,1	10,3	25,5	0,3	19,0
16.08.2010	0,0	8,6	15,5	0,5	0,6	21,9	27,2	0,1	4,0
05.11.2010	0,6	2,3	14,3	0,8	1,9	4,0	26,9	0,0	19,3
23.03.2011	0,0	1,5	14,5	2,3	1,4	6,3	27,1	0,0	20,7
19.05.2011	0,9	5,8	11,3	0,3	1,3	15,6	22,7	0,3	17,6
12.09.2011	0,0	3,3	11,7	0,4	1,3	6,5	22,7	0,1	17,9
10.10.2011	3,4	6,3	4,0	0,5	1,0	43,1	23,9	0,0	18,2
22.03.2012	1,4	0,6	8,4	2,5	2,5	7,0	30,9	0,0	21,7
15.05.2012	0,0	1,0	18,8	0,1	1,3	37,5	26,3	0,1	19,6
13.08.2012	0,0	0,8	9,4	3,4	1,3	8,8	27,8	0,0	20,2
30.11.2012	0,1	0,7	6,9	1,8	1,2	9,0	24,5	0,0	18,7
27.03.2013	0,0	1,3	4,3	2,0	1,0	1,4	37,7	0,0	23,4
24.05.2013	0,0	2,4	19,1	1,9	0,7	7,5	34,7	0,0	25,2
26.07.2013	0,0	0,7	33,3	0,8	0,2	11,3	19,3	0,1	15,8
08.11.2013	0,0	0,5	14,7	1,3	1,1	6,8	28,0	0,0	19,3
26.02.2014	0,0	0,9	3,0	2,6	3,6	2,3	23,9	0,2	16,9
26.05.2014	0,0	0,7	16,1	1,3	1,0	7,8	25,5	0,1	19,1
02.09.2014	0,0	5,7	75,9	0,3	0,5	8,8	31,5	0,2	22,4
14.11.2014	0,0	2,2	105,9	0,8	0,7	7,3	27,5	0,1	20,3
19.02.2015	0,0	1,3	1,3	3,0	1,4	1,4	26,1	0,0	4,1
14.05.2015	0,0	2,2	6,6	1,8	0,9	4,4	33,1	0,0	23,4

Продовження таблиці 3.10

07.08.2015	1,4	1,3	13,1	1,4	1,4	11,9	26,4	0,0	20,5
23.10.2015	0,0	5,4	2,6	0,4	1,1	2,9	69,6	0,0	6,1
10.02.2016	0,0	1,3	0,7	3,8	1,3	1,1	22,5	0,0	17,7
16.05.2016	0,0	0,9	2,9	1,2	0,5	10,9	25,4	0,0	4,0
10.08.2016	0,0	0,7	1,0	1,9	1,2	2,0	27,6	0,1	4,5
01.11.2016	0,0	0,7	21,8	1,4	1,6	4,0	29,3	0,4	22,9
16.02.2017	0,0	0,3	3,3	1,9	2,2	1,0	23,8	0,1	19,6
01.06.2017	0,0	4,5	11,3	0,8	0,6	27,5	28,2	0,0	21,3
18.08.2017	0,0	5,1	5,7	0,3	1,3	14,4	30,3	0,1	22,1
03.11.2017	0,0	0,5	3,6	1,2	0,2	0,0	32,9	0,1	4,8
15.02.2018	1,8	1,5	1,6	2,4	0,5	1,8	8,0	0,2	0,8
16.05.2018	0,0	13,3	5,4	0,9	0,8	2,8	11,3	0,0	4,3
17.07.2018	2,0	6,1	2,0	0,3	1,1	10,3	30,0	0,0	4,6
14.08.2018	0,0	5,6	4,9	1,6	0,9	10,6	34,3	0,1	2,8
07.11.2018	0,5	1,1	4,1	1,2	1,5	5,9	35,2	0,1	5,4

Таблиця 3.11 – Розрахунок перевищення ГДК по посту: р. Хаджидер, 68 км, с. Чистоводне, кордон з Молдовою.

По посту: р. Хаджидер, 68 км, с. Чистоводне, кордон з Молдовою.										
Значення	Показники перевищення норм ГДК									
	Азот загальний, мг/дм ³	Амоній-іони, мг/дм ³	Біохімічне споживання кисню за 5 діб, мго ₂ /дм ³	Завислі (суспендовані) речовини, мг/дм ³	Кисень розчинений, мго ₂ /дм ³	Нітрат-іони, мг/дм ³	Нітрит-іони, мг/дм ³	Сульфат-іони, мг/дм ³	Фосфат-іони (поліфосфати), мг/дм ³	Хлорид-іони, мг/дм ³
Дата										
09.02.2007	-	0,0	1,7	1,6	3,4	0,0	0,5	4,3	0,0	5,7
22.05.2007	-	0,0	1,0	14,1	0,8	1,1	39,0	33,6	0,1	19,7
27.07.2007	-	1,4	1,7	12,5	0,5	0,4	0,4	5,1	0,3	5,6
15.11.2007	-	0,8	0,5	17,6	2,1	0,7	0,7	9,1	0,3	8,3
07.05.2008	-	0,0	0,4	6,7	1,4	0,2	1,9	5,8	0,0	6,5
21.08.2008	-	0,0	2,9	3,7	0,9	0,3	5,9	5,8	0,1	6,1
14.11.2008	-	0,2	0,5	3,5	2,1	0,3	1,3	8,5	0,0	7,5
10.03.2009	-	0,0	0,6	6,4	2,2	0,1	0,2	6,3	0,0	6,2
28.05.2009	-	4,4	3,7	35,0	0,6	0,4	1,6	2,7	0,1	4,5
26.08.2009	-	0,0	0,0	10,6	0,8	0,3	0,0	3,1	0,0	4,7
09.11.2009	-	0,0	0,6	7,5	1,9	0,3	0,4	8,0	0,1	7,3
02.03.2010	-	2,1	0,6	5,4	1,7	0,0	0,0	3,1	0,1	4,3
31.05.2010	-	1,2	1,1	43,8	1,2	0,2	0,9	4,4	0,0	5,4
16.08.2010	-	0,0	0,7	21,5	1,4	0,4	0,0	4,9	0,0	5,4
05.11.2010	-	2,4	2,3	14,3	0,8	0,3	0,0	7,8	0,0	7,2
23.03.2011	-	0,0	1,3	4,0	1,7	1,4	6,3	27,1	0,0	20,7

Продовження таблиці 3.11

19.05.2011	-	0,6	7,3	10,3	0,1	0,2	2,8	5,1	0,1	5,7
12.09.2011	-	0,0	1,1	11,0	0,9	0,3	0,0	3,3	0,0	4,9
10.10.2011	-	4,8	15,2	14,2	0,0	0,0	0,0	24,6	0,0	15,5
22.03.2012	-	2,6	9,5	4,1	0,2	0,0	0,0	3,5	0,0	3,9
15.05.2012	-	2,3	0,8	40,7	0,2	0,3	2,6	5,9	0,0	6,0
13.08.2012	-	15,6	0,3	22,2	0,3	0,4	0,0	7,9	0,0	7,0
30.11.2012	-	0,8	3,2	17,1	0,6	0,3	0,3	7,0	0,0	7,3
28.03.2013	-	1,1	1,3	4,3	2,0	0,1	0,0	11,3	0,0	8,5
24.05.2013	-	0,8	1,0	44,9	1,4	0,3	1,0	5,3	0,0	5,7
26.07.2013	-	4,4	4,4	7,1	0,2	0,1	7,5	5,2	0,1	5,6
08.11.2013	-	0,0	6,9	16,3	0,4	0,2	1,9	6,1	0,0	6,6
24.03.2014	-	0,0	1,2	2,6	2,5	1,0	1,9	8,4	0,0	8,0
26.05.2014	-	0,0	0,8	34,1	0,9	0,2	1,3	3,4	0,1	5,6
02.09.2014	-	1,5	5,0	7,7	0,7	0,3	0,0	6,0	0,1	6,3
14.11.2014	-	0,0	0,7	2,8	1,6	0,3	0,4	7,9	0,0	7,3
19.02.2015	-	1,0	0,5	2,5	1,9	0,3	0,5	4,7	0,0	0,6
14.05.2015	-	0,6	4,1	13,9	0,8	0,3	0,5	5,4	0,0	6,2
07.08.2015	-	2,4	18,9	9,9	0,2	0,0	0,0	5,5	0,0	6,0
23.10.2015	-	1,0	3,5	3,5	0,3	0,0	8,3	16,2	0,0	1,0
10.02.2016	-	1,0	2,1	2,1	3,5	0,4	1,5	10,9	0,0	9,1
16.05.2016	-	1,6	0,9	18,6	1,4	0,1	1,1	5,6	0,0	0,7
10.08.2016	-	0,0	0,4	2,0	1,8	0,3	0,4	5,2	0,0	0,8
01.11.2016	-	0,0	0,8	29,0	2,0	0,2	0,0	7,9	0,3	6,8
16.02.2017	-	0,0	1,1	3,3	2,8	0,3	0,4	8,6	0,1	8,4
01.06.2017	-	1,0	1,1	55,1	1,3	0,2	0,9	5,5	0,0	6,3
18.08.2017	-	0,0	4,0	1,9	1,3	0,3	0,4	15,8	0,0	5,2
03.11.2017	-	1,2	0,8	5,7	1,3	0,1	0,4	6,3	0,0	0,6
15.02.2018	-	0,8	1,1	1,9	2,9	0,3	0,6	8,3	0,0	0,7
16.05.2018	-	1,2	3,7	4,9	1,3	0,0	1,4	9,1	0,1	0,8
17.07.2018	-	4,8	6,0	21,9	0,3	0,1	1,6	5,2	0,1	0,6
14.08.2018	-	0,0	1,9	3,9	1,6	0,4	0,9	5,4	0,2	0,6
07.11.2018	-	0,5	1,4	4,0	1,8	0,1	0,0	12,4	0,0	1,8
12.03.2019	-	0,0	0,5	3,3	2,8	0,3	0,4	8,6	0,1	0,9
15.05.2019	-	0,6	2,3	14,3	2,0	0,2	0,4	6,4	0,0	0,6
29.07.2019	-	0,6	3,0	10,1	0,8	0,0	0,0	4,0	0,1	0,7
17.01.2020	-	1,6	1,7	1,9	2,9	0,1	0,0	8,3	0,1	0,9
12.05.2020	-	0,4	1,3	5,2	1,9	0,1	0,0	6,7	0,1	1,1
10.11.2020	-	0,5	1,3	4,3	1,8	0,1	0,1	7,9	0,1	0,9
12.03.2021	-	0,4	1,6	0,9	2,5	0,2	0,1	6,4	0,0	0,9
14.06.2021	-	3,5	1,7	2,9	0,3	0,9	0,0	11,3	0,1	1,0
06.08.2021	-	2,2	14,0	5,5	0,3	0,0	0,1	9,2	0,0	1,1
08.11.2021	-	2,6	1,2	4,8	1,7	0,1	0,0	7,3	0,1	1,1
17.01.2022	-	0,3	2,6	5,5	3,1	0,2	0,5	15,8	0,2	1,7
14.02.2022	-	0,8	1,5	3,7	3,1	0,2	0,9	12,1	0,2	1,3
14.03.2022	-	1,9	12,0	3,0	0,8	0,2	2,4	4,3	0,1	1,2
17.05.2022	-	2,5	11,5	1,3	0,3	0,2	1,0	6,9	0,1	1,4

Продовження таблиці 3.11

20.06.2022	-	7,4	11,3	3,1	1,8	0,2	0,0	4,1	0,2	1,5
11.07.2022	-	4,2	12,0	2,7	1,8	0,2	0,1	3,0	0,0	1,1
08.08.2022	-	4,5	13,3	2,4	1,6	0,1	0,0	3,4	0,1	1,2
12.09.2022	-	5,6	16,7	3,2	0,3	0,6	0,0	3,7	0,2	1,3
17.10.2022	-	3,6	18,7	3,6	1,6	0,1	0,8	3,6	0,2	1,4
07.11.2022	-	3,0	16,7	3,2	1,9	0,1	1,6	10,3	0,1	1,3
05.12.2022	-	3,0	1,7	0,7	1,7	0,0	1,6	11,8	0,1	1,4
16.01.2023	-	2,4	1,6	0,6	3,0	0,0	0,1	10,7	0,1	1,2
13.02.2023	-	1,0	2,5	2,0	2,5	0,1	8,9	10,6	0,4	1,2
13.03.2023	-	0,8	1,2	1,3	2,2	0,1	0,6	15,9	0,0	1,8
24.04.2023	-	2,5	1,3	0,9	2,3	0,0	0,8	16,8	0,0	1,8
22.05.2023	-	4,9	1,0	2,7	1,9	0,0	1,5	9,8	0,1	1,1
12.06.2023	-	3,5	1,3	2,5	1,1	0,0	1,0	10,1	0,1	1,0
17.07.2023	-	1,3	0,6	1,5	1,2	0,0	0,8	8,2	0,1	1,1
21.08.2023	-	6,8	6,7	2,5	0,6	0,0	1,0	4,7	0,1	1,1
18.09.2023	-	1,2	6,7	2,4	1,8	0,1	27,6	5,0	0,1	1,4
16.10.2023	-	2,7	1,5	2,6	2,0	0,1	0,4	15,1	0,1	1,4
13.11.2023	-	0,6	2,7	1,9	1,5	0,2	0,0	12,4	0,0	1,4
18.12.2023	-	0,6	0,8	0,9	1,9	0,5	0,8	14,8	0,2	1,7
30.01.2024	-	0,4	1,8	5,2	2,0	0,2	0,1	7,8	0,0	1,4
06.02.2024	-	0,1	2,5	5,3	2,3	0,0	2,5	11,6	0,0	1,8
12.03.2024	-	0,1	2,1	6,8	2,2	0,3	2,5	12,3	0,0	1,8
04.04.2024	-	0,3	1,5	6,7	3,6	0,0	0,4	6,7	0,0	1,2

Таблиця 3.12 – Розрахунок перевищення ГДК по посту: р. Чага, 66 км, с. Петровка, кордон з Молдовою.

По посту: р. Чага, 66 км, с. Петровка, кордон з Молдовою.										
Значення	Показники перевищення норм ГДК									
	Азот загальний, мг/дм ³	Амоній-іони, мг/дм ³	Біохімічне споживання кисню за 5 діб, мго ₂ /дм ³	Завислі (суспендовані) речовини, мг/дм ³	Кисень розчинений, мг/дм ³	Нітраг-іони, мг/дм ³	Нітриг-іони, мг/дм ³	Сульфат-іони, мг/дм ³	Фосфат-іони (поліфосфати), мг/дм ³	Хлорид-іони, мг/дм ³
Дата										
09.02.2007	-	0,9	1,6	8,8	1,3	0,8	1,3	7,6	0,1	7,7
22.05.2007	-	0,0	0,7	3,9	0,5	0,0	0,0	31,7	0,0	19,5
27.08.2007	-	34,9	12,2	11,1	0,0	0,0	0,0	6,0	0,4	6,8
15.11.2007	-	1,6	1,1	9,1	1,6	0,4	1,4	6,7	0,1	6,2
11.02.2008	-	0,0	2,0	4,9	3,1	0,4	1,1	8,6	0,1	7,9
07.05.2008	-	0,0	0,6	15,4	3,0	0,2	1,4	8,5	0,0	7,8
21.08.2008	-	3,6	11,5	24,9	0,4	0,1	28,8	9,9	0,1	8,4
14.11.2008	-	0,4	0,8	5,7	1,7	0,3	2,3	9,2	0,1	8,5
10.03.2009	-	0,0	3,9	13,3	0,4	0,2	2,1	6,9	0,0	7,0

Продовження таблиці 3.12

28.05.2009	-	0,4	6,7	23,4	0,3	0,3	10,0	5,7	0,0	6,5
26.08.2009	-	4,6	0,0	17,9	0,1	0,0	1,5	1,4	0,0	1,5
22.10.2009	-	0,0	3,3	14,2	0,0	0,0	0,0	6,8	0,0	6,7
03.03.2010	-	0,6	1,4	16,6	2,5	0,9	3,1	6,8	0,3	6,2
31.05.2010	-	2,6	10,3	15,2	0,5	0,0	5,3	3,8	0,3	3,3
25.08.2010	-	2,4	2,8	18,8	0,2	0,2	5,9	6,7	0,1	6,7
05.11.2010	-	0,8	1,6	8,7	3,0	0,2	0,9	6,9	0,1	6,9
23.03.2011	-	0,8	0,7	6,8	0,8	0,3	1,3	9,0	0,1	8,0
19.05.2011	-	1,9	0,8	16,0	0,7	0,2	6,1	6,7	0,2	6,9
10.10.2011	-	6,0	6,3	6,5	0,3	0,2	7,8	23,2	0,1	14,7
20.03.2012	-	2,4	0,4	16,5	1,8	0,2	0,8	5,5	0,1	5,4
14.05.2012	-	7,6	37,3	16,7	1,8	0,0	0,0	7,6	0,1	7,1
14.08.2012	-	9,0	1,3	32,9	1,2	0,3	6,0	9,9	0,1	8,3
30.11.2012	-	7,5	36,4	9,1	0,0	0,1	0,0	10,5	0,1	11,3
29.03.2013	-	2,0	9,1	4,5	0,4	0,0	1,0	16,1	0,0	11,5
24.05.2013	-	1,9	2,2	25,1	2,4	0,1	1,1	10,1	0,0	8,4
26.07.2013	-	2,4	4,1	23,3	0,6	0,3	10,1	9,0	0,1	7,4
10.10.2013	-	0,8	0,9	7,5	1,2	0,1	0,3	8,7	0,1	7,6
26.02.2014	-	1,1	0,9	5,7	2,4	0,7	2,2	12,4	0,1	10,4
26.05.2014	-	0,3	28,4	12,5	0,3	0,1	0,0	11,8	0,2	10,4
02.09.2014	-	15,2	4,0	0,0	0,0	0,1	0,0	10,8	0,7	10,0
14.11.2014	-	0,0	4,1	16,1	1,1	0,5	8,8	19,3	0,1	12,6
19.02.2015	-	0,8	1,2	3,8	2,3	0,6	1,1	11,1	0,1	1,8
14.05.2015	-	1,1	0,9	8,9	1,1	0,4	4,1	12,2	0,0	10,3
07.08.2015	-	2,6	20,4	20,0	0,2	0,0	0,0	11,2	0,1	11,1
23.10.2015	-	2,4	4,0	3,8	0,4	0,1	0,0	28,4	0,1	2,0
10.02.2016	-	0,4	1,9	1,9	3,1	0,4	0,5	11,4	0,0	10,1
16.05.2016	-	1,8	0,9	3,8	1,4	0,2	3,8	12,1	0,0	1,8
10.08.2016	-	5,2	5,3	2,1	0,2	0,0	0,0	33,0	0,0	4,1
01.11.2016	-	0,3	1,5	19,1	2,2	0,4	1,5	11,1	0,2	10,6
16.02.2017	-	1,0	1,1	1,5	2,0	0,3	0,0	13,7	0,1	12,8
01.06.2017	-	1,6	1,7	14,4	1,8	0,1	3,8	11,4	0,1	10,0
18.08.2017	-	2,0	6,7	6,6	0,2	0,0	0,0	7,3	0,1	8,3
03.11.2017	-	1,8	1,0	6,3	1,9	0,3	1,8	11,5	0,1	1,6
15.02.2018	-	0,0	0,9	2,6	2,9	0,5	0,6	10,2	0,1	1,4
16.05.2018	-	1,2	7,3	7,9	0,0	0,7	1,3	10,2	0,1	1,4
17.07.2018	-	3,8	4,0	2,7	0,4	0,1	7,3	4,0	0,2	0,5
14.08.2018	-	0,2	18,9	3,9	0,3	0,1	5,1	9,2	0,2	1,3
07.11.2018	-	1,1	0,9	6,6	1,3	0,2	0,6	10,7	0,0	1,2
12.03.2019	-	0,8	0,4	1,5	2,0	0,3	0,0	13,7	0,1	2,1
15.05.2019	-	1,8	3,7	12,5	2,9	0,2	0,8	10,2	0,0	1,5
29.07.2019	-	1,8	1,7	5,3	1,8	0,0	0,0	17,0	0,1	2,8
17.01.2020	-	1,0	0,9	3,4	2,5	0,5	0,0	11,3	0,0	1,7
12.05.2020	-	0,8	10,0	5,9	1,1	0,2	0,0	10,1	0,1	2,2
12.03.2021	-	0,6	2,9	0,9	2,7	0,7	0,9	13,2	0,0	2,1
14.06.2021	-	3,7	2,1	2,8	2,4	0,0	0,1	10,4	0,1	1,6

Продовження таблиці 3.12

06.08.2021	-	1,2	7,1	8,6	0,7	0,0	0,4	10,3	0,1	1,7
08.11.2021	-	2,2	1,1	3,2	2,2	0,0	0,4	9,4	0,1	1,7
17.01.2022	-	0,3	1,2	1,1	3,0	1,0	1,1	13,3	0,1	2,2
14.02.2022	-	0,3	1,2	1,1	3,1	0,8	0,5	13,2	0,1	1,4
14.03.2022	-	2,3	0,5	1,6	2,1	1,2	1,3	4,0	0,1	1,6
17.05.2022	-	2,0	1,5	1,3	1,3	1,2	0,1	9,0	0,0	2,6
20.06.2022	-	3,9	1,5	2,3	1,6	1,1	0,0	3,9	0,1	2,6
11.07.2022	-	5,3	1,6	2,6	2,5	1,1	2,5	6,1	0,0	1,9
08.08.2022	-	13,2	8,0	4,5	1,7	0,8	0,0	6,6	0,7	1,9
16.01.2023	-	3,4	1,5	0,7	2,7	0,0	3,8	10,1	0,2	3,0
13.02.2023	-	1,5	6,3	3,3	0,2	0,1	0,5	24,0	0,3	3,0
13.03.2023	-	3,0	2,1	3,5	1,7	0,1	1,1	14,4	0,2	2,3
24.04.2023	-	2,8	1,6	3,3	1,5	0,0	0,0	15,4	0,2	2,3
22.05.2023	-	1,9	1,7	3,8	1,9	0,0	0,9	20,1	0,1	3,0
12.06.2023	-	1,9	1,6	4,0	1,3	0,0	0,8	23,3	0,2	2,9
16.10.2023	-	2,4	0,6	4,6	2,5	0,4	2,5	7,2	0,2	0,9
13.11.2023	-	0,3	1,3	3,3	1,6	0,1	3,8	7,6	0,0	0,9
18.12.2023	-	1,3	0,7	2,4	2,2	0,3	0,5	7,5	0,0	0,9
30.01.2024	-	0,1	1,2	8,7	2,1	0,5	0,4	5,9	0,0	0,9
07.02.2024	-	0,3	1,0	6,8	2,1	0,2	2,9	8,4	0,0	1,0
12.03.2024	-	1,4	1,1	6,5	2,1	0,2	0,4	8,7	0,0	0,9
04.04.2024	-	0,1	1,8	6,3	3,4	0,1	1,0	7,7	0,0	1,2

Дані отримані в результаті розрахунку перевищення ГДК для річок Причорномор'я свідчать про те що річки цієї території зазнають значного тиску через інтенсивне сільське господарство та міське забруднення наприклад використання добрив і пестицидів у сільському господарстві, неконтрольований скид стічних вод з населених пунктів вносять у водойми значну кількість нітратів, фосфатів, сульфатів, важких металів та інших токсичних речовин, що впливають на якість води.

Згідно отриманим даним розрахунку показників перевищення норм ГДК від початку гідрохімічних спостережень сульфат-іони у воді перевищують ГДК інколи в десятки разів може призводити до різних екологічних проблем, таких як зниження якості питної води, шкода для водної флори та фауни, проблеми з корозією інфраструктури також високий вміст сульфатів може спричинити зростання вторинних забруднювачів. Винятком є річка Тилігул де спостерігаються найменші значення перевищення норм ГДК.

4 АГРО-ГІДРОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ SWAT (SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL)

Серед сучасних моделей, що застосовуються для управління річковими басейнами, виділяється агро-гідрологічна модель SWAT (Soil and Water Assessment Tool) — інструмент оцінки стану ґрунту та води, розроблений для моделювання наслідків управлінських практик на якість води, кількість осадів і використання хімічних засобів у сільському господарстві на великих басейнах із складною структурою ґрунтів і різноманітним землекористуванням. SWAT базується на фізичних процесах, що відбуваються у водозборі, і дає можливість моделювати довготривалі процеси, а також прогнозувати зміни в умовах варіацій клімату, антропогенного тиску тощо [21,22].

4.1 Онлайн платформа “Land & Water” для відтворення гідрологічних процесів річкових басейнів України.

Онлайн платформа “Land & Water” - це агро-гідрологічна модель SWAT (Soil and Water Assessment Tool), що налаштована для відтворення гідрологічних процесів річкових басейнів України [21,22].

Вся територія України поділена на малі водозбори із середньою площею приблизно 200 км². Для кожного водозбору визначено аналітичні одиниці, що поєднують схожі властивості ґрунтів, рослинного покриву та рельєфу [21,22].

Вхідними даними моделі є рельєф, річкова мережа, властивості ґрунтів, рослинний покрив та метеорологічні параметри. Для калібрування моделі було використано витрати води та висота снігового покриву на гідрологічних і метеорологічних постах України [21,22].

Онлайн платформа "Land & Water" пропонує можливості аналізу водного балансу будь-якого річкового басейну України та дослідження факторів, що впливають на формування водного стоку. Вона дозволяє визначати витрати води в річках, зокрема у водозборах без спостережень, і оцінювати ймовірну динаміку

запасів вологи ґрунту протягом року, базуючись на кліматичних даних періоду 1980–2020 років. Інструменти платформи сприяють аналізу факторів, що призводять до зменшення запасів вологи ґрунту, і дозволяють вивчати довготривалі тренди температури та опадів за останні 40 років. Є можливість порівняння окремих періодів або місяців, а також отримання даних про розподіл ґрунтів, рослинного покриву, сільськогосподарських культур і внесення добрив у межах басейну. Результати досліджень можна експортувати у форматах JPEG чи CSV. Для поглибленого моделювання користувачі можуть перейти на платформу HAWQS і виконувати розрахунки для будь-якого басейну України самостійно, інтерфейс онлайн платформи представлено на рис 4.1 [21,22].

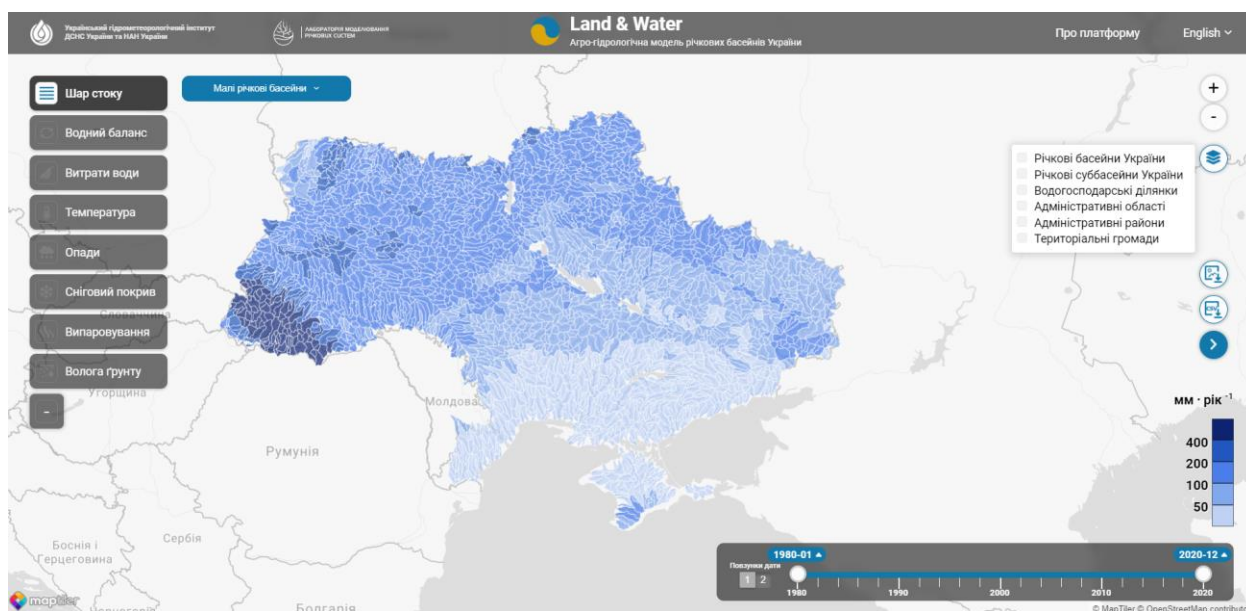


Рисунок 4.1 - Інтерфейс онлайн платформи "Land & Water" [21].

На онлайн платформі “Land & Water” для відтворення гідрологічних процесів у верхньому правому куті на рис.4.1 представлено данні по показникам таких як шар стоку, опади, випаровування, витрати води, сніговий покрив та запас вологи ґрунту [21,22].

4.1.1 Шар стоку

Шар стоку включає три основні компоненти: поверхневий, внутрішньогрунтовий і ґрунтовий стоки, які разом визначають загальну кількість води, що стікає з певної території [21,23].

Поверхневий стік розраховується за допомогою CN-методу (SCS Curve Number method). Цей емпіричний метод базується на багаторічних дослідженнях, що аналізують зв'язок між опадами та поверхневим стоком. Метод враховує тип ґрунту, рослинний покрив і поточний стан вологи ґрунту, що робить його гнучким і точним для різних умов [21,23].

Внутрішньогрунтовий стік визначається на основі рівняння водного балансу для окремих сегментів схилу. Він враховує процеси інфільтрації, переміщення вологи в ґрунті та її подальший рух [21,23].

Ґрунтовий стік поділяється на неглибокий і глибокий компоненти залежно від горизонтів, через які вода рухається. Його розрахунок базується на використанні константи рецесії ґрунтового стоку, яка характеризує швидкість зниження стоку після завершення опадів або танення снігу.

Таке поєднання методів дозволяє детально аналізувати водний режим території та враховувати різноманітні природні та антропогенні фактори [21,23].

4.1.2 Опади

У моделі використовується інформація про щоденні опади за період 1980–2020 років, отримана з кліматичного реаналізу останнього покоління ERA5-Land. Цей набір даних забезпечує високу просторову та часову роздільну здатність, що дозволяє моделювати водний баланс у транскордонних річкових басейнах і на тимчасово окупованих територіях, де відсутній доступ до наземних спостережень [21,23].

Дані повторного аналізу є високоточними, про що свідчать дослідження: відхилення між значеннями ERA5-Land і наземними спостереженнями для

більшості метеостанцій України не перевищує 10%. Це забезпечує надійну основу для аналізу і моделювання гідрологічних процесів навіть у важкодоступних регіонах [21,23].

4.1.3 Випаровування

Випаровування в моделі визначається за методом Пенмана-Монтейта — одним із найбільш надійних і загальновизнаних підходів для оцінки цього процесу. Метод враховує комплекс метеорологічних і біофізичних параметрів, зокрема температуру повітря, сонячну радіацію, відносну вологість, швидкість вітру, а також характеристики рослинного покриву [21,23].

Цей підхід забезпечує точне визначення потенційного та фактичного випаровування, враховуючи взаємодію атмосферних умов із рослинністю, що робить його ефективним інструментом для моделювання водного балансу та прогнозування впливу кліматичних змін [21,23].

4.1.4 Витрати води

Витрати води ($\text{м}^3/\text{с}$) і швидкість потоку ($\text{м}/\text{с}$) у моделі розраховуються за допомогою рівняння Маннінга, яке є фундаментальним у гідравліці для оцінки потоків у відкритих каналах. Це рівняння враховує геометрію каналу, його шорсткість та ухил поверхні [21,23].

Метод забезпечує точні розрахунки, що дозволяють оцінювати поведінку потоку води в річках і каналах різної конфігурації [21,23].

4.1.5 Сніговий покрив

Сніговий покрив у моделі враховується шляхом класифікації опадів на дощові чи снігові залежно від середньої температури повітря. Процес танення снігу моделюється з урахуванням кількох ключових факторів. Швидкість

танення змінюється щоденно залежно від тривалості світлового дня, що враховує сезонні зміни сонячної активності. Максимальна і середня температура повітря визначають інтенсивність танення, а додатковий фактор затримки температури снігового покриву враховує інерцію передачі тепла між повітрям і снігом [21,23].

Такий підхід дозволяє моделі точно оцінювати процеси накопичення і танення снігу протягом року, що суттєво впливає на сезонний водний баланс річкових басейнів та можливість прогнозування паводків [21,23].

4.1.6 Запас вологи ґрунту

Запас вологи ґрунту формується за рахунок води, яка потрапляє в ґрунт і далі може випаровуватися, поглинатися рослинами, просочуватися в глибші горизонти до ґрунтових вод або живити річки через внутрішньоґрунтовий стік. Окрім цього, можливий зворотний рух води з неглибокого горизонту ґрунтових вод у ненасичений шар ґрунту, що підтримує баланс вологи. У холодну пору року ґрунт може замерзати, що тимчасово змінює його водно-фізичні властивості і впливає на переміщення вологи. Для точного відтворення цих процесів модель враховує водно-фізичні параметри ґрунтів, а також динаміку росту рослин, що відіграють ключову роль у використанні та перерозподілі водних ресурсів у ґрунті [21,23].

5 СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА РЯДІВ СТОКУ РІЧОК ПРИЧОРНОМОР'Я

5.1 Найбільш поширені криві розподілу, які застосовуються в гідрології

У гідрології аналіз і прогнозування характеристик стоку водних об'єктів вимагають використання математичних моделей, які описують закономірності розподілу стоку в просторі та часі. Однією з основних задач є встановлення форми розподілу величин стоку, що дозволяє адекватно описувати гідрологічні процеси та оцінювати їхні екстремальні значення. Для цього застосовують різноманітні криві розподілу, які характеризують різні аспекти стоку. Вони використовуються як для емпіричного опису даних, так і для побудови теоретичних моделей, найбільш поширені із них це різницева інтегральна крива річного стоку, яка показує зміну накопиченого стоку протягом часу, емпірична крива розподілу, яка базується на статистичному аналізі спостережень, крива Пірсона III типу, яка добре підходить для моделювання рідкісних подій та крива трипараметричного гама-розподілу Крицького та Менкеля, яка враховує специфіку гідрологічних процесів у певних умовах [24].

5.1.1 Різницева інтегральна крива річного стоку

Різницева інтегральна крива річного стоку є ефективним методом для аналізу змін водності річок, а також для виділення фаз і циклів стоку. Вона базується на поступовому накопиченні відхилень величин стоку від середнього багаторічного значення. Це дає змогу наочно відобразити довготривалі коливання та тенденції стоку. Для полегшення порівняння криві зазвичай зображають у вигляді безрозмірних модульних коефіцієнтів, середнє значення яких дорівнює одиниці [24].

Різницева інтегральна крива є універсальним інструментом, який дозволяє виділити особливості багаторічних змін стоку, оцінити тривалість і масштаб коливань [24].

5.1.2 Емпірична крива розподілу

Емпірична крива розподілу величин стоку відображає зв'язок між величинами стоку та ймовірністю їх забезпеченості, що ґрунтується на даних спостережень. Вона дає змогу оцінити ймовірність досягнення або перевищення певної величини стоку. Проте через обмеженість наявних статистичних даних точність емпіричної кривої знижується при екстраполяції за межі наявних спостережень, особливо для ймовірностей менше 5% та більше 95%. Така екстраполяція має суб'єктивний характер, що може призводити до значних похибок. Крім того, через короткі ряди спостережень, які тривають у середньому близько 60 років, емпірична крива не завжди здатна адекватно відобразити закономірності в розподілі величин стоку. Це обмежує її застосування в гідрологічних розрахунках і спонукає до використання теоретичних законів розподілу, які забезпечують більш точні результати на основі статистичних параметрів [24].

5.1.3 Крива Пірсона III типу

Крива Пірсона III типу використовується для опису асиметричних розподілів величин стоку та інших випадкових величин із додатною асиметрією. Її особливістю є те, що значення параметрів z і d вважаються відомими, а для обчислення щільності ймовірності необхідно знайти параметр b . Інтегрування рівняння, що описує криву, дає рівняння, яке виражає щільність через центральні моменти n -го порядку [24,26].

Аналізуючи рівняння для різних значень n , враховують, що перший момент дорівнює математичному сподіванню, а другий — дисперсії. Таким чином, параметри b_0 , b_1 і b_2 можна виразити через другий та третій центральні моменти. Важливо, що для обчислення параметрів у ряді Маклорена необхідно

використовувати третій момент, обчислення якого має значні похибки. Через це використання більшої кількості членів ряду не має сенсу.

Крива Пірсона III типу має декілька форм залежно від значень параметрів b_0 , b_1 , b_2 , з яких два найпоширеніші в гідрології — це нормальний та асиметричний розподіли. Нормальний розподіл є частковим випадком, коли асиметрія дорівнює нулю, а мода збігається з математичним сподіванням. У випадку біноміального розподілу Пірсона III асиметрія враховується через використання перших двох членів ряду Маклорена.

Рівняння, що описує асиметричний розподіл, дозволяє пов'язати параметри кривої з центральними моментами. Зокрема, параметри можуть бути обчислені методом моментів, де третій центральний момент пов'язаний із коефіцієнтом асиметрії та середньоквадратичним відхиленням. В результаті цього підходу отримується рівняння, яке дозволяє встановити зв'язок між графічними характеристиками розподілу та його параметрами, що є важливим для гідрологічних розрахунків.

Загальний вигляд кривої Пірсона III демонструє, що при додатній асиметрії щільність ймовірності має пік, зміщений відносно середнього значення, а функція щільності описує розподіл у межах від нуля до нескінченності, що відповідає фізичним умовам стоку [24,26].

5.1.4 Крива трипараметричного гама-розподілу Крицького та Менкеля

Крива розподілу Пірсона III типу широко застосовується в гідрологічних розрахунках, але має значний недолік: за певних умов вона може приймати від'ємні значення. Це суперечить фізичній суті стоку, який завжди є додатним. С.М. Крицький і М.Ф. Менкель вирішили цю проблему шляхом модифікації закону Пірсона III, перетворивши його на трипараметричний гама-розподіл [24,25].

Основою цієї модифікації стало введення додаткового параметра, який зміщує криву таким чином, щоб виключити можливість появи від'ємних

значень. Завдяки цьому розподіл зберігає властивості додатності, а нижня межа величин стоку завжди залишається на рівні нуля.

Параметри гама-розподілу підбираються таким чином, щоб забезпечити відповідність математичного сподівання, дисперсії та асиметрії даних спостережень. Один параметр відповідає за середнє значення стоку, а інший контролює варіацію та ступінь асиметрії розподілу. Цей підхід дозволяє створити різні типи розподілів, що відповідають реальним гідрологічним даним. Перевага трипараметричного гама-розподілу полягає в його здатності точно описувати стік навіть за умов значної асиметрії даних. Крім того, він забезпечує відповідність фізичним властивостям стоку, адже виключає можливість негативних значень.

Для визначення параметрів гама-розподілу застосовуються метод моментів або метод максимальної правдоподібності. Практичне використання цього розподілу значно спрощується завдяки спеціальним номограмам, розробленим для різних співвідношень параметрів.

Особливо важливо пам'ятати, що для коректного застосування трипараметричного гама-розподілу статистичні параметри повинні визначатися виключно за допомогою методу максимальної правдоподібності. Це гарантує високу точність розрахунків та відповідність отриманих результатів реальним гідрологічним умовам [24,52].

5.2 Методи визначення статистичних параметрів

Статистичні методи в гідрології широко застосовуються для аналізу різних характеристик річкового стоку, таких як середній, максимальний та мінімальний стік, а також внутрішньорічний розподіл. Ці методи базуються на теорії ймовірностей, зокрема на граничних теоремах. «Одна з основних теорем, закон великих чисел, стверджує, що при великій кількості спостережень середнє значення випадкових величин наближається до їх математичного очікування. Центральна гранична теорема вказує, що сума великої кількості незалежних

випадкових величин має тенденцію до нормального розподілу, що є важливим для гідрології, оскільки річковий стік є результатом взаємодії численних випадкових факторів, таких як опади, температура та інші гідрометеорологічні величини. У зв'язку з цим річковий стік часто можна описувати нормальним розподілом, хоча існують і суттєві відмінності»[22].

Ряди стокових величин часто мають позитивну асиметрію, що означає, що більшість значень зосереджені в нижчій частині діапазону, а високі значення (наприклад, під час паводків) зустрічаються рідше, але мають значний вплив. Це контрастує з нормально розподіленими величинами, де асиметрія дорівнює нулю. Зважаючи на обмежену тривалість спостережень (зазвичай 30-40 років), гідрологи часто працюють з обмеженою інформацією і не можуть використовувати згруповані дані, що робить статистичні методи особливо важливими для точного прогнозування та моделювання гідрологічних явищ [22].

Загалом виділяють три основні методи розрахунку статистичних параметрів стоку: метод моментів, метод найбільшої правдоподібності та графо-аналітичний метод Г.О. Алексєєва. Далі розглянемо ці методи більш детально.

5.2.1 Метод моментів

Метод моментів є одним із найпоширеніших способів обчислення статистичних параметрів випадкових величин. Він базується на використанні моментів розподілу ймовірностей, які є числовими характеристиками, що описують властивості випадкової величини. У цьому методі емпіричні моменти, розраховані на основі спостережуваних даних, використовуються для оцінки теоретичних моментів розподілу. «Моменти можуть бути центральними, які визначаються відносно середнього значення, або початковими, які обчислюються відносно початку координат. Емпіричне математичне сподівання, яке є середнім арифметичним значенням, являє собою перший центральний момент тоді як дисперсія що характеризує ступінь розсіювання даних навколо середнього значення є другим центральним моментом, середнє квадратичне

відхилення є коренем квадратним із дисперсії. З метою порівняння мінливості різномасштабних випадкових величин використовують безрозмірну характеристику яка має назву коефіцієнт варіації, нормує середнє відхилення відносно середнього значення, що дає змогу оцінити відносну мінливість даних. Коефіцієнт асиметрії характеризує асиметричність розподілу випадкової величини відносно математичного сподівання і може бути як від'ємним так і додатнім, він являє собою третій центральний момент. Четвертий центральний момент представляє собою коефіцієнт ексцесу, який характеризує сплюснутість або витягнутість кривої розподілу випадкової величини у порівнянні з кривою нормального розподілу» [26].

Метод моментів широко застосовується у гідрології для аналізу часових рядів річкового стоку. Він дозволяє визначати середньорічний стік для конкретної ділянки річки, оцінювати мінливість річкового стоку, що є важливим під час проектування гідротехнічних споруд, а також аналізувати асиметрію і варіацію для виявлення особливостей водного режиму, таких як багатоводні або маловодні роки. Цей метод має ряд переваг, серед яких простота розрахунків, універсальність у застосуванні до різних наборів даних і можливість інтерпретації результатів у контексті гідрологічних процесів. Водночас, метод є вразливим до впливу аномальних даних або викидів, а його ефективність залежить від обсягу вибірки: він є точнішим за великих обсягів даних [26].

5.2.2 Метод найбільшої правдоподібності

Метод максимальної правдоподібності належить до математико-статистичних підходів, які використовуються для оцінювання невідомих параметрів розподілу. «Суть методу полягає в тому, що за оцінку параметра приймається таке його значення, за якого функція правдоподібності набуває максимуму для наявної вибірки випадкових величин. Цей підхід передбачає застосування функції правдоподібності до обраного теоретичного розподілу випадкової величини з метою найкращого наближення статистичних

характеристик. Функція правдоподібності відображає ймовірність спільної реалізації усіх спостережень» [22,26].

Цей метод забезпечує асимптотично точні оцінки параметрів, тобто зі збільшенням вибірки оцінки наближаються до справжніх значень параметрів розподілу. Метод підходить для різних розподілів, у тому числі трипараметричного гамма-розподілу, що часто застосовується у гідрології для моделювання асиметричних і нерівномірних часових рядів стоку. У той же час розв'язання рівнянь, необхідних для знаходження оцінок, часто є складним, особливо для багатопараметричних розподілів. Згідно з правилами диференціального числення, для того щоб знайти оцінку найбільшої правдоподібності, необхідно вирішити рівняння:

$$\frac{\partial L}{\partial a} = 0. \quad (5.1)$$

З метою спрощення розрахунків функції правдоподібності її логарифмують і розглядають у вигляді рівняння

$$\frac{1}{L} \cdot \frac{\partial L}{\partial a} = \frac{\partial \ln L}{\partial a} = 0. \quad (5.2)$$

Таким чином, якщо для деякого параметра існує його ефективна оцінка, то вона є єдиним в цьому випадку вирішенням рівняння (5.2).

У гідрологічну практику цей метод привнесли С.М. Крицький та М.Ф. Менкель. Розрахунок статистичних параметрів методом найбільшої правдоподібності, порівняно з методом моментів, є більш складним [22]. Тому в цілях спрощення загальної схеми Є.Г. Болохінєв пропонує спочатку визначити статистики:

$$\lambda_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad (5.3)$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \lg k_i; \quad (5.4)$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n k_i \lg k_i. \quad (5.5)$$

Як видно з рівняння (5.3), статистика λ_1 повністю збігається з середнім арифметичним значенням $\tilde{\sigma}$ у методі моментів. Коефіцієнти варіації C_V та асиметрії C_S встановлюються за допомогою спеціальних номограм, наведених у СНіП 2.01.14-83 [22].

Для розрахунку статистичних параметрів розроблена сучасна програма "STOK STAT", якій можна користуватися під час обчислень.

Метод найбільшої правдоподібності рекомендується для визначення статистичних параметрів, коли використовують криву трипараметричного гамма-розподілу. При $C_V < 0,5$ методи найбільшої правдоподібності та моментів практично дають однакові результати [22].

У гідрології метод найбільшої правдоподібності використовується для аналізу й моделювання річкового стоку. Він дозволяє з високою точністю оцінювати середнє значення, варіацію та інші параметри стоку, що є важливим для прогнозування водного режиму та оцінки ризиків екстремальних явищ, таких як паводки чи посухи. Цей метод також забезпечує гнучкість у моделюванні різних статистичних розподілів, включаючи ті, які враховують асиметричність і варіативність водного режиму.

5.2.3 Графо-аналітичний метод Г.О. Алексєєва

Велике поширення для визначення статистичних параметрів розподілу отримав метод квантелів запропонований Г.О. Алексєєвим. Метод заснований на визначенні параметрів кривих розподілу на основі згладженої емпіричної кривої забезпеченості [22].

Для побудови емпіричної кривої забезпеченості вихідний ряд тієї чи іншої характеристики ранжируються у порядку убутання ознаки розподілу. Для кожної величини ознаки розподілу (витрат води, модулів стоку, шарів стоку)

обчислюється емпірична забезпеченість P_m (%) за формулою

$$P_m = \frac{m}{n+1} 100, \quad (5.6)$$

де m – порядковий номер в убиваючому ряді; n – період спостережень (років).

Використовуючи дані стовпчика убиваючих величин ознаки розподілу і відповідні їм забезпеченості P_m , будуються емпіричні криві забезпеченості $x_i = f(P_m, \%)$. Стокові ряди, звичайно, відрізняються значною асиметрією, а тому будуються на спеціальному клітинному папері ймовірностей (з помірною асиметрією) [22].

Власне кажучи, метод квантелів полягає в тому, що, знаючи три ординати (наприклад, $x_{5\%}$, $x_{50\%}$ та $x_{95\%}$) кривої забезпеченості, можна визначити середнє, коефіцієнти варіації і асиметрії [2].

Спочатку розраховується коефіцієнт скошеності S , який дорівнює:

$$S = \frac{x_5 + x_{95} - 2x_{50}}{x_5 - x_{95}}, \quad (5.7)$$

де x_5 , x_{50} , x_{95} – квантелі емпіричної кривої забезпеченості $P=5$, 50 та 95%.

З таблиці $C_s = f(S)$, розробленої для біноміального закону розподілу, визначається коефіцієнт асиметрії C_s , бо між S і C_s існує функціональний зв'язок. Визначення середньоквадратичного відхилення $\sigma_{\tilde{\delta}}$ здійснюється за виразом:

$$\sigma_{\tilde{\delta}} = (x_{5\%} - x_{95\%}) / (t_{5\%} - t_{95\%}), \quad (5.8)$$

де $t_{5\%}$, $t_{95\%}$ – нормовані ординати кривої біноміального розподілу.

Середнє значення випадкової величини $\tilde{\delta}$ обчислюють за рівнянням:

$$\bar{x} = x_{50\%} - \sigma_x t_{50\%}, \quad (5.9)$$

де $t_{50\%}$ - ордината нормованої кривої біноміального розподілу, відповідна забезпеченості $P = 50 \%$; як і ординати $t_{5\%}$ та $t_{95\%}$.

Використовуючи (5.8.) та (5.9.), визначається C_v

$$C_v = \sigma_x / \bar{x} \quad (5.10)$$

Емпіричні криві забезпеченості, особливо при їх асиметричності, будуються на клітинах ймовірності з помірною асиметричністю. Цей метод досить простий у використанні, а за точністю не поступається іншим, але у сучасних умовах він мало застосовний [22].

5.3 Інформаційне підґрунтя дослідження

Онлайн-платформа “Land & Water”, дає можливість експортувати (завантажувати) дані, такі як гідрологічні та метеорологічні показники, за потрібний період часу, починаючи з 1980 року. Наприклад, для отримання даних по шарах стоку є можливість експортувати файл у табличному форматі “CSV” зі зручною частотою спостережень (щорічні, щомісячні, щоденні, щомісячні багаторічні) на рис. 5.1 представлено багаторічний графік шару стоку, кнопка експорту даних у форматі “CSV” виділена червоним [32].

У випадку з даними по шарах стоку на графіку також є можливість відобразити окремі компоненти водного стоку, такі як поверхневий, підземний або базовий стік (рис. 5.2). Це дозволяє більш детально аналізувати структуру водного балансу. Дані у графічному вигляді для витрат води подаються у вигляді часового ряду витрат води (рис. 5.3), і їх також можна завантажити у форматі “CSV”[32]..

Додатково платформа пропонує можливість інтерактивної роботи з

графіками, що дозволяє змінювати шкалу, вибирати окремі періоди для аналізу. Це робить платформу зручною для попередньої обробки даних перед їх завантаженням.

Статистична обробка часових рядів шарів стоку та витрат води що наведена в наступному пункті, була виконана з використанням вихідних даних, завантажених саме з онлайн-платформи “Land & Water”.

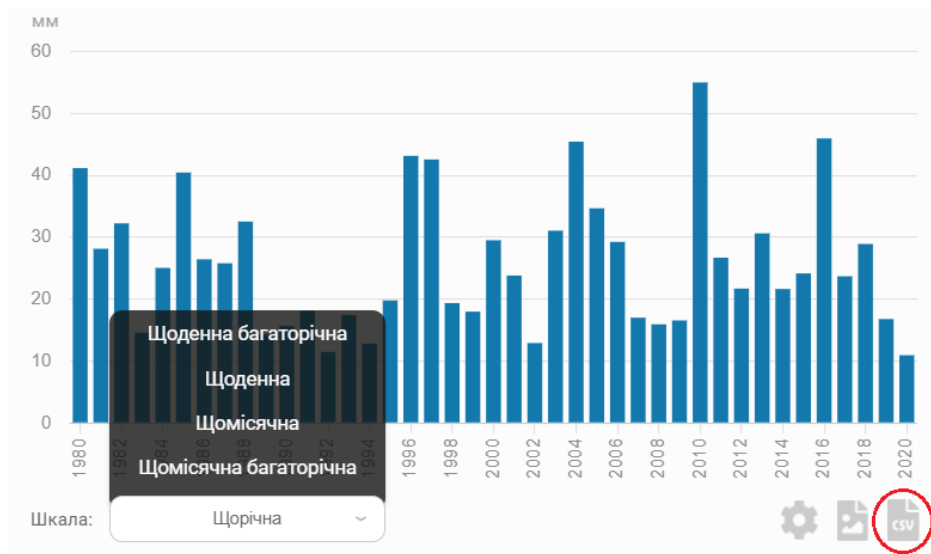


Рисунок 5.1 – Багаторічний графік шару стокуз онлайн-платформи “Land & Water” [21].

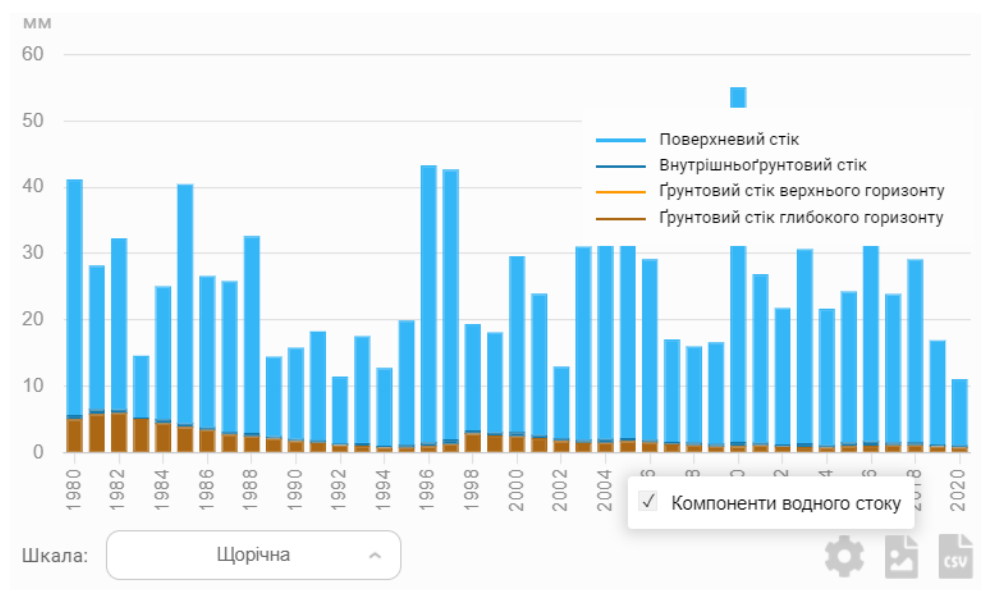


Рисунок 5.2 – Стовпчиковий графік динаміки шару стоку з компонентами водного стоку з онлайн-платформи “Land & Water” [21].

5.4 Статистична обробка часових рядів шарів стоку та витрат води річок Причорномор'я

Використовуючи данні отримані з онлайн платформи “Land & Water” для відтворення гідрологічних процесів річкових басейнів України виконується статистична обробка часових рядів шарів стоку та витрат води методом моментів та метод найбільшої правдоподібності, данні по шарам стоку та витратам води були завантажені по дев'яти фрагментам трьох річок, а саме р. Великий Куяльник, р. Когильник та р. Тилігул, період спостережень склав 41 рік починаючи з 1980 року закінчуючи 2020 роком.

Для розрахунку даних за методом моментів використовуються формули що наведені нижче:

Емпіричне математичне сподівання (середнє арифметичне значення) випадкової величини:

$$m_x = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad (5.11)$$

Дисперсія - характеризує ступінь розсіювання даних навколо середнього значення.

$$D_x = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}; \quad (5.12)$$

Середнє квадратичне відхилення - вказує на середню величину цих відхилень.

$$\sigma_x = \sqrt{D_x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}; \quad (5.13)$$

Коефіцієнт варіації - дає змогу оцінити відносну мінливість даних.

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^2}{n-1}}; \quad (5.14)$$

Коефіцієнт асиметрії - характеризує асиметрію розподілу, де додатне значення свідчить про зміщення розподілу в бік більших значень, а від'ємне в бік менших.

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^3}{C_v^3} \cdot \frac{n}{(n-1)(n-2)}; \quad (5.15)$$

Результати розрахунків центральних моментів та середнього квадратичного відхилення методом моментів для шару стоку та витрат води представлено в табл. 5.1 та 5.2 відповідно.

Розрахунок методом найбільшої правдоподібності як було вказано вище для спрощення розрахунків використовується комп'ютерне програмне забезпечення "STOK STAT" результати були розрахунків коефіцієнту варіації та співвідношення коефіцієнту асиметрії до коефіцієнту варіації представлено в таблицях 5.1 та 5.2. для шарів стоку та витрат води.

Через обмеженість даних спостережень за стоком, а також з урахуванням вимог граничних теорем, які передбачають наявність довгих рядів для точного визначення параметрів, на практиці зазвичай розраховують лише наближені значення параметрів. Відповідно, чим більшою є вибірка, тим точніше оцінки розподілу наближаються до істинних параметрів.

Таблиця 5.1 - Розрахунок шарів стоку методом моментів та методом найбільшої правдоподібності в проміжок із 1980 по 2020 рр.

Шари стоку 1980-2020											
Суббасейн	Річка	$F_{км^2}$	п, років	$Y_{ср}$, мм	Метод моментів		Метод найб.прав доп.		$\sigma_{\bar{Y}}$	σ_{C_v}	σ_{C_s}
					Cv	Cs	Cv	Cs/Cv			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2881	р. Великий Куяльник, фрагмент 5	2007,00	41	18,8	0,60	0,82	0,60	1,50	9,37	10,4	74,7
2924	р. Когильник, фрагмент 2	3253,00	41	24,4	0,53	0,63	0,53	1,30	8,25	10,6	66,9
2923	р. Когильник, фрагмент 3	3716,00	41	24,0	0,52	0,71	0,52	1,50	8,15	10,6	66,3
2365	р. Тилігул, фрагмент 4	2390,00	41	37,3	0,61	0,59	0,61	1,00	9,50	10,4	75,6
2872	р. Тилігул, фрагмент 5	2730,00	41	30,7	0,64	0,72	0,65	1,20	10,09	10,3	80,0
2871	р. Тилігул, фрагмент 6	3026,00	41	26,9	0,70	1,01	0,70	1,60	10,96	10,2	87,0
2869	р. Тилігул, фрагмент 7	3598,00	41	21,2	0,67	0,89	0,67	1,40	10,49	10,3	83,2
2877	русло не визначено	2243,00	41	25,9	0,41	0,81	0,41	2,10	6,47	10,7	56,4
3776	русло не визначено	5341,00	41	6,3	0,72	0,89	0,72	1,30	11,29	10,2	89,7
Середнє значення								1,43	9,40	10,42	75,54

Таблиця 5.2 - Розрахунок витрат води методом моментів та методом найбільшої правдоподібності в проміжок із 1980 по 2020 рр.

Суббасейн	Річка	$F_{км^2}$	п, років	$Q_{ср}$, м3/с	Метод моментів		Метод найб.прав доп.		$\sigma_{\bar{Q}}$	σ_{C_v}	σ_{C_s}
					Cv	Cs	Cv	Cs/Cv			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2881	р. Великий Куяльник, фрагмент 5	2007,00	41	2,0	0,67	0,78	0,68	1,20	10,56	10,3	83,7
2924	р. Когильник, фрагмент 2	3253,00	41	4,3	0,61	1,61	0,61	3,20	9,53	10,4	75,8
2923	р. Когильник, фрагмент 3	3716,00	41	4,5	0,61	1,49	0,61	2,90	9,56	10,4	76,0
2365	р. Тилігул, фрагмент 4	2390,00	41	3,5	0,58	0,94	0,58	1,80	9,06	10,5	72,4
2872	р. Тилігул, фрагмент 5	2730,00	41	3,8	0,59	0,88	0,59	1,60	9,26	10,4	73,9
2871	р. Тилігул, фрагмент 6	3026,00	41	4,0	0,60	0,85	0,60	1,50	9,37	10,4	74,7
2869	р. Тилігул, фрагмент 7	3598,00	41	4,3	0,62	0,83	0,63	1,40	9,79	10,4	77,8
2877	русло не визначено	2243,00	41	2,2	0,65	0,75	0,66	1,20	10,29	10,3	81,6
3776	русло не визначено	5341,00	41	5,7	0,61	1,32	0,62	2,50	9,62	10,4	76,5
Середнє значення								1,92	9,67	10,40	76,92

Мірою точності є середня квадратична похибка. За відсутності внутрішнього рядного зв'язку відносна середня квадратична похибка обчислення п-річних середніх стокових рядів (%) обчислюється за формулою:

$$\sigma_{\bar{x}} = 100C_v / \sqrt{n} \quad (5.16)$$

Стандартна похибка коефіцієнта варіації (%), обчислених методом найбільшої правдоподібності, розраховуються за формулою:

$$\sigma_{C_v} = \sqrt{3/[2n(3 + C_v^2)]} \cdot 100 \quad (5.17)$$

Відносна середня квадратична похибка коефіцієнта асиметрії σ_{C_s} (%) визначається за теоретичною формулою С.М.Крицького та М.Ф.Менкеля:

$$\sigma_{C_s} = \sqrt{\frac{6}{n}(1 + 6C_v^2 + 5C_v^4)} \cdot 100 \quad (5.18)$$

Розрахунки похибок за методом найбільшої правдоподібності представлено в табл. 5.1 для шарів стоку та в табл.5.2 для витрат води.

Аналіз таблиць 5.1 та 5.2 свідчить про те, що середні значення за всіма розглянутими методами практично збігаються, що свідчить про їх високу узгодженість. Подібна ситуація спостерігається і для коефіцієнта варіації C_v , значення якого демонструють стабільність незалежно від обраного підходу. Середньоквадратичні похибки для шарів стоку та витрат води не перевищують 10 %, що вказує на достатню точність розрахунків. Зокрема, за методом максимальної правдоподібності, похибка C_v знаходяться в межах 8,0 %, що є прийнятним рівнем для даних досліджень. Водночас, аналіз показує, що похибка σ_{C_s} не залежить від методу розрахунку параметра C_s і залишається сталою на рівні 75,5 % для шару стоку та 76,9 % для витрат води [33].

6 МЕТОД ВОДНО-ТЕПЛОВОГО БАЛАНСУ В ОЦІНЦІ РІЧКОВОГО СТОКУ РЕГІОНУ ПРИЧОРНОМОР'Я

Оскільки гідрологічні дані по річках Причорномор'я майже відсутні, та більшість річок регіону зазнали значного антропогенного втручання, що призвело до суттєвого зменшення річного стоку або ж повного його зникнення, виникла потреба у використанні альтернативних методів оцінки водних ресурсів. Одним із таких підходів є модель «Клімат-Стік», яка дозволяє оцінити кліматичний, природний та побутовий річковий стік, авторами цієї моделі є Є.Д. Гопченко та Н.С. Лобода [27, 28].

Норма річного стоку, як функція співвідношення ресурсів тепла й вологи, відображає вплив виключно кліматичних чинників, не враховуючи впливу підстильної поверхні (азональних та інтразональних чинників), зокрема пов'язаних із водогосподарською діяльністю у межах водозбору. Таким чином, значення норм кліматичного стоку можна розглядати як характеристику природних (незмінених господарською діяльністю) водних ресурсів території [29].

На відміну від норм річного стоку, отриманих у результаті гідрологічних спостережень, кліматичні норми є точковими характеристиками, які стосуються конкретної метеорологічної станції.

Теоретичною основою моделі «клімат-стік» при визначенні кліматичного і природного стоку річок є метод водно-теплогового балансу, складовими рівняння водно-теплогового балансу є характеристика ресурсів зволоження (сума опадів за розрахунковий період та зміни запасів вологи в ґрунті) і максимально можливе випаровування з поверхні суші або його теплоенергетичний еквівалент [27, 28].

Для багаторічного періоду зміна запасів вологи в шарі ґрунту приймається рівною нулю [27, 28]. У такому випадку рівняння водно-теплогового балансу для визначення кліматичного стоку набуває вигляду:

$$\overline{Y_K} = \overline{X} - \overline{E_m} \left[1 + \left(\frac{\overline{X}}{\overline{E_m}} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}} \quad (6.1)$$

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

Для визначення кліматичного стоку $\bar{Y}_K$, для річок Причорномор'я авторами запропонована карта норм річного кліматичного стоку [27].

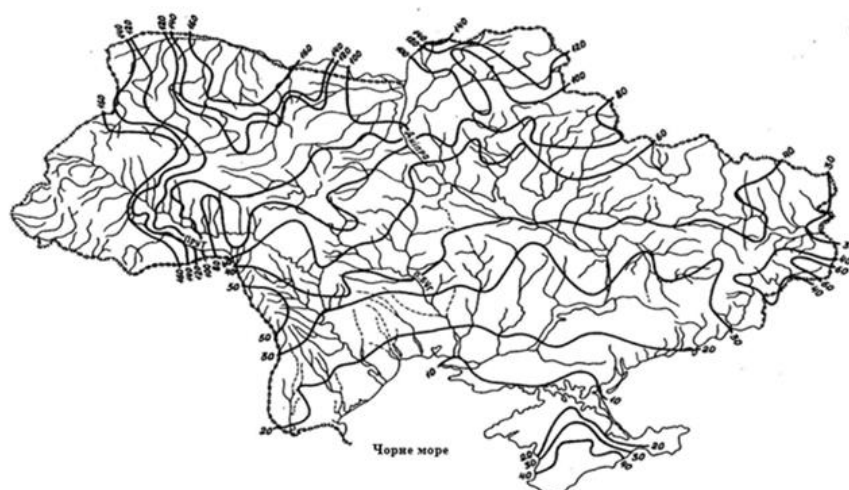


Рисунок 6.1 - Карта норм кліматичного стоку всієї території України [27].

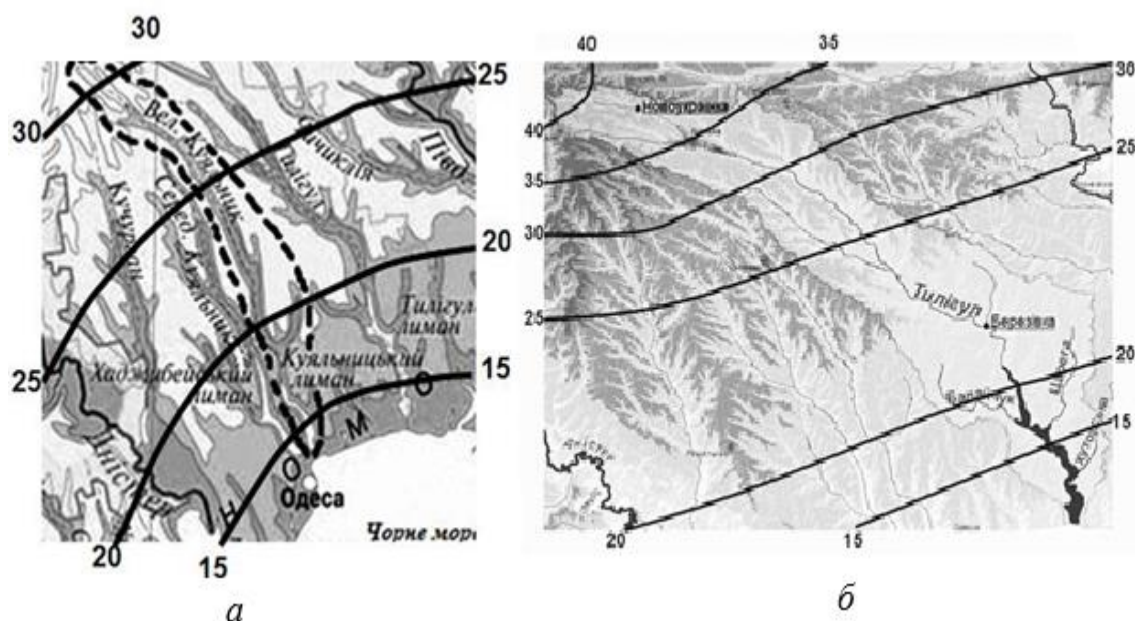


Рисунок 6.2 - Карти норм кліматичного стоку басейну річки Великий Куяльник (а) та басейну річки Тилігул (б) [30,31].

Для визначення природного стоку річок, басейни яких розташовані в різних фізико-географічних умовах, у моделі «Клімат-Стік» використовуються коефіцієнти переходу від норм річного кліматичного стоку до природного. Ці коефіцієнти відображають вплив підстильної поверхні на процес формування річного стоку. Зокрема, для річок степової зони важливу роль у формуванні стоку відіграють втрати на поверхневу затримку в межах водозбору, що пов'язано з незначною середньою висотою басейнів. У таких умовах значна частина опадів затримується або втрачається ще до досягнення русла річки, що знижує величину природного стоку в порівнянні з кліматичним [27, 28].

Перехідний коефіцієнт $K_{\text{ПЕР}}$ території басейну річок Причорномор'я розраховується за формулою:

$$K_{\text{ПЕР}} = 1 - 0,003 * (280 - H_{\text{сеп}}), \quad (6.2)$$

де $H_{\text{сеп}}$ - середня висота водозборів, м БС.

В моделі «клімат-стік» норма природного річного стоку розраховується за формулою:

$$\bar{Y}_{\text{ПР}} = K_{\text{ПЕР}} * \bar{Y}_{\text{К}}. \quad (6.3)$$

Розрахунок параметрів річкового стоку таких як коефіцієнт варіації C_v та співвідношення C_s/C_v , для визначення коефіцієнту варіації природного річного стоку річок досліджуваної території рекомендовано рівняння:

$$C_v = \frac{C_{v \max}}{\left(\frac{\bar{Y}_{\text{ПР}}}{10}\right)^{0.62}}, \quad (6.4)$$

де $C_{v \max}$ - граничне максимальне значення коефіцієнтів варіації річного стоку, що відповідає мінімальному значенню кліматичного стоку $\bar{Y}_{\text{К}} = 10$ мм,

рекомендовано приймати рівним 1.5 для річок Північно-Західного Причорномор'я [29].

Коефіцієнт асиметрії для території Причорномор'я розраховується за таким співвідношенням коефіцієнту асиметрії до коефіцієнту варіації:

$$C_s = 1.7 * C_v \quad (6.5)$$

де C_s - коефіцієнт асиметрії.

6.1 Обчислення природного річного стоку за допомогою моделі «Клімат-Стік»

Для подальшого порівняння моделі «Клімат-Стік» із агро-гідрологічною моделлю SWAT розраховано шари стоку по дев'яти фрагментам трьох річок а саме р. Великий Куяльник, р. Когильник та р. Тилігул.

Для розрахунку перехідного коефіцієнту $K_{\text{ПЕР}}$ спочатку потрібно зняти данні норми кліматичного стоку $\bar{Y}_K$ використовується карта кліматичного стоку рис.6.1 для річки Великий Куяльник та річки Тилігул використовується більш деталізовані карти рис.6.2 (а) та рис.6.2 (б) відповідно, площа F та середня висота водозбору $H_{\text{сер}}$, були отримані з онлайн платформи “Land & Water”.

Перехідний коефіцієнт $K_{\text{ПЕР}}$ розраховано за формулою 6.2 з використанням середньої висоти водозбору $H_{\text{сер}}$, використовуючи отримані значення перехідного коефіцієнту для дев'яти фрагментів трьох річок р. Великий Куяльник, р. Когильник та р. Тилігул, розраховується природний річний стік $\bar{Y}_{\text{ПР}}$ цих річок за формулою 6.3 розрахунок коефіцієнту варіації та асиметрії виконується за допомогою відповідних формул 6.4 та 6.5 отримані результати внесені до таблиці 6.1.

Інтерес представляло порівняти норми річного стоку по картам СНіП 2.0.14-83 з результатами отриманими з моделі «Клімат-Стік». З карт нормативного документу значення були отримані в таких одиницях як $[\text{л/с} * \text{км}^2]$

тому їх необхідно для подальшого порівняльного аналізу перевести в [мм/рік⁻¹], коефіцієнт варіації знятий з карт СНіП занесено до табл. 6.2 разом із нормою річного стоку.

Таблиця 6.1 – Розрахунок природного річного стоку за моделлю «Клімат-Стік»

суббасейн	Річка	F, км ²	Норма кліматичного стоку $\bar{Y}_K$	Середня висота водозбору $H_{сер}$	Перехідний коефіцієнт $K_{пер}$	Параметри природного річного стоку		
						$\bar{Y}_{пр}$	C_v	C_s
2881	р.В.Куяльник, фрагмент 5	2007	16	48,2	0,3	4,9	1,1	1,9
2877	русло не визначено	2243	16	21,6	0,2	3,6	1,1	1,9
2924	р. Когильник, фрагмент 2	3253	11	62,4	0,3	3,8	1,4	2,4
2923	р. Когильник, фрагмент 3	3716	11	31,8	0,3	2,8	1,4	2,4
3776	русло не визначено	5341	11	14,3	0,2	2,2	1,4	2,4
2365	р. Тилігул, фрагмент 4	2390	26	95,2	0,4	11,6	0,8	1,4
2872	р. Тилігул, фрагмент 5	2730	25	83,4	0,4	10,3	0,8	1,4
2871	р. Тилігул, фрагмент 6	3026	22	77,3	0,4	8,6	0,9	1,6
2869	р. Тилігул, фрагмент 7	3598	20	66,6	0,4	7,2	1,0	1,7

Таблиця 6.2 – Характеристики річного стоку згідно СНіП 2.01.14-83

Суббасейн	Річка	F, км ²	Норма річного стоку $\bar{Y}_{СНІП}$	C_v
2881	р.В.Куяльник, фрагмент 5	2007	6	0,99
2877	русло не визначено	2243	6	1
2924	р. Когильник, фрагмент 2	3253	19	0,96
2923	р. Когильник, фрагмент 3	3716	16	0,95
3776	русло не визначено	5341	9	0,94
2365	р. Тилігул, фрагмент 4	2390	18	0,80
2872	р. Тилігул, фрагмент 5	2730	16	0,85
2871	р. Тилігул, фрагмент 6	3026	10	0,90
2869	р. Тилігул, фрагмент 7	3598	6	0,95

6.2 Порівняльний аналіз отриманих даних

Порівняльний аналіз двох методів оцінки норм річного стоку басейну річок Причорномор'я а саме дев'яти фрагментів трьох річок р. Великий Куяльник, р. Когильник та р. Тилігул, свідчить про те що агрокліматина модель визначення норм річкового стоку для обраних фрагментів на 33% відрізняється від результатів отриманих по моделі «Клімат-Стік» (рис 6.3), тоді як відмінність між даними агрокліматичної моделі та даних знятих з карт СНіП (рис. 6.4) коливається в межах 74% на відміну від моделі «Клімат-Стік» (рис. 6.5) яка має значення 21%

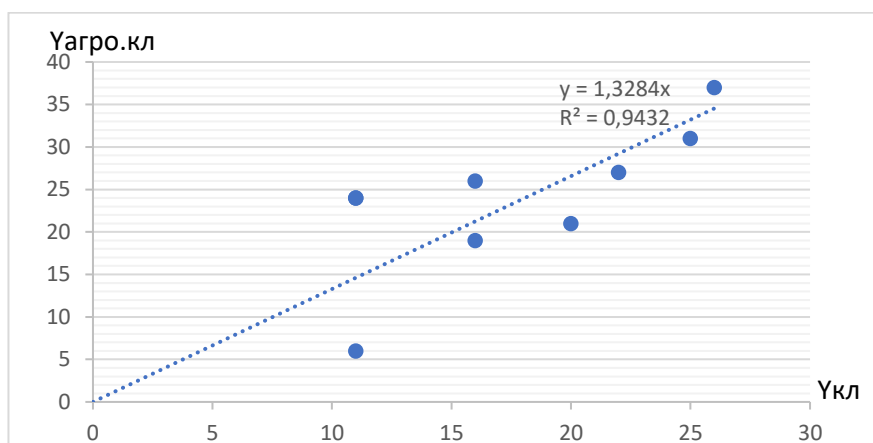


Рисунок 6.3 – Порівняння річного агрокліматичного та кліматичного стоку.

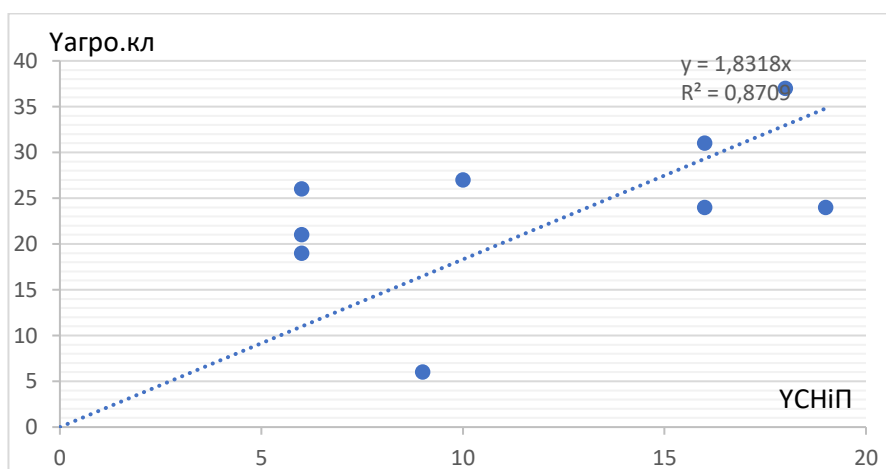


Рисунок 6.4 – Порівняння річного агрокліматичного стоку та даними СНіП.

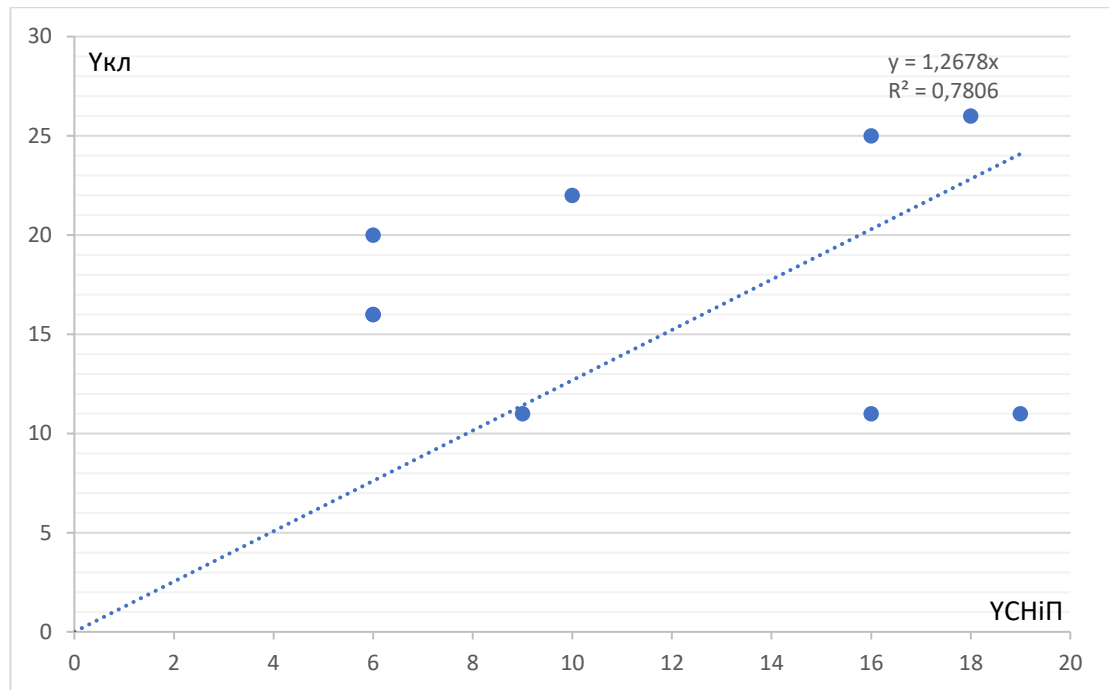


Рисунок 6.5 – Порівняння річного кліматичного стоку з даними СНіП.

Порівняльний аналіз трьох методів оцінки норм річного стоку — агрокліматичної моделі, моделі «Клімат-Стік» та нормативних карт СНіП — дозволив виявити суттєві відмінності в результатах. Найбільш наближені до реальних умов результати демонструє модель «Клімат-Стік», яка враховує просторову неоднорідність кліматичних параметрів, особливості ґрунтового покриву, водозбору та сучасні дані спостережень. Її перевагою є також можливість адаптації до кліматичних змін і прогнозування сценаріїв водності.

Натомість агрокліматична модель, яка базується переважно на спрощених залежностях між опадами, температурою і коефіцієнтом стоку, демонструє суттєві розбіжності з фактичними значеннями, особливо в регіонах з неоднорідними геоморфологічними умовами. Це знижує її ефективність для застосування у водогосподарському плануванні. Картографічні матеріали СНіП, хоч і залишаються нормативною базою, відзначаються низькою просторовою роздільністю та застарілими кліматичними показниками, що обмежує їхню актуальність у сучасних умовах зміни клімату.

ВИСНОВКИ

Дослідження гідрогеологічних та фізико-географічних умов Причорноморської западини та басейну річок Причорномор'я виявило значну складність і різноманітність цього регіону. Ізольовані водоносні горизонти з різною мінералізацією підземних вод є характерною рисою, що потребує подальшого детального вивчення. Географічне положення, кліматичні умови та ґрунтовий покрив створюють сприятливі умови для активного сільськогосподарського використання території, що водночас обумовлює необхідність збереження природного водного балансу та екосистем. Система моніторингу та екологічної оцінки водних ресурсів України, що ґрунтується на сучасних європейських підходах, є важливим інструментом сталого управління водними об'єктами. Вона забезпечує інтегровану оцінку екологічного стану масивів поверхневих вод за п'ятибальною шкалою, із застосуванням діагностичного, операційного та дослідницького моніторингу. Такі підходи дають змогу відстежувати зміни у водному середовищі, визначати пріоритетні джерела забруднення та впроваджувати ефективні заходи охорони вод.

Результати обчислення показників перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) свідчать про суттєвий антропогенний тиск, особливо з боку аграрного сектору та урбанізованих територій. Найбільш поширеними забруднювачами стали сульфат-, хлорид-, нітрат- та нітрит-іони, важкі метали й залишки пестицидів. У річці Тилигул фіксувалися найнижчі рівні забруднення (перевищення сульфатів не більше ніж утричі), тоді як у річці Хаджидер — найвищі (перевищення сульфатів у 26 разів, хлоридів і нітритів — у 13 разів). Це підтверджує необхідність вдосконалення заходів екологічного контролю в басейнах найбільш уразливих водотоків.

Вивчення гідрологічних умов доповнено використанням онлайн-платформи “Land & Water”, яка реалізує можливості агро-гідрологічної моделі SWAT (Soil and Water Assessment Tool). Завдяки цьому було здійснено моделювання водного балансу басейнів р. Великий Куяльник, р. Когильник та

р. Тилігул за період 1980–2020 рр. Результати моделювання дозволили виявити просторові та часові закономірності стоку, залежності між опадами, запасами вологи ґрунту та витратами води в руслі. Платформа виявилася ефективним інструментом для кількісної оцінки динаміки водного режиму в умовах зміни клімату та землекористування.

Окрему увагу приділено оцінці природного багаторічного стоку методом «Клімат-Стік», що базується на балансовому співвідношенні кліматичних елементів (опадів, температури, коефіцієнта випаровування). Результати, отримані цим методом, були зіставлені з даними агрокліматичного підходу (який враховує коефіцієнти стоку на основі зонального клімату та ґрунтових умов) та нормативного підходу за СНіП, який застосовує фіксовані середні значення для різних типів місцевості.

Порівняння показало, що метод «Клімат-Стік» забезпечує найближчі до природних умов результати, адекватно відображаючи вплив сучасного клімату та гідротермічного режиму натомість агрокліматичний метод дав близькі значення, проте менш стабільні для маловодних і змінених басейнів, нормативний СНіП продемонстрував значні відхилення, особливо у маловодні роки, що свідчить про його обмежену застосовність в умовах зміни клімату та високої просторової неоднорідності. Таким чином, метод «Клімат-Стік» доцільно використовувати для оцінки природного стоку в умовах нестабільного водного режиму, а також як доповнення до статистичних і фізико-моделюючих методів (наприклад, SWAT), з метою покращення водогосподарського планування та прогнозування.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Україна. Міністерство екології та природних ресурсів. Методика віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод... : наказ від 14 січ. 2019 р. № 5 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0127-19#Text>
2. Україна. Кабінет Міністрів. Порядок здійснення державного моніторингу вод : постанова від 19 верес. 2018 р. № 785 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-%D0%BF#Text>
3. Державне агентство водних ресурсів України. Моніторинг поверхневих вод [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://davr.gov.ua/monitoring-poverhnevih-vod1>
4. Державне агентство водних ресурсів України. Інтерактивна карта «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>
5. Державне агентство водних ресурсів України. Державний моніторинг масивів поверхневих вод за європейськими стандартами [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://buvrzt.gov.ua/monitoring.html>
6. Атлас: Географія України. – К. : ДНВП «Картографія», 2003. – 49 с.
7. Голубева, А. (2021). Природне розмаїття: наскільки багаті флора та фауна Одеської області [Електронний ресурс] // Odesa.name. – 10 грудня 2021. – Режим доступу: <https://odesa.name/uk/pryrodne-rozmayittya-naskilky-bagati-flora-ta-fauna-odeskoyi-oblasti> (дата звернення: 24 березня 2025)
8. Коротун І.М., Коротун Л.К., Коротун С.І. Природні умови та ресурси України : навч. посіб. – Рівне, 2000. – 192 с.
9. Фізико-географічне районування України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.geograf.com.ua/physical/school-course/456-fiziko-geografichne-rajonuvannya-ukrajini>
10. Карта ґрунтів України [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://superagronom.com/karty/karta-gruntiv-ukrainy>

11. Ведення землеробства в Степу. Агрокліматична характеристика зони Степу [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

https://pidru4niki.com/19931102/geografiya/vedennya_zemlerobstva_stepu

12. Електронний атлас України / Інститут географії НАН України, Інтелектуальні Системи ГЕО [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<http://wdc.org.ua/atlas/default.html>

13. Паньків З.П. Земельні ресурси : навч. посіб. – Львів : Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2008. – 272 с.

14. Камзіст Ж.С., Шевченко О.Л. Гідрогеологія України : навч. посіб. – К. : Інкос, 2009. – 612 с. – Режим доступу: <https://www.twirpx.com/file/826580/>

15. Атлас Одеської області. – Одеса : Хорс, 2002. – 80 с.

16. Одеська обласна рада. Загальні відомості про екологічний стан Одеської області [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://oblrada.od.gov.ua/odeska-oblast/ekologichnij-stan/zagalni-vidomosti-pro-ekologichnyj-stan-odeskoyi-oblasti/>

17. Географічні карти України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://geomap.land.kiev.ua>

18. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ: Ніка–Центр, 2010. 316 с.

19. Гідрографія та водні ресурси Європи : навчальний посібник / В. К. Хільчевський; М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка, Геогр. ф-т. – Київ: ДІА, 2023. – 307 с.

20. Водний фонд України: штучні водойми – водосховища і ставки: довідник / [В.В. Гребінь, В.К. Хільчевський, В.А. Сташук, О.В. Чунарьов, О.Є. Ярошевич] ; за ред. В.К. Хільчевського, В.В. Гребеня. – Київ : Інтерпрес ЛТД, 2014. – 192 с.

21. Гідрологічні процеси річок України на Land & Water [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://landwater.uhmi.org.ua/#article-2>

22. Шакірзанова Ж.Р., Бурлуцька М.Е., Погорелова М.П. Збірник

методичних вказівок до практичних занять з дисципліни "Гідрологічні розрахунки і прогнози" для студентів IV курсу. – Одеса : ОДЕКУ, 2018. – 113 с.

23. Osypov V., Matviienko Y., Bonchkovskiy A., Osadcha N., Mossur H., Ahafonov Y. Land & Water: An interactive web cartography platform for hydrological research in Ukraine // 17th Int. Conf. Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. – 2023. – Vol. 2023. – P. 1–5. – DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520162>

24. Шакірзанова Ж.Р., Бурлуцька М.Е. Гідрологічні розрахунки і прогнози : конспект лекцій. – Одеса : Вид. ТЕС, 2017. – 156 с.

25. Лобода Н.С. Методи статистичного аналізу у гідрологічних розрахунках і прогнозах : навч. посіб. – Одеса : ОДЕКУ, 2010. – ISBN 978-966-8470-63-3. – Режим доступу: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/3475/>

26. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки : підручник. – Одеса : ТЕС, 2014. – 484 с.

27. Лобода Н.С. 26 Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния: монография. Одеса: Экология, 2005. - 208 с.

28. Лобода Н.С., Божок Ю.В., Куза А.М. Зміни кліматичних чинників та характеристик стоку р. Тилігул під впливом глобального потепління // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2014. – Вип. 17. – С. 116–127.

29. Шакірзанова Ж.Р., Романова Є.О. Водний і сольовий режими озера Катлабух : монографія. – Одеса : Одеський державний екологічний університет, 2021. – 336 с.

30. Водні ресурси та гідроекологічний стан Тилігульського лиману : монографія / за ред. Ю.С. Тучковенка, Н.С. Лободи. – Одеса : ТЕС, 2014. – 278 с.

31. Водний режим та гідроекологічний стан Куяльницького лиману : монографія / за ред. Н.С. Лободи, Є.Д. Гопченка. – Одеса : ТЕС, 2016. – 332 с.

32. Пісарєв Ю.Г. Система моніторингу та оцінки екологічного стану річок Причорномор'я. Матеріали Студентської наукової конференції Одеського

державного екологічного університету (Одеса, 10–19 квіт. 2024 р.). – Одеса: ОДЕКУ, 2024. – С. 104–105.

33. Пісарєв Ю.Г. Статистичний аналіз рядів річного стоку річок Причорномор'я. Матеріали 81-ої звітної студентської наукової конференції Одеського національного університету імені І. І. Мечникова (Одеса, 23–25 квіт. 2025 р.). Секція «Гідрометеорологія і екологія». – Одеса: ОНУ ім. І. І. Мечникова, 2025. – С. 206–209.