

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий
гідрометеорологічний інститут
Кафедра гідрології суші

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: Гідрохімічний режим річок гідрологічно пов'язаних з Придунайськими
озерами

Виконала студентка групи ГО-18
спеціальності 103 Науки про Землю
Крутенко Інна Віталіївна

Керівник канд. геогр. наук, доц.
Кічук Наталія Сергіївна

Консультант _____

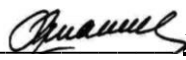
Рецензент канд геогр. наук, доц.
Вольвач Оксана Василівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Науково-навчальний гідрометеорологічний інститут
Кафедра Гідрології суші
Рівень вищої освіти бакалавр
Спеціальність 103 Науки про Землю
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри гідрології суші

 д-р геогр. наук, проф. Шакірзанова Ж.Р.
"02" березня 2022 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

студенці(ту) Крутенко Інні Віталіївні

1. Тема роботи Гідрохімічний режим річок гідрологічно пов'язаних з Придунайськими озерами

керівник роботи Кічук Наталія Сергіївна, канд. геогр. наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ОДЕКУ від 21 грудня 2021 р. 267С »

2. Строк подання студентом роботи 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи Матеріали спостережень за хімічним складом води у пунктах моніторингу лабораторії Причорноморського центру моніторингу вод та ґрунтів за період 2004-2019 рр.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Коротка фізико-географічна характеристика району дослідження.
2. Описання мережі гідрохімічного моніторингу.
3. Гідрохімічний режим басейну річок.
4. Основні методи оцінки якості поверхневих вод.
5. Аналіз результатів досліджень якості води за різними методиками.
5. Порівняння оцінки якості води за різними методиками.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Карто – схеми: фізико - географічного положення, розташування пунктів моніторингу. Графічні побудови: динаміка хімічного складу води в різних пунктах за досліджуваний період, зміни показників ІЗВ та ІЗВ модифікованого за досліджуваний період.

6. Консультанти розділів роботи


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

7. Дата видачі завдання 2.03.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Збір вихідної інформації. Вступ.	02-09.03.2022	90	відмінно
2	Коротка фізико-географічна характеристика району дослідження	10-15.03.2022	90	відмінно
3	Описання мережі гідрохімічного моніторингу	16-20.03.2022	85	добре
4	Гідрохімічний режим басейну річки	23-26.05.2022	85	добре
	Рубіжна атестація			
5	Основні методи оцінки якості поверхневих вод	27-28.05.2022	85	добре
6	Аналіз результатів досліджень якості води	29.05-31.05.2022	85	добре
	Оформлення роботи	1-5.06.2022		
	Перевірка на плагіат, підписання авторського договору	6.06.2022		
	Підготовка доповіді, презентації	6-10.06/2022		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		87	добре

Студент


(підпис)

Крутенко І.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Кічук Н.С.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ	5
1 Коротка фізико-географічна характеристика природних умов району дослідження	6
1.1 Географічне положення і рельєф	6
1.2 Ґрунти і рослинність	8
1.3 Клімат умови.....	9
1.4 Гідрологічний режим.....	12
1.5 Антропогенне навантаження	13
2 Гідрохімічний режим досліджуваних річок	15
2.1 Мінералізація і основні іони	16
2.2 Біогенні елементи і органічні речовини.....	26
2.3 Вміст у поверхневих водах важких металів.....	36
2.4 Вміст специфічних забруднювальних речовин.....	44
3 Дослідження якості поверхневих вод	47
3.1 Основні методи оцінки якості поверхневих вод.....	47
3.2 Оцінка якості води за ІЗВ модифіковане.....	50
Висновки	56
Перелік джерел посилання.....	59

ВСТУП

З початком інтенсифікації сільського господарства у 70-х роках почалося додаткове використання заплавлених земель Придунав'я, а для їх захисту були збудовані дамби обвалування вздовж р. Дунай, що докорінно змінили гідрологічно історичний водний режим Придунайських озер [1]. Саме з цієї причини географічне розташування озер Катлабух, Китай по відношенню до інших розташованих вище за течією озер, створило умови за яких вони стали залежними від рівневого режиму р. Дунай. Гідрологічні особливості гирлової ділянки Дунаю такі, що розмах коливань рівнів води зменшується від 5-6 м (Рені) до 1,5 – 2,0 м (Вилкове). Тому можливість здійснення самопливного водообміну з річкою Дунай також зменшуються від озера Кагул до озера Китай. Саме скорочення процесів водообміну з р. Дунай в комплексі з антропогенним навантаженням на водозбірну площу малих річок, що впадають в озера Ялпуг, Катлабух, Китай а також негативними явищами, які пов'язані зі зміною клімату, створюють для водних ресурсів озера ряд екологічних, водогосподарських та соціальних проблем. Гідрохімічний стан води озер погіршився, мінералізації води збільшилася у 3-5 разів, тобто з 800 мг/дм³ до 4-7 г/дм³. [1,2].

Тому виникає необхідність ретельно аналізувати гідрологічний і гідрохімічний режим озера та річок, що в нього впадають з метою надання як наукових рекомендацій так і експлуатаційних заходів щодо покращення стану озер Ялпуг, Катлабух, Китай і оптимальних умов їх функціонування відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви 2000/60/ЕС, які стосуються покращення поверхневих, прибережних і ґрунтових вод та у зв'язку зі збільшуваним антропогенним навантаженням на річкові басейни[1,2,3].. Актуальності також набувають питання оцінки якості води за гідрохімічними показниками, своєчасний аналіз і прогнозування зміни гідрохімічних показників у часі та просторі [3].

1 КОРОТКА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Географічне положення і рельєф

Район дослідження розташований у південно-західній частині Причорноморської низовини на лівобережній заплаві р. Дунай, де знаходяться заплавні озера. Водні ресурси цих озер використовуються для здійснення рибогосподарської діяльності, на зрошення, на питні потреби (водосховище Ялпуг), а також в рекреаційних цілях. Основна прибуткова частина у водному балансі цих озер – це надходження дунайської води через канали зі шлюзами регуляторами. На якість води в цих озерах також мають вплив і інші чинники серед яких води річок, що гідравлічно з ними пов'язані.

Для дослідження були обрані р. Ялпуг, р. В. Катлабух, та р. Киргиз-Китай (рис.1.1) [1,2].

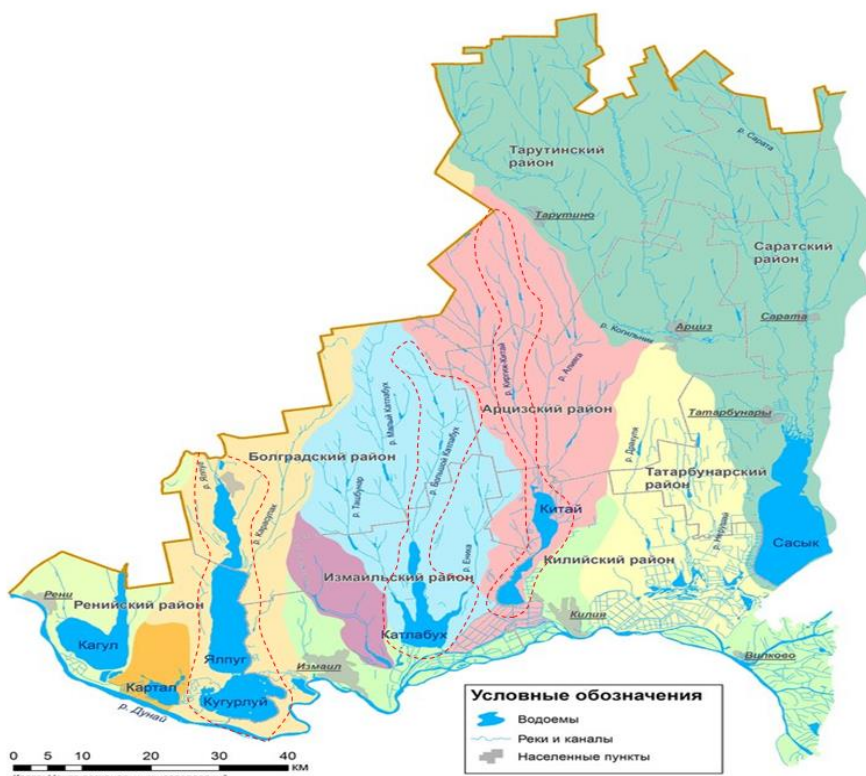


Рисунок 1.1 – Місце розташування досліджуваних об'єктів.

Річка Ялпуг – протікає в межах Болградського району Одеської області (південна Бессарабія). Довжина 142 км, площа водозбірного басейну 3280 км² (в межах України відповідно 8 км і 52 км²). Похил річки 1,1 м/км. Долина у верхів'ях каньйоноподібна, у пониззі завширшки 3,5-4 км. Заплава завширшки 0,5-1,5 км, у нижній течії заболочена. Річище звивисте, влітку пересихає. Використовується на зрошення та для питного водопостачання.

Річка бере початок на південних схилах Центральномолдавської височини, біля села Жавгур. Біля витoku тече Бессарабською височиною, в надалі - Причорноморською низовиною. Тече переважно на південь. Впадає до озера Ялпуг неподалік від західної околиці міста Болграда [1,4].

Річка Великий Катлабух. Загальна довжина річки 49,0 км. Розташована на території Ізмаїльського, Болградського, Арцизького районів. Великий Катлабух бере початок на північний схід від села Нові Трояни. Тече територією Причорноморської низовини переважно на південь і (частково) південний схід, площа водозбірного басейну 534 км². Похил річки 2,6 м/км. Впадає до озера Катлабух біля північно-західної околиці смт. Суворове [1,4].

Річка Киргиж-Китай. Загальна довжина річки 64,0 км. Розташована на території Тарутинського, Болградського, Арцизького, Кілійського районів, а також на території Молдови. Впадає річка в водосховище Китай Витік річки знаходиться на південних схилах Подільської височини поблизу села Твардіца Тараклійського району Молдови. Площа водозбору 725 км², має дві притоки довжиною більше 10 км, річка Киргиж та річка Пержейська. Басейн річки розташований в південно-західній частині Причорноморської западини, область Преддобружского крайового прогину [1,4].

Сама територія Придунайського регіону розташовується в межах двох фізико-географічних областей [4,5]. Південно-Молдавська схилово-піднесена область Дністровсько-Дніпровської північно-степової провінції північно-степової підзони степової зони;

1) Задністровсько-Причорноморська низинна область Причорноморської середньостепової провінції середньостепової підзони степової зони.

Геоморфологічні умови регіону визначаються його положенням у межах сполучення Східно-Європейської тектонічної платформи і Скіфської тектонічної плити [4,5].

1.2 Ґрунти і рослинність

Основною ґрунтоутворюючою породою на досліджуваній території є леси і лесоподібні суглинки буро-пального кольору, високошпаруваті (загальна шпаруватість до 50-60 %), карбонатні (CaCO_3 – 14-18 %). У гранулометричному складі цих порід домінують фракції крупного пилу (0,05-0,01 мм), зокрема, 35-45 %, а у деяких випадках – 50-55 % [5,6].

В районі дослідження ґрунтовий покрив в основному складений чорноземами звичайними та чорноземами південними, що утворилися в умовах степової рослинності. Їм притаманна висока біологічна активність, висока шпаруватість та водопроникність.

При просуванні з півночі на південь відбувається зменшення потужності гумусового горизонту та кількості гумусу в ньому. Можна також відзначити незадовільний режим живлення, що вказує на недостатній рівень забезпеченості головними елементами живлення сільськогосподарських культур [5,6].

В районі басейну р. Киргиж-Китай можна відмітити наявність лугово-чорноземних глибокосолонцеватих ґрунтів, що свідчить про наявність засоленних материнських порід.

Рослинність. Дуже важливий чинник, що має значний вплив на формування гідрологічного режиму, розподіл опадів та випаровування – наявність рослинності на досліджуваній території. На досліджуваній території природна рослинність займає приблизно 18,99 % від всієї площі

басейну. Це в основному фрагментарно – дрібні ділянки типчаково ковилових степів деградованих в результаті випасу [1,5].

На досліджуваній території можна відзначити наявність близько 189 видів рослин, з яких водяний горіх, меч-трава звичайна, сальвінія плаваюча, зозулинець болотний занесені до Червоної книги України. Є так само ряд рідкісних видів, що занесені до Зеленої книги України: формація горіха плаваючого, формація ковили дніпровської, формація марсилія чотирилиста, формація меч трави звичайної, формація сальвінії плаваючої, формація очерету приморського, формація Маніка тростинного, формація ковили Лессінга, формація ковили української [1,5].

1.3 Кліматичні умови

Клімат досліджуваної території характеризується помірно теплими сухими умовами. Для нього притаманні такі характеристики: недостатня кількість опалів, тривале і сухе літо, значне випаровування, коротка зима з частими відлигами. [1,5,7].

Опади та випаровування. Річна кількість опадів складає 450-500 мм. основна кількість опадів в басейні спостерігається в літній період. Значна частина випаровування з поверхні водних об'єктів спостерігається також в літній період року [1,5].

Середня місячна та річна кількість опадів (мм) наведена в таб.1.1

Найбільша кількість опадів притаманна літнім місяцям, але головна особливість цих опадів та, що вони мають здебільшого локальне розповсюдження і зливовий характер.

Що стосується твердих опадів, то можна зазначити, що для цієї території характерний дуже малий сніговий покрив, а деякі роки його взагалі не буває. В окремих випадках можливі і хуртовини, і значний сніговий покрив.

Таблиця 1.1 – Середня місячна кількість опадів (мм)

Місяць	Метеостанція	
	Болград	Ізмаїл
січень	30,8	32,1
лютий	29,1	30,7
березень	29,2	28,6
квітень	34,3	33,5
травень	48,3	45,1
червень	70,5	58,4
липень	50,0	49,9
серпень	45,3	35,8
вересень	39,4	37,6
жовтень	31,4	30,5
листопад	37,7	37,8
грудень	38,4	39,0
Рік	485,3	459,6

Бездощові періоди, особливо з високими температурами призводить до утворення посух. Середня тривалість посушливих періодів коливається від 30 до 80 днів, що дуже згубно впливає на сільськогосподарські культури [1,7].

Випаровування. Річна кількість випаровування складає 600-800 мм. Значна кількість випаровування з поверхні водних об'єктів спостерігається в літній період року.

Температурний режим. Найнижчі температури повітря спостерігаються у січні-лютому. Перехід середньої добової температури через нуль взимку відбувається у січні, і весною – наприкінці лютого. Дуже часто у зимовий період спостерігаються температури повітря вище нуля. Зареєстровані максимальна і мінімальна температури повітря відповідно в межах + 41 і – 26 °С [1,7].

Середньорічна температура повітря по метеостанціям Болград та Ізмаїл наведена у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. – Середньорічна температура повітря (°C) по метеостанціям Болград та Ізмаїл

Місяць	Станція	
	Болград	Ізмаїл
січень	-2,2	-0,7
лютий	-0,7	0,6
березень	3,7	4,1
квітень	10,4	10,5
травень	16,3	16,4
червень	20,0	20,4
липень	21,6	22,2
серпень	21,1	21,7
вересень	16,9	17,6
жовтень	10,9	11,9
листопад	5,3	6,7
грудень	0,4	2,0
Рік	10,3	11,1

Середня вологість Придунайського регіону змінюється від 64 до 85 %, Навесні коливання відносної вологості більш виражені, ніж в зимовий період Найбільші середньомісячні значення вологості характерні для періоду з листопаду по грудень і становлять більше 80%. Найменші – у літні місяці (60-70 %).

Взимку переважає вітер північних напрямків. Весною (від січня до квітня) збільшується повторюваність південного вітру. Досить значну повторюваність має вітер з північною складовою. Восени переважають

північні та північно-західні вітри. Переважаючими є вітри північного напрямку. Середня річна швидкість вітру становить 4м/с [1, 5].

1.4 Гідрологічний режим

Рівневий режим досліджуваних річок характеризується яскраво вираженим весняною повінню, низькою літньою меженню і низьким стійким стоянням взимку. В окремі роки весняна повінь відсутня або спостерігається в незначних розмірах, що поряд з високими температурами може привести до пересихання річок в певних місцях. Інтенсивний підйом рівнів навесні зазвичай спостерігається наприкінці лютого – початку березня [1,5,8].

Льодові явища в нижніх течіях річок спостерігаються не щорічно. Це залежить від температурного режиму. Для даного району характерні зимові відлиги, що обумовлює нестійкість льодових фаз. Початок льодових утворення можна в середньому віднести до першої половини грудня. Льодовий покрив нестійкий і його тривалість коливається від 14 до 126 днів.

Басейни річок Киргиз-Китай та В. Катлабух розташовані в межах причорноморського артезіанського басейну. Водоносні горизонти приурочені до відкладів четвертинної, неогенової систем. Вони мають високу мінералізацію від 3 до 19 г/дм³, а до їх хімічного складу належать сульфатні та хлоридні іони та іони натрію. Можна також відмітити забруднення біогенними елементами. Першим від поверхні регіональним водоупором є глини середнього, верхнього сармата і меотіс. Місцевим водоупором є верхнепліоценові червоно бурі глини потужністю 2 – 10 м поширені на вододільних плато і їх схилах і залягають на глибині 7 – 25 м [1, 5, 9].

1.5 Антропогенне навантаження

В басейнах всіх досліджуваних річок можна відмітити значний антропогенний вплив на формування якості води. На досліджуваній території знаходиться значна кількість населених пунктів, населення яких своєю господарською діяльністю надає значний антропогенний вплив як на територію водозбірної площі, так і безпосередньо на поверхневі води річок [1, 5, 9].

Забруднення органічними речовинами води водних об'єктів здійснюється за рахунок побудованих ферм, звалищ сміття, рибогосподарської діяльності на водних об'єктах.

На всіх водосховищах та малих річках, де населенні пункти знаходяться в межах прибережних захисних смуг населення використовує ПЗС, як сміттєзвалища, а малі річки засипаються побутовим сміттям, яке у весняний період в період значних опадів течією річки зноситься в водосховища. Сотні тон сміття попадаючи у водосховища захаращують воду [1].

Особливістю досліджуваних річок є ті обставини, що р. Ялпуг та р. Киргиз-Китай мають витік на території Молдови і отримують звідти додаткове забруднення.

Проблемними питаннями у відносинах між Республікою Молдова та Одеською областю є періодичні скиди забруднюючих речовин у транскордонні водотоки. Так річка Киргиз-Китай забруднюється стічними водами вино-кон'ячного заводу (с. Твардиця) [9]. Про що свідчать відібрані проби в пункті с. Малий Ярославець на кордоні з Молдовою 9 лютого 2016 року. При відборі проби води в ході обстеження було встановлено, що колір води неприродного білого кольору з запахом сірки і частково каналізаційних відходів. На рис. 1.2 наводиться фото місця відбору проб.

Результати візуального обстеження та лабораторні вимірювання чітко вказують на забруднення природного середовища, а саме води в річці Киргиз-Китай зі сторони Молдови, продуктами виноробної діяльності і господарсько-побутових відходів [9].

Аналогічні забруднення можна відмітити і для р. Ялпуг, що відбуваються з території Молдови, про свідчать аналізи проб води в місці перетину кордону.



Рис. 1.2 – Фото забруднення р. Киргиж-Китай [9]

2. ГІДРОХІМІЧНИЙ РЕЖИМ ДОСЛІДЖУВАНИХ РІЧОК

В межах кожного басейну досліджуваних річок сформувалися особливі кліматичні, орографічні, гідрологічні та ґрунтові умови, які безпосередньо впливають на умови формування їх хімічного складу. Зокрема іонний склад поверхневих вод формується в зоні недостатнього зволоження, рівнинного рельєфу і характеризується високими значеннями мінералізації

Також можна відмітити, що в їх живленні беруть участь ґрунтові води сульфатно-кальцієвого та сульфатно-натрієвого складу, а також води хлоридно-сульфатно-натрієвого складу із загальною мінералізацією від 3,0 до 10,0 г/дм³, що надають вплив при формуванні хімічного складу вод річок [9].

Можна виділити і значний вплив антропогенної складової на формування гідрохімічного режиму. Оскільки водотоки знаходяться в зоні інтенсивного господарського користування та є транскордонними.

Хімічний склад природних вод є складним комплексом розчинних газів, мінеральних солей та органічних сполук. Від кількості і складу основних іонів і наявності забруднюючих речовин залежить якість води. На основі встановлених показників якості надається можливість застосування поверхневих вод для того чи іншого виду водокористування [10-12]. Але хімічний склад води може змінюватися під впливом тих чи інших факторів. Тому постає необхідність в проведенні моніторингу.

Моніторинг вод є складовою частиною державної системи моніторингу навколишнього природного середовища представляє собою систему спостережень за якою здійснюється оцінка стану вод та прогнозування його змін з метою розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень у галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів [1].

Відповідно до наказу Держводагентства України № 6 від 11 січня 2018 року лабораторія моніторингу вод та ґрунтів Одеської гідрогеолого-меліоративної експедиції (нині відокремлений підрозділ БУВР річок

Причорномор'я та нижнього Дунаю «Причорноморський центр водних ресурсів та ґрунтів) контролювала якість води поверхневих водних об'єктів.

Для дослідження були використані дані відібрані на таких постах: річка Ялпуг створ спостережень, розташований за 5,4 км від гирла с. Табаки Болградського району, кордон з Молдовою; річка В. Катлабух за 2 км від гирла по руслу річки, а/д міст на трасі Ізмаїл – Одеса та річка Киргиж-Китай 49 км від гирла по руслу річки, с. М. Ярославець, кордон з Молдовою за період з 2006 по 2018 рр.

Оскільки дві річки із досліджуваних є транскордонними, то моніторинг на них проводився відповідно до угоди Кабінету Міністрів України та Уряду Республіки Молдова про спільне використання та охорону транскордонних вод, на основі якої був прийнятий регламент українсько-молдовського співробітництва з водно-екологічного моніторингу та контролю якості вод [1].

2.1 Мінералізація і основні іони

Першим етапом дослідження було визначення стану води за мінералізацією та головними іонами.

Мінералізація води – це сумарний вміст всіх виявлених під час хімічного аналізу води мінеральних речовин. Зазвичай коливання показників мінералізації поверхневих вод має сезонний характер відповідно до зміни ролі різних видів живлення протягом року. Так під час водопілля та паводків, як правило, показники мінералізації нижчі, а у меженний період – найвищі [10-15]. Але при наявності значного антропогенного впливу можливий і інший розклад показників. В наших дослідженнях ми використовували середньорічні значення показників мінералізації за період 2006- 2018 рр.

Аналізуючи отримані дані можна зазначити, що для досліджуваних водних об'єктів характерні високі значення мінералізації, які формуються під

впливом природних та антропогенних чинників. Отримані дані досліджень наведені в табл.2.1 .

Таблиця 2.1 – Середньорічні значення мінералізації водних об'єктів за період 2006 – 2018 рр.

Роки	Пункти дослідження мг/дм ³		
	р.Ялпуг с.Табаки	р. Великий Катлабух	р.Киргиж-Китай с. Малий Ярославець
2006	3743,0	4331,2	2448,9
2007	3212,0	4458,3	2547,9
2008	4253,0	6545,5	3356,7
2009	3407,3	8245,7	3444,7
2010	3228,2	7283,9	3526,1
2011	3889,0	4480,7	3413,6
2012	5283,0	2959,5	4198,3
2013	2721,0	6062,5	3477,8
2014	3258,0	4239,0	3569,2
2015	4705,0	5331,0	4087,1
2016	3936,3	6549,8	3851,2
2017	3619,7	4265,6	3382,2
2018	3431,7	6141,7	3232,5

Аналізуючи дані показників мінералізації по р. Ялпуг, можна відзначити що величини мінералізації змінювалися за досліджуваний період від 2721 мг/дм³ (2013 р.) до 5283 мг/дм³ (2012 р.)

Відповідно до наведених даних у річці Великий Катлабух показники змінювалися від 2959,5 мг/дм³ (2012 р.) до 8245,7 мг/дм³ (2009 р.), а в річці Киргиж-Китай – від 2448,9 мг/дм³ (2006 р.) до 4198,3 мг/дм³ (2012 р.).

Основною загальною особливістю є те, що для всіх досліджуваних річок показники мінералізації високі, які не відповідають 1000 мг/дм^3 , що характеризує поверхневі води, як прісні і тоді вони можуть використовуватися без обмеження для всіх водокористувачів.

Розглядаючи такі значні показники мінералізації можна надати такий попередній висновок, що на формування таких високих показників впливають як природні чинники так і антропогенні. Більш детальний аналіз можна надати при розгляді іонного складу води та наявності забруднення.

Порівняльну характеристику цих показників можна провести за трьома досліджуваними об'єктами відповідно до рис.2.1

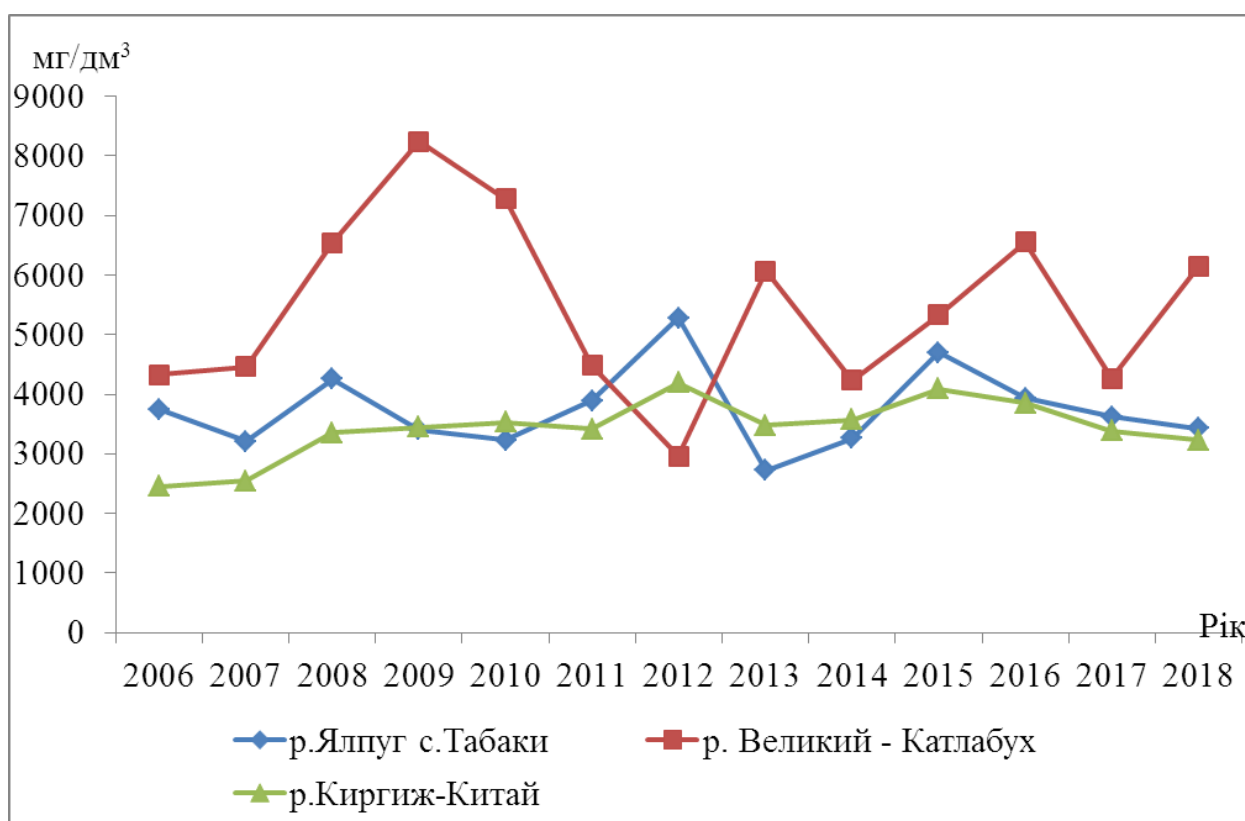


Рисунок 2.1 – Середньорічні значення мінералізації водних об'єктів за період 2006-2018 рр.

Аналізуючи рис. 2.1 можна відзначити, що найвищі показники мінералізації характерні для р. Великий Катлабук. Крім того можна зазначити, що за досліджуваний період немає тенденції до її покращення.

В річці Ялпуг показники мінералізації дещо менші і найнижчі показники у річці Киргиж-Китай. Також можна відзначити тенденцію до зменшення цих показників протягом досліджуваного періоду.

Для більш детального визначення хімічного складу води було визначено наявність і характеристику основних іонів у досліджуваних річках. Головними іонами сольового складу є гідрокарбонати, сульфати, хлориди, кальцій, магній, натрій і калій, походження яких у водах пов'язано як з природними чинниками (розчинення солей, утворених гірськими породами і ґрунтами) так і з антропогенним впливом.

Розглянемо характеристику основних іонів в поверхневих водах р. Ялпуг за період 2006-2018 рр. (табл. 2.2).

Таблиця 2.2. – Середньорічна концентрація головних іонів у воді р.Ялпуг с.Табаки за період 2006-2018рр., мг/дм³

Рік	Гідрокар- бонати	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Натрій +Калій
2006	550,8	1343,1	662,0	111,4	167,1	908,9
2007	386,6	1314,7	517,4	124,1	174,0	695,0
2008	375,9	1694,2	850,4	163,8	248,0	921,1
2009	427,5	1282,3	632,9	122,9	183,6	758,1
2010	422,1	1318,4	495,8	155,0	169,1	667,8
2011	517,3	1552,4	623,4	137,6	217,7	840,2
2012	520,7	1969,1	1108	155,2	303,8	1208
2013	448,1	1021,1	421,6	120,6	148,6	557,7
2014	512,2	1249,6	492,0	116,8	168,3	716,7
2015	547,5	1854,6	810,7	160,3	237,6	1079
2016	558,7	1477,7	663,4	120,3	204,5	900,1
2017	619,8	1313,2	553,8	119,8	172,5	828,7
2018	496,9	1305,6	552,4	122,0	164,2	785,0

Гідрокарбонатні іони є найважливішою частиною хімічного складу природних вод і зазвичай зумовлюють їх клас. Вміст їх у природних водах може бути до 500 мг/дм³ [10-12]. Аналізуючи їх зміни в поверхневих водах р. Ялпуг можна відзначити, що вміст їх відповідає нормі, а динаміка достатньо стабільна.

Сульфатні іони зазвичай займають друге місце в хімічному складі поверхневих вод. Режим сульфатів визначають окисно-відновні процеси, біологічна ситуація, характерна для даного водного об'єкту та господарська діяльність людини [10-12]. Концентрація сульфатних іонів значно вища від гідрокарбонатних. Середньорічна їх концентрація в р. Ялпуг змінюється від 1021 мг/дм³ (2013 р.) до 1969 мг/дм³ у 2012 році і є найвищим показником, що значно перевищує допустимі нормативи і свідчить про наявність антропогенного впливу.

Хлоридні іони також відносяться до основних іонів хімічного складу поверхневих вод. Вони характеризуються доброю розчинністю, що впливає на їх високу міграційну здатність та слабкою сорбцією на завислих речовинах. Їх вміст не перевищує 50 мг/дм³ у водах з низькою та середньою мінералізацією [10-12]. Підвищений їх вміст свідчить про забруднення господарсько-побутовими водами. Відповідно до даних табл.2.2 найбільша середньорічна кількість хлоридних іонів була у 2012 році і склала 1108 мг/дм³, а найменша – у 2013 р. 421 мг/дм³. Можна зазначити, що у всі роки дослідження вміст хлоридних іонів значно вищий допустимих норм, що свідчить про значне антропогенне навантаження.

Кальцій один із переважаючих іонів у поверхневих для слабо мінералізованих поверхневих вод, так як з зростанням мінералізації його кількість зменшується. На його вміст також можуть впливати як природні так і антропогенні чинники [10-13]. Середньорічний вміст кальцію у р. Ялпуг змінюється від 111 мг/дм³ (2006р.) до 163 мг/дм³ (2008 р.)

Магній також один із основних катіонів у поверхневих вод. На його кількість зазвичай впливають процеси розчинення мінералів, але може

надходити зі стічними водами різних підприємств. В водах досліджуваної річки його середньо багаторічна концентрація складає 165 мг/дм^3 .

Середньорічний вміст *натрію та калію* у р. Ялпуг коливається від 667 мг/дм^3 у 2010 році до 1208 мг/дм^3 у 2012 році, що перевищує ГДК рибогосподарського призначення майже в 6 разів.

Для порівняльної характеристики було побудовано графік динаміки вмісту основних іонів у р. Ялпуг за досліджуваний період (рис. 2.2).

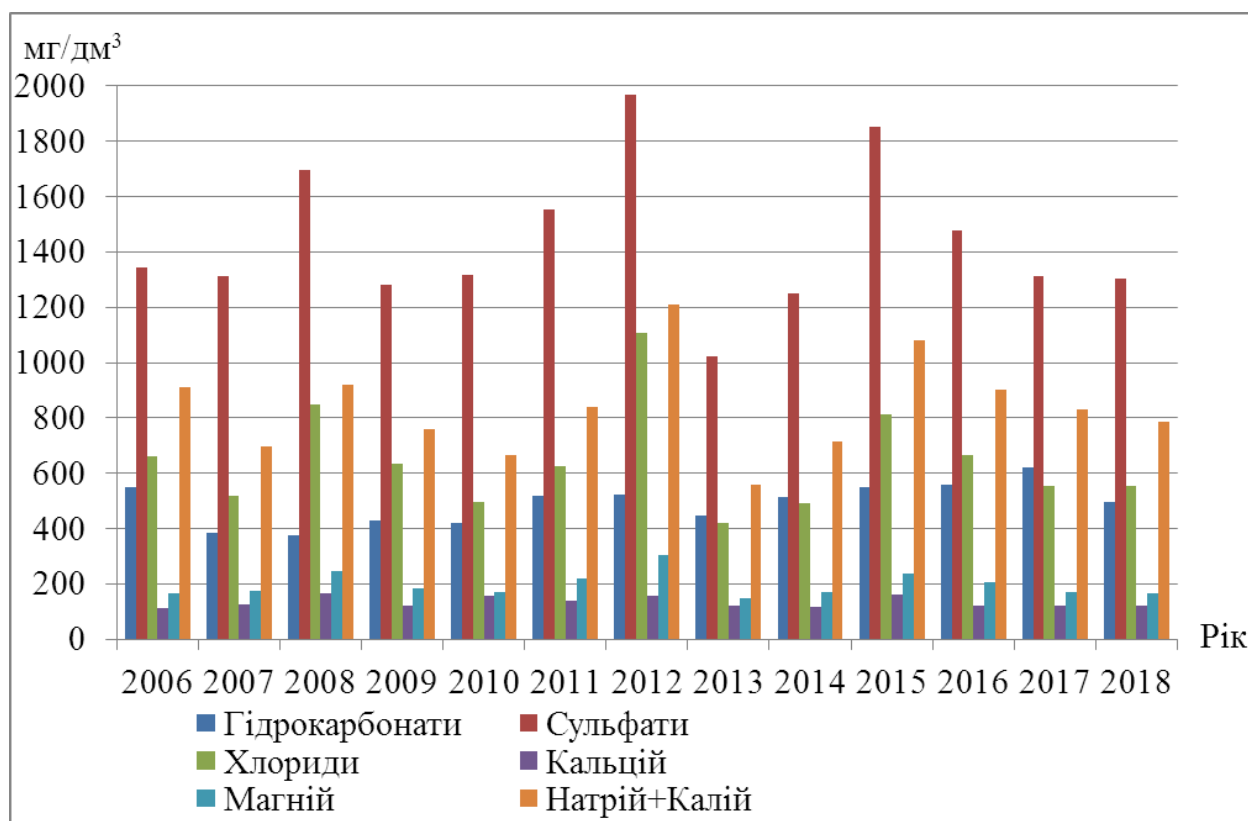


Рисунок 2.2 – Динаміка вмісту основних іонів у р. Ялпуг за період 2006- 2018 рр.

Аналізуючи графік можна відмітити, що найбільша кількість всіх основних іонів характерна для 2012 року. Також можна відзначити, що в даному хімічному складі поверхневих вод значно переважають сульфати та хлориди з високими значеннями у 2008, 2012 та 2015 роках, що свідчить про значний антропогенний вплив в цей період. Значної динаміки до зменшення кількості цих іонів, а відповідно і антропогенного впливу не відзначається.

Враховуючи, що основна частина протяжності річки знаходиться на території Молдови, можливо говорити про її забруднюючий вплив. Забруднюючі речовини з поверхневими водами річки потрапляють до озера Ялпуг, з якого відбувається питне водопостачання м. Болград.

Наступним кроком було визначення хімічного складу поверхневих вод річки Великий Катлабух, яка гідравлічно пов'язана з озером Катлабух. Характеристика основних іонів р. Великий Катлабух наводиться в табл.2.3

Аналізуючи вміст основних іонів в поверхневих водах цієї річки, можна зазначити значний вміст сульфатних та хлоридних іонів.

Таблиця 2.3 – Середньорічна концентрація головних іонів у воді р. Великий Катлабух за період 2006-2018рр., мг/дм³

Рік	Гідро-карбонати	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Натрій+Калій
2006	400,2	2061,9	580,7	252,9	280,2	755,4
2007	337,6	2103,0	656,3	223,1	264,3	874,1
2008	284,3	3166,8	1081	305,2	414,1	1294
2009	381,5	4405,3	992,9	474,3	536,5	1455
2010	411,4	3567,3	1108	399,8	484,1	1313
2011	398,7	2167,8	587,9	249,0	301,7	775,7
2012	309,7	1241,2	512,9	154,8	192,6	546,3
2013	379,2	2889,9	945,6	293,4	397,9	1146
2014	460,1	1867,4	636,8	146,4	285,6	840,7
2015	475,9	2448,5	782,1	224,9	341,6	1044
2016	522,2	3037,7	988,1	273,8	406,0	1318
2017	370,0	1980,8	621,1	197,1	271,7	818,6
2018	533,8	2957,5	821,4	284,8	431,7	1100

Кількість сульфатних іонів коливається від найменшої їх величини 1241 мг/дм³ у 2012 році до найбільшої – 4405 мг/дм³ у 2009 році. Якщо порівняти їх з ГДК рибогосподарського призначення для сульфатних іонів

SO_4^{2-} (1000 мг/дм³), то можна зазначити його перевищення для всіх досліджуваних років [16].

Щодо вмісту хлоридів у водах річки В. Катлабух, то також можна відзначити їх підвищений вміст, що коливається від 512 мг/дм³ (2012 р.) до 1108 мг/дм³ (2010 р.). Якщо провести відповідність цих показників ГДК рибогосподарського призначення для хлоридних іонів Cl^- (300 мг/дм³), то перевищення будуть від 1,7 разів до 3,7. Цей показник також свідчить про антропогенне забруднення водотоку.

Можна також підкреслити підвищений вміст іонів натрію та калію, як показників антропогенного навантаження. А вміст іонів Ca^{2+} також дещо перевищує необхідні нормативи його вмісту для рибогосподарського призначення (180 мг/дм³), від 1,1 до 2,6 рази.

Порівняльний графік динаміки вмісту основних іонів у р. Ялпуг за досліджуваний період, наводиться на рис. 2.3

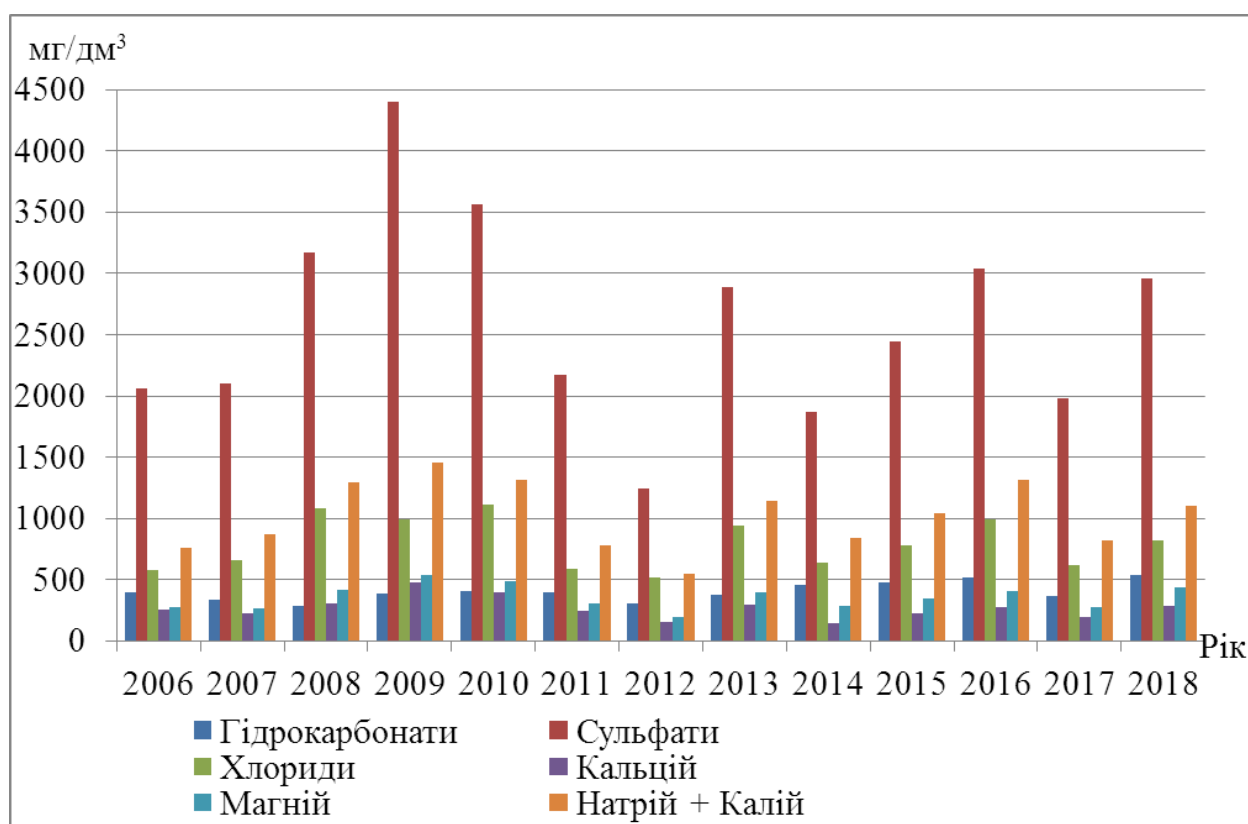


Рисунок 2.3 – Динаміка вмісту основних іонів у р. В. Катлабух за період 2006- 2018 рр.

Проаналізувавши графік можна відзначити, що найбільша кількість сульфатних іонів притаманна хімічному складу води річки Великий Катлабух. Якщо розглядати їх динаміку за досліджуваний період, то можна зазначити 2009 рік, хоч для 2010 та 2008 та 2016 року характерні підвищенні показники.

Також можна сказати про підвищений вміст іонів натрію та калію, порівняно з кальцієм та магнієм впродовж всіх років дослідження.

Можна відзначити стабільно найменшу концентрацію гідрокарбонатних іонів, порівнюючи з вмістом всіх інших. Тенденції до зменшення сульфатних іонів та іонів натрію та калію не спостерігається.

Після цього було визначення хімічного складу поверхневих вод річки Киргиж-Китай, що впадає до озера Китай і також є транскордонною. Характеристика вмісту основних іонів наводиться в табл.2.4

Таблиця 2.4 – Середньорічна концентрація головних іонів у воді р. Киргиж-Китай за період 2006-2018рр., мг/дм³

Рік	Гідро-карбонати	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Натрій+Калій
2006	451,4	1056,1	271,9	200,9	100,1	330,2
2007	543,4	1109,3	302,5	219,3	103,3	369,5
2008	783,6	1364,7	260,5	303,6	182,1	462,2
2009	812,7	1345,0	284,4	235,8	163,6	603,3
2010	659,9	1556,2	298,3	246,8	206,5	558,5
2011	704,6	1471,1	278,5	262,1	214,9	482,4
2012	713,2	1945,5	345,4	423,4	241,1	526,3
2013	745,7	1433,5	293,9	333,8	219,8	640,1
2014	780,8	1505,8	265,9	240,0	151,9	624,2
2015	1012	1235,3	282,9	178,5	189,7	645,6
2016	1189	878,4	301,3	310,0	212,8	495,1
2017	585,8	1605,1	248,2	365,1	188,3	503,1
2018	610,5	1433,8	239,3	305,1	158,0	480,1

Для хімічного складу р. Киргиж-Китай також притаманна значна кількість сульфатних іонів, але якщо порівнювати з їх вмістом у р. В. Катлабух то вона менша, а порівняно з р. Ялпуг приблизно на такому ж рівні. Хоча також відзначається перевищення ГДК рибогосподарського призначення для сульфатних іонів SO_4^{2-} (1000 мг/дм^3) майже в 2 рази [16].

А що стосовно хлоридів, то тут їх найменша кількість, порівняно з двома досліджуваними річками і немає перевищення ГДК рибогосподарського призначення для хлоридних іонів Cl^- (300 мг/дм^3),.

Також можна відмітити і меншу кількість Mg^{2+} та натрію і калію, порівняно з хімічним складом річок Ялпуг та В. Катлабух.

Якщо розглянути динаміку основних іонів за досліджуваний період, рис. 2.4, то можна відзначити загальну тенденцію до зменшення їх кількості.

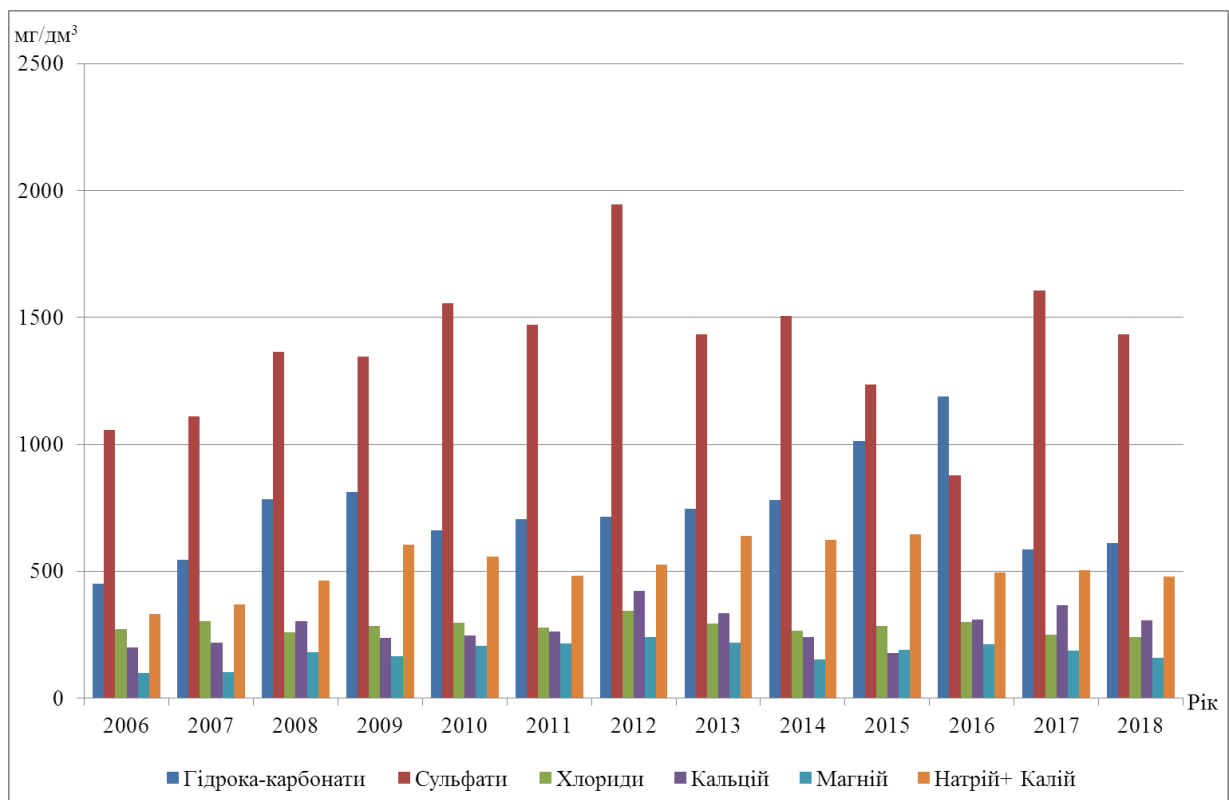


Рисунок 2.4 – Динаміка вмісту основних іонів у р. Киргиж-Китай за період 2006- 2018 рр.

Як видно з графіку найбільша кількість основних показників відзначається у 2012 році, що свідчить про значне антропогенне навантаження.

Також можна відзначити значну кількість сульфатних іонів у 2012, 2010, 2017 роках. Починаючи з 2015 року можна відзначити значне підвищення гідрокарбонатних іонів, що також свідчить про антропогенний вплив.

Якщо порівнювати з попередніми досліджуваними річками, то загальним є тільки підвищення кількості сульфатів, всі інші показники різко відрізняються.

2.2 Біогенні елементи і органічні речовини

Кількість біогенних елементів та речовин у воді впливає на життєдіяльність водних організмів та тісно пов'язана із температурою води.

Азот і фосфор обов'язково входять до складу тканин будь-якого живого організму, без них не розвиваються водні рослини й тварини. Концентрації біогенних елементів цілком залежать від інтенсивності біохімічних і біологічних процесів у водоймах. Потрапляють ці речовини у природні води з побутовими і промисловими стоками, змиваються з поверхні водозбору та при розкладанні решток водних організмів [10-13].

Наступним етапом дослідження якості води було визначення вмісту біогенних елементів, які безпосередньо приймають участь в життєдіяльності живих організмів. Для аналізу були вибрані такі елементи: NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , фосфати, БСК₅, ХСК.

Мінеральний азот у воді знаходиться у таких формах: азот амонійний або сольовий амоній (NH_4^+), азот нітритний або нітрити (NO_2^-), азот нітратний або нітрати (NO_3^-). В органічних сполуках азот перебуває переважно в складі білка тканин організмів і продуктів його розпаду [10-13].

Одним з основних показників при оцінці вмісту органічної речовини є наявність або відсутність у воді вільного кисню. Чим більша ступінь забруднення водного середовища органічними речовинами, тим більша кількість кисню витрачається на їх деструкцію і розкладання, і тим менше залишається його у воді [14]. Для кількісної оцінки вмісту органічної речовини у водах досліджуваних річок використані показники біохімічного споживання кисню за 5 діб (БСК₅) та хімічного споживання кисню (ХСК)

Так само, як і для компонентів сольового складу, були вибрані середньорічні концентрації цих елементів за кожний рік і за всіма пунктами спостереження. Середньорічна концентрація біогенних та органічних речовин у воді р. Ялпуг, с. Табаки за період 2006-2018 рр. наводиться в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Середньорічна концентрація біогенних елементів та органічних речовин у воді р. Ялпуг – с. Табаки за період 2006-2018 рр., мг/дм³

Рік	Азот амонійний	Нітрити	Нітрати	Фосфати	БСК ₅	ХСК
2006	0,344	0,063	2,564	0,209	5,9	118,1
2007	0,166	0,038	5,515	0,102	7,3	91,90
2008	0,284	0,030	1,861	0,069	4,8	101,5
2009	0,193	0,024	2,55	0,125	7,5	86,70
2010	0,198	0,079	8,617	0,114	4,6	83,40
2011	0,253	0,027	3,732	0,067	9,3	111,2
2012	0,327	0,023	4,175	0,451	6,4	133,2
2013	0,192	0,023	1,033	0,283	4,3	86,30
2014	0,225	0,032	3,257	0,146	3,3	115,3
2015	0,232	0,031	3,420	0,550	5,0	169,8
2016	0,167	0,060	2,667	0,153	7,5	122,6
2017	0,233	0,045	2,698	0,264	4,4	157,0
2018	0,138	0,023	1,128	0,180	4,9	144,1

Аналізуючи вміст азоту амонійного можна зазначити, що його середньорічні концентрації змінюються від 0,166 мг/дм³ (2007 р.) до 0,344 мг/дм³ (2006 р.). Для більшої характеристики проведемо порівняння вмісту в поверхневих водах з ГДК рибогосподарського значення (0,39 мгN/дм³) і відзначити, що перевищення не відзначено.

Вміст азоту нітритного у р. Ялпуг змінювались у межах від 0,023 (2012, 2013, 2018 рр.) до 0,063 (2006 р.), зафіксовано перевищення рибогосподарських ГДК (0,02 мгN/дм³) у всіх досліджуваних роках. Азот (N) та його сполуки, що є чинниками евтрофікації води, на сьогодні є однією з найважливіших екологічних проблем для поверхневих вод України.

Середні річні концентрації нітратів у воді р. Ялпуг змінювались у межах від 1,03 до 8,62 мгN/дм³, Перевищень ГДК рибогосподарського призначення для іонів NO₃⁻ (9,1 мгN/дм³) не спостерігалось.

Від 0,067 до 0,451 мгP/дм³ змінювалися середньорічні концентрації фосфатів, а перевищення ГДК рибогосподарського призначення (0,2 мгP/дм³) відзначається у 2006, 2012, 2013, 2017 роках дослідження, що складає 31 %.

Якщо розглянути динаміку біогенних елементів за досліджуваний період, рис.2.5, то можна відзначити загальну тенденцію до зменшення їх кількості.

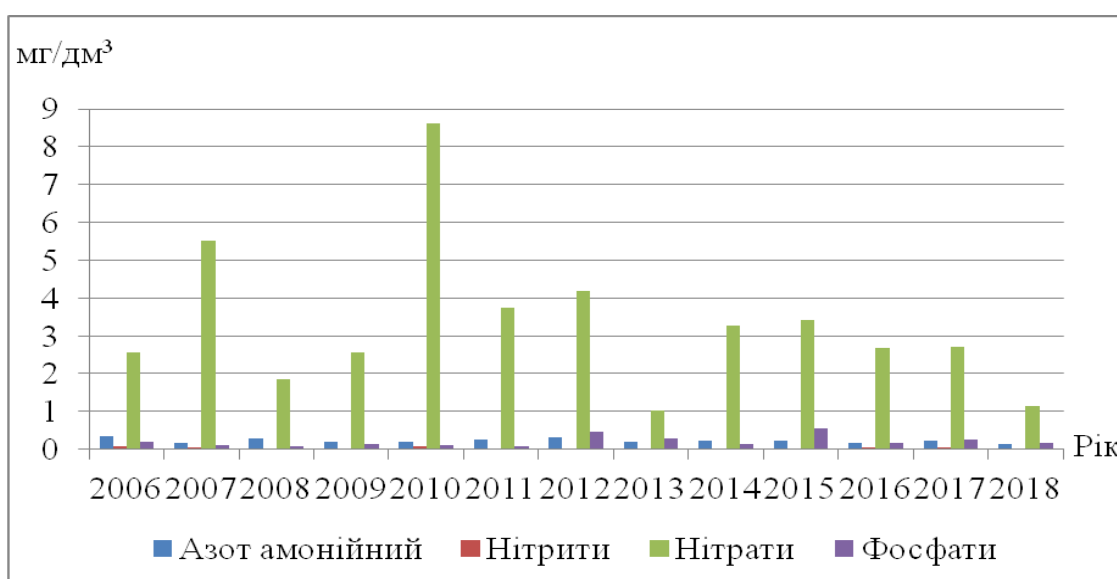


Рисунок 2.5 – Середньорічна концентрація біогенних елементів у воді р. Ялпуг – с. Табаки за період 2006-2018 рр.

Значна кількість нітратів у 2010 році свідчить про одноразовий викид забруднюючої речовини, а подальшому кількість забруднення стабільна і навіть є значне зменшення у 2018 році. Приблизно така ж ситуація і для інших елементів.

Якщо розглянути наявність органічного забруднення, то можна відзначити, що величини БСК₅ в досліджуваних пробах коливалися від 3,3 до 9,3 мгО₂/дм³, що є найбільшим значенням і перевищує ГДК (2 мгО₂/дм³) у 4,7 рази. Перевищення рибогосподарських нормативів спостерігалось у всі роки дослідження в 1,1-4 рази, що свідчить про забрудненість водного об'єкта та вмісту органічних речовин, які легко окислюються [16].

Для підтвердження забруднення органічними речовинами розглядаємо вміст у воді р. Ялпуг ХСК, чи хімічного споживання кисню. Цей показник змінюється від 83,4 до 157 мгО₂/дм³. Якщо провести порівняння з ГДК (30 мгО₂/дм³) для рибогосподарських нормативів, то можна зазначити, що перевищення змінюється від 2,8 до 5,2 разів, що свідчить про значне забруднення органічними речовинами [16].

Аналогічним чином досліджувалися особливості режиму біогенних елементів і органічних речовин в р. В. Катлабух. Середньорічні зміни показників за період 2006 -2018 рр. характеризувались по посту 2 км від гирла по руслу річки. Середньорічна концентрація біогенних елементів та органічних речовин у поверхневих водах за період 2006 – 2018 рр., мг/дм³ наведена в табл. 2.6.

Середньорічні концентрації азоту амонійного коливались в межах від 0,131 мг/дм³ у 2016 р. до 1,24 мг/дм³ у 2009 р. Його середній вміст за досліджений період становив 0,30 мг/дм³. ГДК рибогосподарського значення (0,39 мгN/дм³) було перевищено лише в 2008 та 2009 роках, що свідчить про наявність антропогенного забруднення.

Середньорічні концентрації нітритів коливались в межах від 0,008 мг/дм³ у 2009 р. до 0,117 мг/дм³ у 2017 році. Середній вміст нітритних іонів за досліджений період становив 0,03 мг/дм³. Перевищення ГДК

рибогосподарського призначення можна відзначити для 2017, 2016, 2018, 2015, 2012, 2011 років, але вони незначні, крім 2017 року, де перевищення склало 5,9 рази.

Таблиця 2.6 – Середньорічна концентрація біогенних елементів та органічних речовин у воді р. В. Катлабух за період 2006-2018 рр, мг/дм³

Рік	Азот амонійний	Нітриди	Нітрати	Фосфати	БСК ₅	ХСК
2006	0,232	0,025	2,200	0,055	4,50	91,80
2007	0,203	0,009	0,373	0,048	4,20	107,5
2008	0,421	0,010	0,589	0,041	4,70	120,9
2009	1,240	0,008	0,485	0,503	4,30	122,0
2010	0,243	0,016	6,679	0,244	3,40	145,4
2011	0,187	0,032	11,61	0,020	4,30	110,7
2012	0,318	0,034	1,070	0,426	2,90	126,0
2013	0,162	0,015	2,276	0,071	3,90	111,7
2014	0,240	0,013	0,493	0,092	1,90	106,9
2015	0,180	0,062	3,176	0,033	3,10	123,8
2016	0,131	0,034	1,023	0,052	3,10	147,7
2017	0,342	0,117	1,424	0,067	3,40	141,0
2018	0,287	0,041	2,870	0,062	3,90	147,7

За період 2006-2018 рр. середні річні концентрації нітратних іонів коливались в межах 0,373 – 11,61 мг/дм³. Спостерігається дуже висока концентрація нітратних іонів 11,61 мг/дм³ у 2011 році, (спостерігалось перевищення ГДК рибогосподарського призначення для іонів NO₃⁻ (9,1 мгN/дм³), що свідчить про наявність антропогенного забруднення води в цьому році.

Середньорічна кількість фосфатів змінювалася від 0,020 мг/дм³ (2011 р.) до 0,503 мг/дм³ (2009 р.). Перевищення ГДК рибогосподарського призначення можна зазначити в трьох випадках.

Що стосується забруднення органічними речовинами, то можна відзначити його підвищений вміст протягом всіх досліджуваних років та перевищення ГДК рибогосподарського призначення. Виключенням є тільки 2014 рік, де цей показник склав $1,90 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$.

Також відзначається значний вміст ХСК. Особливо в три останні роки дослідження, де перевищення ГДК рибогосподарського призначення перевищено в 4,9 рази.

Порівняльна характеристика змін біогенних речовин протягом досліджуваного періоду наводиться на рис. 2.6

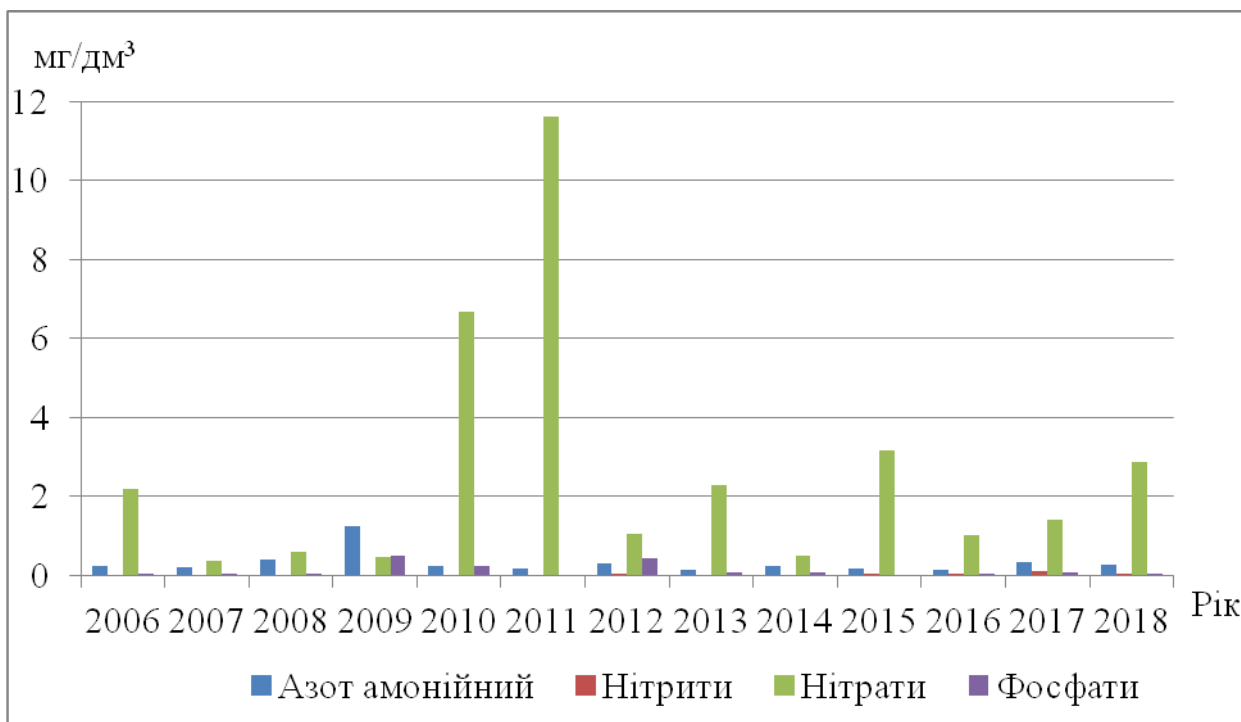


Рисунок 2.6 – Середньорічна концентрація біогенних елементів у воді р. В. Катлабух за період 2006 -2018 рр.

Як видно з графіку, рис. 2.6 протягом досліджуваного періоду зберігається підвищений вміст нітратів, а в 2011 році відбулось значне підвищення його вмісту, що свідчить про разовий викид забруднюючої речовини.

Середньорічні зміни концентрації біогенних елементів за період 2006 – 2018 рр. В р. Киргиж-Китай характеризувались по посту Малий Ярославець 49 км від гирла по руслу річки на кордоні з Молдовою. Середньорічна концентрація біогенних та органічних елементів у воді р. Киргиж-Китай за період 2006-2018 рр., мг/дм³ наведена в табл. 2.7.

Середньорічні концентрації азоту амонійного коливались в межах від 0,466 мг/дм³ у 2017 р. до 2,910 мг/дм³ у 2015 р. ГДК рибогосподарського значення (0,39 мгN/дм³) було перевищено в усі роки дослідження, причому в 50 % випадків у 6,5 разів. Це значно вище, порівнюючи з вмістом у р. Ялпуг та В. Катлабух і свідчить про значне антропогенне забруднення.

Таблиця 2.7 – Середньорічна концентрація біогенних елементів та органічних речовин у воді р. Киргиж – Китай за період 2006-2018 рр, мг/дм³

Рік	Азот амонійний	Нітриди	Нітрати	Фосфати	БСК ₅	ХСК
2006	0,601	0,350	0,625	1,250	10,9	98,80
2007	0,650	0,410	0,630	1,700	11,6	113,3
2008	0,781	0,275	0,704	3,703	17,9	218,0
2009	1,909	0,208	3,938	2,662	22,2	122,9
2010	0,648	0,249	9,930	0,466	3,60	73,60
2011	0,845	0,512	9,384	1,890	41,0	241,1
2012	1,300	0,508	7,227	2,387	6,50	92,80
2013	2,005	0,061	9,712	10,34	66,4	76,10
2014	2,541	0,020	0,040	8,250	45,6	77,40
2015	2,910	0,092	0,494	4,565	6,50	63,70
2016	2,483	0,190	0,501	8,388	2,95	30,90
2017	0,466	0,122	15,50	1,430	20,0	62,00
2018	1,009	0,710	23,50	2,120	52,3	102,3

Що стосується концентрації нітритів, то їх середньорічні зміни коливаються від 0,020 мгN/дм³ до 0,710 мгN/дм³. Перевищення

рибогосподарських ГДК ($0,02 \text{ мгN/дм}^3$) у всіх досліджуваних роках, крім 2014 року від 4,5 до 35,5 рази у 2018 році [16].

Можна також відмітити і значну кількість нітратів, особливо в останні роки дослідження: $15,5 \text{ мгN/дм}^3$ (2017 р.) та $23,5 \text{ мгN/дм}^3$ (2018 р.). Перевищення ГДК рибогосподарського призначення для іонів NO_3^- ($9,1 \text{ мгN/дм}^3$), складає 1,7 та 2,6 рази. Можна зробити висновок, що поверхневі води досліджуваної річки піддаються забрудненню усіма мінеральними формами азоту, що використовувалися нами для дослідження. А це може призвести до значної евтрофікації поверхневих вод.

Характерними для цієї річки є підвищені концентрації фосфатів за досліджуваній період. Вони змінюються від $0,466 \text{ мг/дм}^3$ до $10,34 \text{ мг/дм}^3$, а перевищення ГДК рибогосподарського призначення ($0,2 \text{ мгP/дм}^3$) можна відзначити для всіх років дослідження від 2,3 рази до 51,7 разів. Що свідчить про значне антропогенне забруднення.

Динаміка та порівняльна характеристика кількості біогенних речовин протягом досліджуваного періоду наводиться на рис.2.7

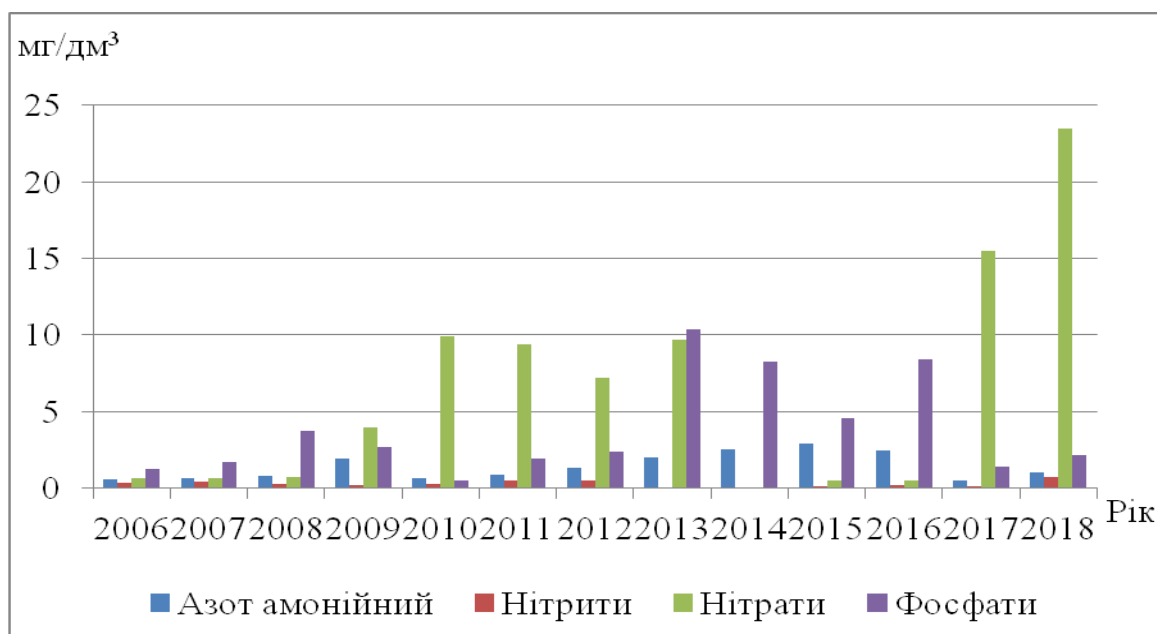


Рисунок 2.7 – Середньорічна концентрація біогенних елементів р. Киргиж-Китай – с. М. Ярославець за період 2006-2018 рр.

Як видно з графіку рис. 2.7 забруднення поверхневих вод р. Киргиж-Китай за роки дослідження збільшується нітратами, фосфатами і азотом амонійним. Це свідчить про наявність джерела забруднення та його антропогенний вплив.

Підсумовуючи наявність біогенних елементів у досліджуваних річках, хочеться звернути увагу на значне антропогенне забруднення р. Киргиж-Китай всіма наявними елементами. І, коли при розгляді основних іонів та мінералізації води було наголошено, що поверхневі води цієї річки мають кращі показники порівнянно з р. Ялпуг та В. Катлабух, то зараз, на жаль, можна відзначити найбільше антропогенне навантаження на води цієї річки. Дуже прикро, що є достовірні дані про надходження цього забруднення з території Молдови. Про це свідчать результати відібраних проб в пункті перетину кордону з територією Молдови. Особливо це стосується забруднення мінеральними сполуками азоту. адже ми знаємо, що азот та його сполуки, що є чинниками евтрофікації води, на сьогодні є однією з найважливіших екологічних проблем для поверхневих вод України. Це забруднення з поверхневими водами річок надходить до озер, в які вони впадають і надають значний вплив і на забруднення поверхневих вод водойм [10-12].

Стосовно забруднення органічними речовинами р. Киргиж-Китай можна сказати, що підвищені концентрації показників БСК₅, а особливо ХСК свідчать також про забруднення органічними речовинами. Так для середньорічних показників БСК₅ – це 2013, 2018, 2014 роки, де перевищення рибогосподарських нормативів (2 мгО₂/дм³) складає 33.2, 26.2 та 22,8 рази відповідно.

Що стосується ХСК, то ці показники змінюються від 30,9 мг/дм³ у 2016 році і є єдиним показником, що відповідає ГДК рибогосподарського призначення до 241,1 мг/дм³ у 2011 році, де перевищення рибогосподарських нормативів складає 8 разів.

Для кращого розуміння динаміки забруднення органічними речовинами за досліджуваний період та для порівняльної характеристики досліджуваних річок було побудовано графіки для основних елементів, що свідчать про це забруднення – БСК₅, рис. 2.8 та ХСК (рис. 2.9).

Характеризуючи графік (рис. 2.8), можна зазначити, що найвищі показники БСК₅ притаманні р. Киргиж-Китай, причому протягом всього досліджуваного періоду. Найбільші значення відносяться до 2013 та 2018 років. Що свідчить про те, що з часом забруднення не зменшується. Для р. Ялпуг також можна відзначити високі значення цих показників і також протягом всього досліджуваного періоду. Враховуючи, що обидві річки є транскордонними, забрудники надходять з території Молдови

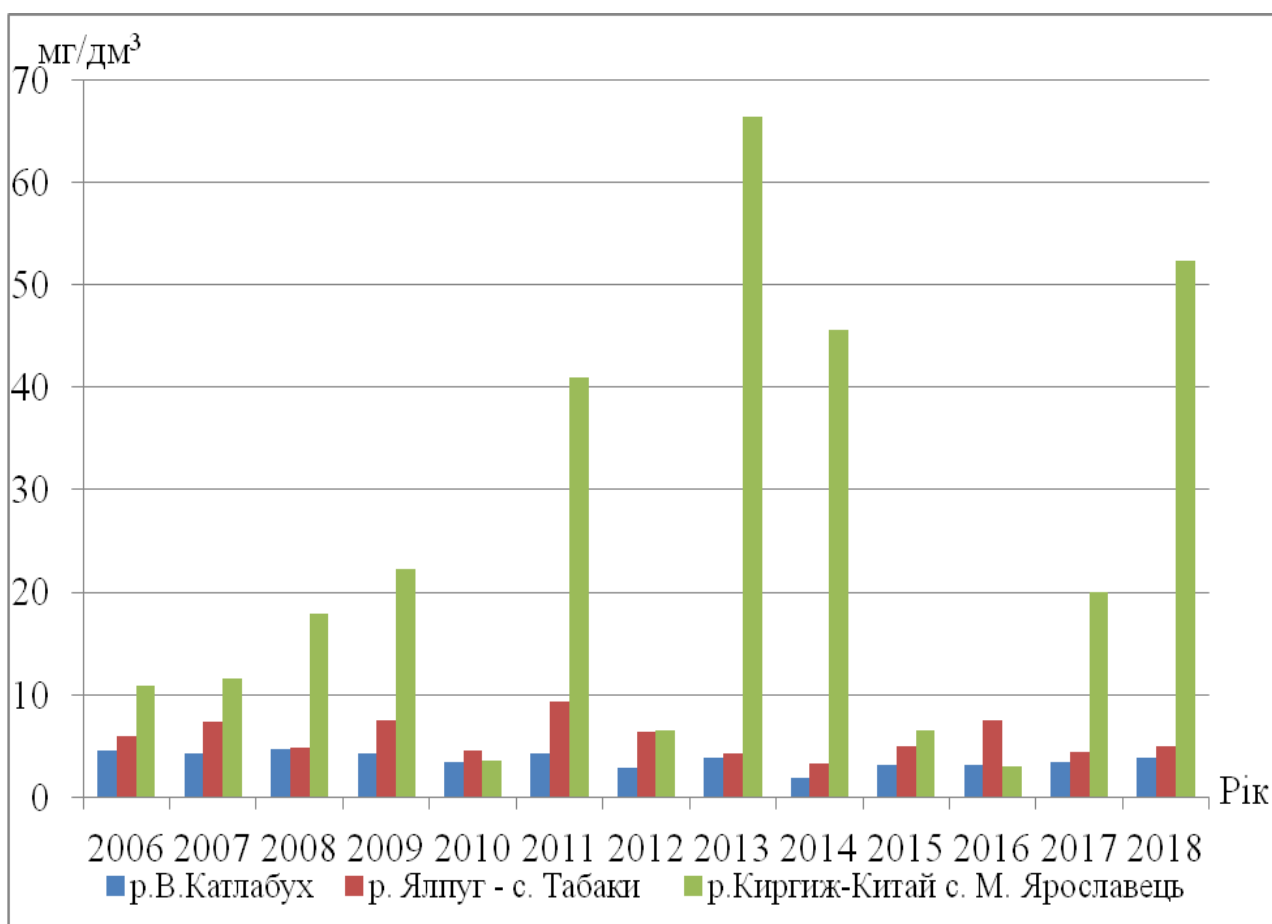


Рисунок 2.8 – Динаміка середньорічної концентрація БСК₅ у досліджуваних річках за період 2006-2018 рр.

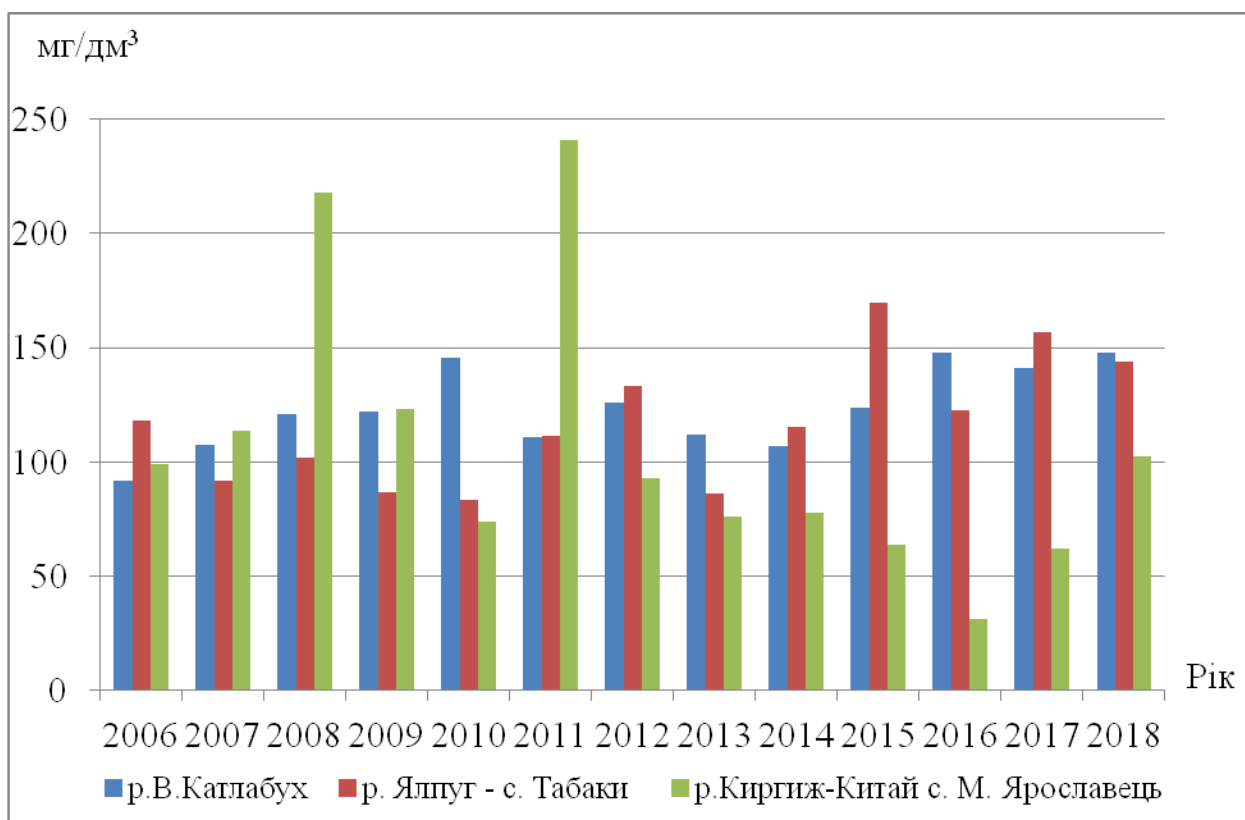


Рисунок 2.9 – Динаміка середньорічної концентрація ХСК у досліджуваних річках за період 2006-2018 рр.

Як видно з рис. 2.9 високі концентрації ХСК притаманні для всіх досліджуваних річок і практично за весь період дослідження. На досліджуваних річках не просліджується тенденція до зменшення забруднення, а навпаки.

Тобто можна зробити висновок, що досліджувані річки піддають антропогенному забрудненню, а особливо р. Киргиж-Китай, про що свідчать надані показники, що розглядалися.

2.3 Вміст у поверхневих водах важких металів

До складу ферментів, гормонів входять мікроелементи, збільшення їх концентрацій може призвести до порушення біохімічних та біологічних процесів у живих організмах [10]. До мікроелементів відносяться іони

важких металів – залізо ($\text{Fe}_{\text{заг}}$), мідь (Cu^{2+}) та амфотерні комплексоутворювачі – цинк (Zn), хром (Cr^{6+}), марганець (Mn) [10]. Підвищений вміст заліза загального у воді річок впливає на якість води і обмежує можливість її використання споживачами із різними вимогами, особливо, якщо концентрації $\text{Fe}_{\text{заг}}$ перевищують 1 мг/дм^3 [10, 11].

До головних чинників, які визначають обсяги та інтенсивність надходження *заліза* в поверхневі води, слід віднести, насамперед, процеси хімічного вивітрювання гірських порід та надходження у води річок з підземним стоком, зі стічними водами різних галузей промисловості і сільського господарства.

Основними джерелами надходження *міді* в поверхневі води вважаються гірські породи, стічні води підприємств хімічних та металургійних виробництв, шахтні води, різні реагенти, що містять мідь, а також стічні води з сільськогосподарських угідь [10-13].

Основним джерелом надходження *марганцю* у поверхневі води є залізо марганцеві руди та деякі мінерали, стічні води марганцевих збагачувальних фабрик, металургійних заводів, підприємств хімічної промисловості, шахтні води. Значна кількість марганцю потрапляє при відмиранні і розкладанні гідробіонтів. У природних водах його вміст коливається від одиниць до десятків і навіть сотень мікрограмів в 1 дм^3 [10-13].

Хром (Cr) відноситься до елементів, необхідних в мікроконцентраціях для цілої низки живих організмів. Разом з тим, у великих концентраціях він є небезпечним. Щодо якості води, підвищений вміст даного металу викликає її погіршення (втрачається колір, смак, змінюється іонний склад).

У даній роботі досліджується середній річний вміст у водах річок Ялпуг, В. Катлабух та Киргиж-Китай за період 2006 – 2018 рр. таких мікроелементів як залізо, мідь, марганець, хром VI. Середньорічна концентрація вмісту важких металів у воді р. Ялпуг за період 2006-2018 рр. наведена в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Середньорічна концентрація вмісту важких металів у воді р. Ялпуг за період 2006-2018 рр, мг/дм³.

Рік дослідження	Fe _{заг}	Cu	Mn	Cr ⁶⁺
	мг/дм ³			
2006	0,092	0,003	0,108	0,0010
2007	0,098	0,002	0,079	0,0020
2008	0,061	0,001	0,100	0,0020
2009	0,122	0,002	0,077	0,0010
2010	0,073	0,005	0,048	0,0012
2011	0,149	0,002	0,118	0,0020
2012	0,181	0,001	0,138	0,0018
2013	0,057	0,000	0,150	0,0016
2014	0,106	0,001	0,100	0,0019
2015	0,130	0,001	0,220	0,0018
2016	0,194	0,000	0,280	0,0026
2017	0,093	0,001	0,190	0,0020
2018	0,102	0,002	0,040	0,0019

Середні річні концентрації Fe_{заг} у р. Ялпуг змінювались у межах від 0,057 (2013 р.) до 0,181мг/дм³ (2012р.). Перевищення рибогосподарських нормативів (0,1 мг/дм³) у 1,1-1,9 раз спостерігалось у 46 % випадків.

Середні річні концентрації Mn у р.Ялпуг змінювались у межах від 0,040 (2018 р.) до 0,280 мг/дм³ (2016 р.). Перевищення рибогосподарських нормативів (0,13 мг/дм³) у 1,2-2,1 раз спостерігалось у 38 % випадків.

Стосовно інших показників міді та Cr⁶⁺ можна зазначити, що їх кількість не значна і перевищень ГДК не відбувається.

Щоб прослідити динаміку тих елементів, що перевищують ГДК і є забруднюючими було побудовано відповідний графік (рис. 2.10).

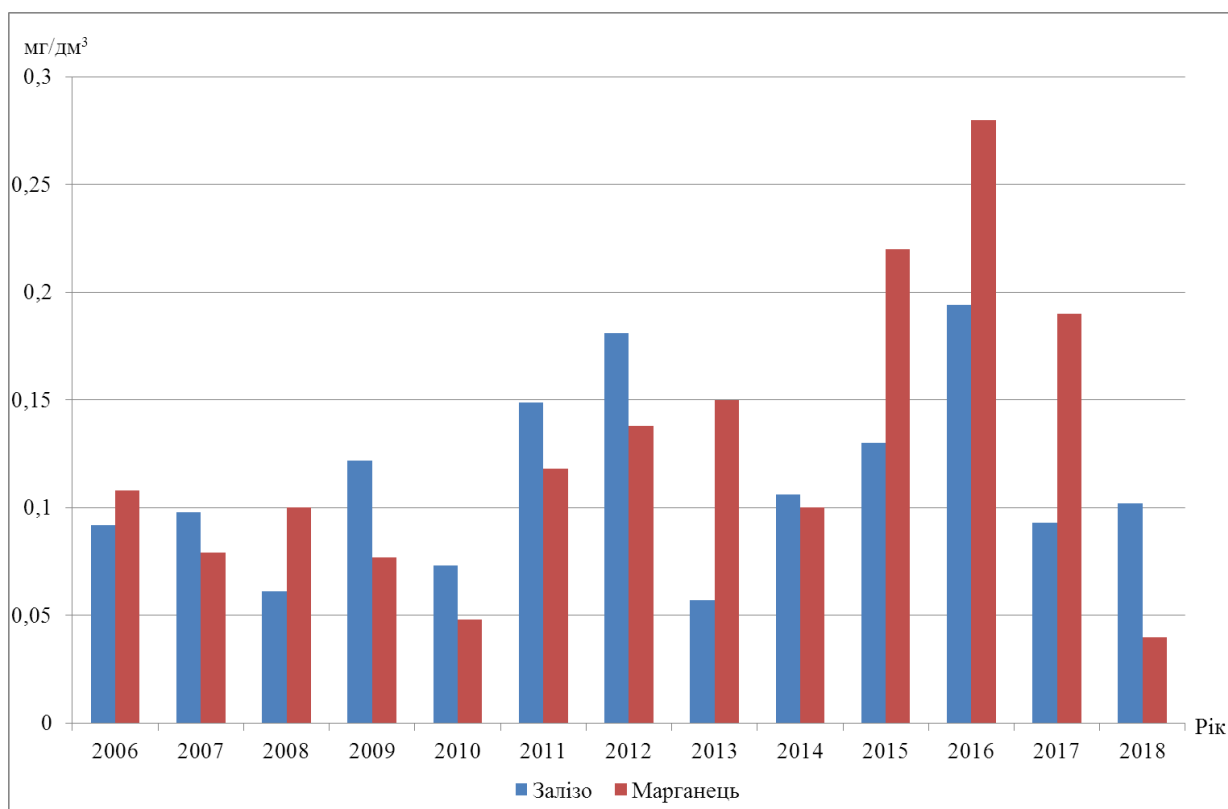


Рисунок 2.10 – Вміст заліза та марганцю у воді р. Ялпуг за період 2006 – 2018 рр., мг/дм³

Аналізуючи графік можна відмітити, що на жаль, значної тенденції до зменшення забруднення не відзначається, а навпаки відмічається збільшення вмісту як марганцю, так і заліза в останні роки дослідження. А в 2016 році середньорічні показники цих важких металів мають найбільше значення. Хоча треба відзначити найменший вміст марганцю в 2018 році, що дає надію, що подальші розрахунки зможуть показати ще більше його зменшення, а відповідно і зменшення антропогенного впливу на поверхневі води досліджуваної річки.

Наступним кроком була перевірка вмісту важких металів у річці В. Катлабух. Середньорічна концентрація вмісту важких металів у воді р. В.Катлабух за період 2006-2018 рр, мг/дм³ наведена в табл. 2.9 (рис. 2.11).

Таблиця 2.9 – Середньорічна концентрація вмісту важких металів у воді р. В.Катлабух за період 2006-2018 рр.

Рік дослідження	Fe _{заг}	Cu	Mn	Cr ⁶⁺
	мг/дм ³			
2006	0,062	0,005	0,178	0,0020
2007	0,073	0,001	0,255	0,0020
2008	0,110	0,000	0,490	0,0010
2009	0,113	0,004	0,320	0,0020
2010	0,096	0,001	0,043	0,0020
2011	0,116	0,002	0,130	0,0035
2012	0,125	0,001	0,067	0,0013
2013	0,047	0,001	0,097	0,0018
2014	0,095	0,002	0,125	0,0013
2015	0,043	0,001	0,033	0,0012
2016	0,040	0,001	0,205	0,0024
2017	0,121	0,000	0,067	0,0010
2018	0,183	0,002	0,175	0,0023

Найменші концентрації заліза, за період виконаних досліджень були зафіксовані у 2016 р. і становили 0,040 мг/дм³, найбільші – у 2018 р. – 0,183 мг/дм³. Перевищення рибогосподарських нормативів (0,1 мг/дм³) спостерігається у 2000, 2008, 2009, 2011, 2012, 2017, 2018 роках, що добре прослідковується на графіку (рис. 2.11).

Вміст марганцю у р. В. Катлабух за період 2000 – 2018 рр. змінювався від 0,033 мг/дм³ у 2015 році до 0,490 мг/дм³ у 2008 році. Перевищення рибогосподарських нормативів спостерігається у 60 % випадків.

Середньорічні концентрації хрому шестивалентного у р. В. Катлабух змінювалися від 0,001 мг/дм³ в 2017 р. до 0,0035 мг/дм³ у 2011р., а концентрації міді змінювалися від 0 у 2017р. до 0,005 у 2006 році, можна відмітити тенденцію до зменшення кількості міді у поверхневих водах річки.

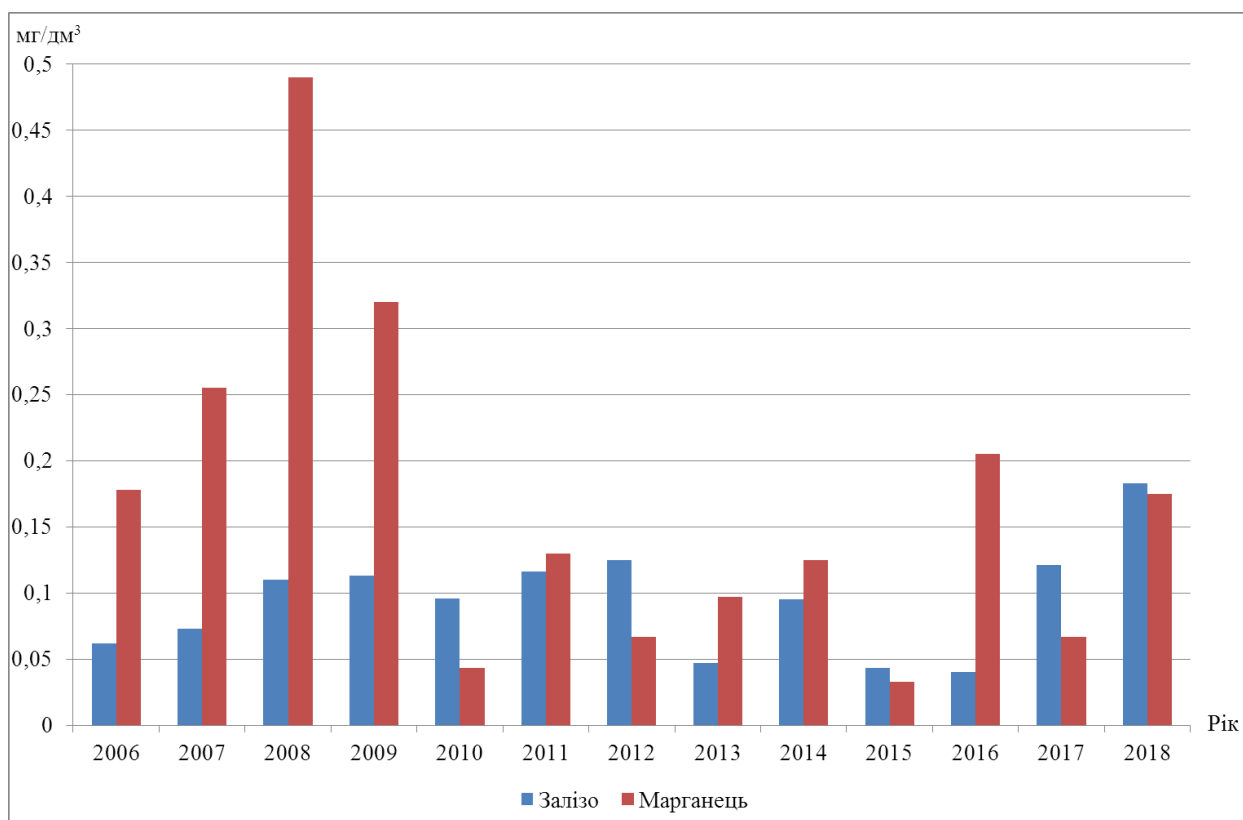


Рисунок 2.11 – Вміст заліза та марганцю у воді р. В. Катлабух
за період 2006 -2018 рр. мг/дм³

Як видно з графіку найбільші забруднення марганцем для цієї річки відмічаються у 2008 та 2009 роках. Можна допустити, що відбулося дуже потужне забруднення у 2008 році, що мало наслідки і у 2009 році. Але, на жаль, тенденції до зменшення кількості показників як заліза так і марганцю не простежується.

Середньорічна концентрації важких металів у р. Киргизж-Китай наводиться в табл. 2.10, а динаміка основних показників на рис. 2.12.

Середні річні концентрації Fe_{заг} у р. Киргизж-Китай змінювались у межах від 0,038 (2010 р.) до 0,71 мг/дм³ (2014р.). Перевищення рибогосподарських нормативів (0,1 мг/дм³) у 1,1-7 раз спостерігалось у 75 % випадків.

Таблиця 2.10 – Середньорічна концентрація вмісту важких металів у воді р. Киргиж-Китай за період 2006-2018 рр., мг/дм³

Рік дослідження	Fe _{заг}	Cu	Mn	Cr ⁶⁺
	мг/дм ³			
2006	0,110	0,001	0,042	0,000
2007	0,160	0,001	0,050	0,000
2008	0,293	0,004	0,091	0,004
2009	0,120	0,004	0,955	0,001
2010	0,038	0,001	0,060	0,002
2011	0,149	0,003	0,585	0,003
2012	0,114	0,001	1,253	0,002
2013	0,600	0,000	2,075	0,004
2014	0,710	0,001	0,050	0,001
2015	0,179	0,000	0,848	0,001
2016	0,145	0,000	0,000	0,000
2017	0,100	0,000	0,000	0,000
2018	0,500	0,000	0,000	0,000

Середні річні концентрації Cu²⁺ у р. Киргиж-Китай в основному були відсутні або ж мали дуже мале значення. Це ж стосується і показників Cr⁶⁺.

Середні річні концентрації Mn у досліджуваній річці змінювались у межах від 0,00 (2016, 2017, 2018 рр.) до 2,075 мг/дм³ (2013 р.). Перевищення рибогосподарських нормативів (10 мкг/дм³) не спостерігалось.

Графік динаміки середніх річних концентрацій важких металів у р. Киргиж-Китай було побудовано лише для двох основних елементів, які надають забруднення поверхневим водам досліджуваної річки – це вміст заліза та марганцю.

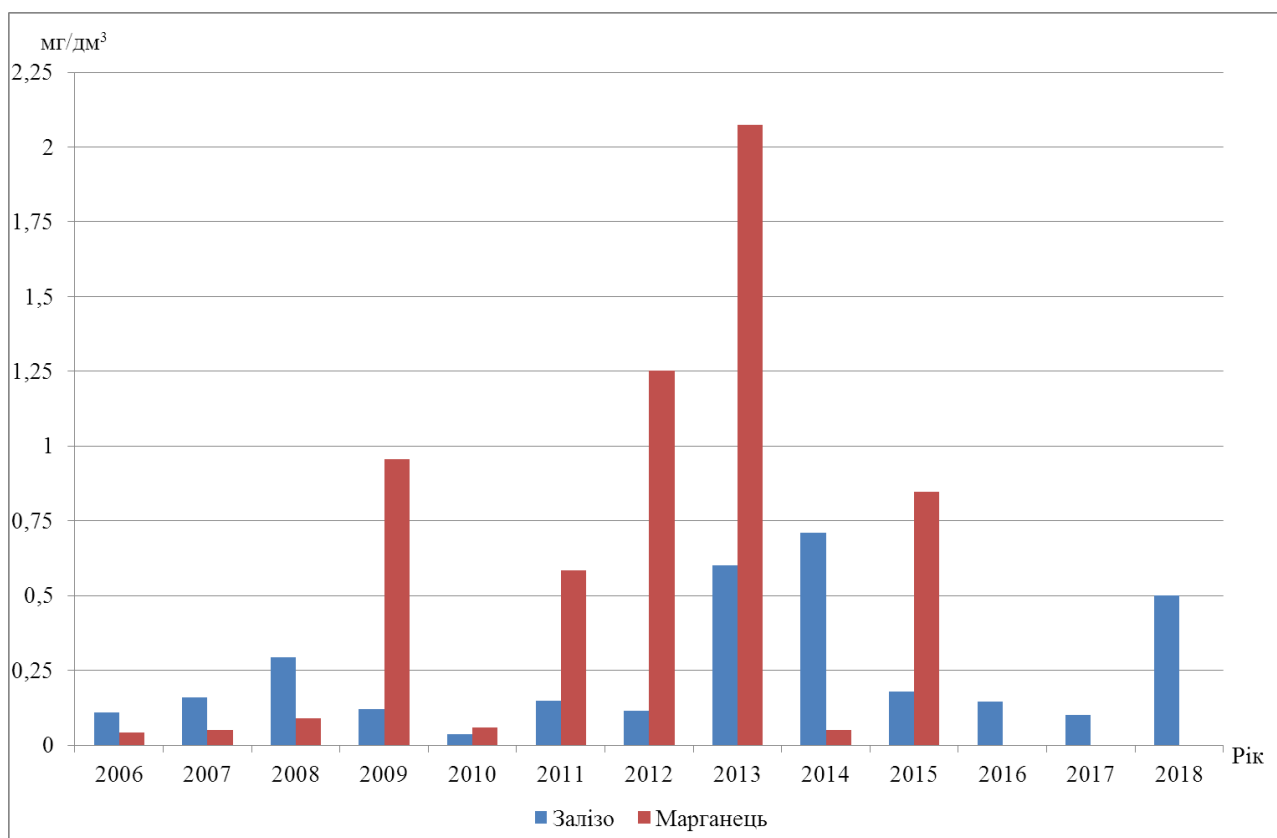


Рисунок 2.12 – Вміст заліза та марганцю у воді р. Киргиз-Китай за період 2006 -2018 рр. мг/дм³

Як видно з графіку показники марганцю є найвищими в 2013, 2012 роках, а також значними у 2009 та 2015 роках. Ці дані вказують на наявність забруднення в поверхневих водах річки. Але, як видно з графіку, починаючи з 2016 року цей забруднювач більше не чинить вплив на хімічний склад води р. Киргиз-Китай.

Зовсім інша справа з наявністю заліза в поверхневих водах річки. Забруднення цим елементом наявне протягом всього досліджуваного періоду з найбільшими значеннями у 2014, 2013 році і, на жаль, у 2018 році.

Підсумуючи наші дослідження можна зазначити, що для поверхневих вод річок Киргиз-Китай, Ялпуг та Великий Катлабук існує забруднення важкими металами, а саме залізом та марганцем. Ці забруднювачі надають негативний вплив на якість води і можливість її використання різними споживачами.

2.4 Вміст специфічних забруднювальних речовин

До специфічних забруднювальних речовин відносяться такі, що надходять до водойм в результаті господарської діяльності і можуть перевищувати їх природні можливості до самоочищення, що призводить до накопичення токсичних речовин у річках та водоймах. Найпоширенішими забруднювальними речовинами, є: нафтопродукти, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), пестициди, феноли [10-13].

Нафтопродукти – це специфічні забруднювальні речовини, належать до дуже поширених і дуже небезпечних речовин, які потрапляють у поверхневі води із промисловими і комунальними стоками та забруднюють їх. Вони негативно впливають на організм людини і тварин, водяну рослинність, фізичний, хімічний і біологічний стан водного об'єкта [10].

Ці речовини являють собою дуже складну і непостійну суміш органічних сполук, до якої входять низько – і високомолекулярні насичені і ненасичені аліфатичні, нафтонові, ароматичні вуглеводні, кисневі, азотисті, сірчаністі органічні сполуки, ненасичені гетероциклічні речовини типу смол, асфальтенів, ангідридів, асфальтенових кислот. Потрапляння їх у поверхневі води навіть у невеликих кількостях здатне призвести до забруднення великих об'ємів води та зробити її непридатною до питного водопостачання [10].

Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР) – речовини, здатні адсорбуватися на поверхнях поділу фаз і знижувати внаслідок цього їх поверхневу енергію (поверхневий натяг). У поверхневих водах *СПАР* знаходяться в розчиненому та сорбованому стані, погіршуючи їх кисневий режим, органолептичні властивості й біологічний стан [10].

У водні об'єкти *СПАР* потрапляють у значних кількостях з господарсько-побутовими і промисловими стічними водами. Гранично допустима концентрація (ГДК) *СПАР* у воді водних об'єктів, яка використовується для господарсько-питного та культурно-побутового

водопостачання, становить $0,5 \text{ мг/дм}^3$, у воді водойм рибогосподарського використання – $0,1 \text{ мг/дм}^3$.

Пестициди – хімічні речовини, які застосовуються для боротьби з різними шкідливими організмами Основним джерелом надходження пестицидів у водні об'єкти є поверхневий стік талих, дощових і ґрунтових вод із сільськогосподарських угідь, колекторно-дренажні води з меліоративних систем. Пестициди потрапляють у водні об'єкти під час їх обробки для знищення небажаних водних рослин та інших гідробіонтів, зі стічними водами промислових підприємств, які виробляють отрутохімікати, безпосередньо при обробці полів пестицидами за допомогою авіації, при транспортуванні та зберіганні [10].

Феноли є ароматичними сполуками, які мають у молекулі гідроксильні групи, безпосередньо пов'язані з атомами вуглецю ядра. Феноли утворюються при процесах метаболізму водних організмів, при біохімічному окисненні та трансформації органічних речовин, які проходять як у водній товщі, так і в донних відкладах. Вони є однією з найпоширеніших забруднювальних речовин, які надходять в природні води зі стічними водами нафтопереробних, лісохімічних, лакофарбових, фармацевтичних та інших підприємств. Концентрація фенолів у стічних водах може перевищувати $10\text{--}20 \text{ г/дм}^3$. Вміст фенолів обмежується в природних водах, які використовуються для водопостачання, риборозведення. ГДК фенолів становлять $0,001 \text{ мг/дм}^3$ [10-11].

Наявність забруднюючих елементів була досліджена в поверхневих водах річок: Ялпуг, Великий Катлабух та Киргиж-Китай.

Аналізуючи наявність у водах досліджуваних об'єктів фенолів, можна відмітити, що у річці Ялпуг їх вміст в основному складає $0,002 \text{ мг/дм}^3$ и лише в 2012 та 2016 роках підвищується до $0,006 \text{ мг/дм}^3$, де перевищення ГДК для риборозведення у 6 разів.

У поверхневих водах р. В. Катлабух значення фенолів коливаються від $0,0007 \text{ мг/дм}^3$ (2013 р.) до $0,074 \text{ мг/дм}^3$ (2008 р.), де перевищення ГДК для

риборозведення дуже значне, але це одноразове забруднення, яке більше не повторюється.

Стосовно р. Киргиж-Китай можна відзначити, що тут значення показників фенолів вищі і змінюються від $0,003 \text{ мг/дм}^3$ (2008, 2010, 2012, 2017 рр.) до $0,05 \text{ мг/дм}^3$ (2015 р.) зі значним перевищенням ГДК рибогосподарського призначення, але це разове забруднення. В інші роки дослідження перевищення ГДК від 3 до 5 разів.

Наступним кроком було оцінка вмісту нафтопродуктів. Так у поверхневих водах р. Ялпуг концентрація нафтопродуктів в основному складає $0,01-0,02 \text{ мг/дм}^3$, перевищення ГДК рибогосподарського призначення ($0,05 \text{ мг/дм}^3$) немає. В річці В.Катлабух ситуація аналогічна, лише у 2009 році був разовий вміст $0,67 \text{ мг/дм}^3$, що перевищує ГДК рибогосподарського призначення дуже значно. Стосовно р. Киргиж-Китай можна відзначити, що концентрація нафтопродуктів теж значно вища, ніж в інших річках і змінюється від $0,01 \text{ мг/дм}^3$ (2017 р.) до $0,180 \text{ мг/дм}^3$ (2016 р.). Але є і високі концентрації в інші роки дослідження: $0,112 \text{ мг/дм}^3$ (2011 р.), $0,125 \text{ мг/дм}^3$ (2015 р.), $0,141 \text{ мг/дм}^3$ (2009 р.), що значно перевищують ГДК рибогосподарського призначення.

Стосовно забруднення *СПАР* можна відзначити, що в р. Ялпуг, Великий Катлабух та Киргиж-Китай середньорічні значення цього показника незначні і нижче, ніж ГДК рибогосподарського призначення ($0,1 \text{ мг/дм}^3$). Забруднення пестицидами відсутнє.

Підсумовуючи вище сказане можна зробити наступні висновки: всі досліджувані річки мають забруднення фенолами та нафтопродуктами, але найвищі показники притаманні річці Киргиж-Китай. А це означає наявність антропогенного забруднення на водозборах та поверхневих водах річок і вимагає прийняття відповідних заходів для його усунення.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

3.1 Основні методи оцінки якості поверхневих вод

Оцінка можливості використання водних ресурсів будь-якими галузями економіки передбачає, поряд із кількісною оцінкою водних ресурсів, визначення якості природних вод. Відповідно до Водного кодексу України [17], якість води – це характеристика складу і властивостей води, яка визначає її придатність для конкретного водоспоживача. Вимоги до якості води нормуються державними галузевими стандартами або технічними умовами

Критерії якості води – це показник ступеня забрудненості об'єкта, який визначають за сукупністю встановлених показників складу і властивостей води (фізичних, хімічних, біологічних, бактеріологічних) і який задовольняє вимоги споживачів [18, 19].

Основними критеріями якості є гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднювальних речовин санітарно-гігієнічні і рибогосподарські, які входять до складу санітарних і рибогосподарських норм відповідно.

Наявні сучасні методики оцінки якості води зводяться до аналізу відповідності фактичних значень параметрів води гранично допустимим. ГДК забруднювальних речовин показує таку їх концентрацію, при яких зміни навіть найбільш чутливих показників стану (функції) організму будуть мінімальними (граничними). Але кількість параметрів, що регламентуються, досить велика, тому виникає необхідність узагальнення інформації про екологічний стан поверхневих вод на базі використання комплексних показників, які усереднюють та згладжують вихідну інформацію.

Комплексні показники – це сукупні оцінки навколишнього середовища в цілому з урахуванням оцінок його окремих компонентів [18, 19]. Комплексна оцінка якості вод використовується у випадках, коли необхідно простежити тенденцію просторово-часової зміни стану вод під впливом

природних і антропогенних процесів, вона так само може бути використана для порівняння стану водного середовища різних водних об'єктів [18, 19].

До комплексних показників відносять *ІЗВ*, *КЗ*, *КІЗ*, *КПЕС*, узагальнений екологічний індекс I_E , і такі гідробіологічні показники як трофність, сапробність тощо. Найбільш інформативні індекси забрудненості (якості води) – узагальнена кількісна оцінка якості води за сукупністю основних показників і видами водокористування.

Для оцінки якості води поверхневих водойм використовують індекс забруднення води (ІЗВ) [18-21]. Перевага ІЗВ полягає в тому, що він дозволяє порівняти якість води в різних річках між собою, навіть якщо в них наявні різні забруднювальні речовини, дозволяє виявляти тенденцію зміни якості води впродовж низки років. Індекс забруднення для поверхневих вод розраховується лише за певною кількістю показників. За результатами аналізів кожного з показників виводиться середньоарифметичне значення. Кількість показників, які беруться для розрахунку ІЗВ, дорівнює шести й охоплює розчинений кисень (O_2), біохімічне споживання кисню (БСК₅), амоній (NH_4^+), нітриту (NO_2^-), нафтопродукти (НП), феноли (C_6H_5OH). На відміну від інших показників, для розчиненого кисню при розрахунках ІЗВ береться співвідношення нормативу (ГДК_і) до реальної концентрації (C_i). Розрахунок ІЗВ здійснюється за формулою:

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

Для того, щоб порівняти якість вод у різних створах, визначити їх динаміку, використовують в якості критеріїв класи якості води (табл. 3.1).

До I класу належать води, на які найменше впливає антропогенне навантаження. Значення їх показників забруднення води (ІЗВ) близькі до природних значень даного регіону. Для вод II класу характерні певні зміни порівняно з природними, однак ці зміни не порушують екологічної

рівноваги. До III класу належать води, які перебувають під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем

Таблиця 3.1 – Критерії оцінки якості вод за ІЗВ для поверхневих вод

Клас якості вод	Текстовий опис	Величина ІЗВ
I	Дуже чиста	$\leq 0,3$
II	Чиста	$> 0,3 - 1,0$
III	Помірно забруднена	$> 1,0 - 2,5$
IV	Забруднена	$> 2,5 - 4,0$
V	Брудна	$> 4,0 - 6,0$
VI	Дуже брудна	$> 6,0 - 10,0$
VII	Надзвичайно брудна	$> 10,0$

Води IV–VII класів відносять до вод із порушеними екологічними параметрами.

Модифікований ІЗВ [18-21] розраховується теж за шістьма показниками: біохімічне споживання кисню (BCK_5) та розчинений кисень (O_2) є обов'язковими, а інші чотири показники беруть за найбільшим відношенням до ГДК з переліку: SO_4 , Cl^- , $\hat{O}\hat{N}\hat{E}$, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , $Fe_{заг}$, Mn^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cr^{6+} , Ni^{2+} , Al^{3+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} , As^{3+} , нафтопродукти (НП), синтетичні поверхневі активні речовини (СПАР).

Для узагальненої оцінки стану поверхневих вод і для виявлення можливих тенденцій у зміні їх якості здійснюється оцінка рівня забрудненості за коефіцієнтом забруднення. Коефіцієнт забрудненості (КЗ) [20, 21] є узагальненим показником, що характеризує рівень забрудненості сукупно за низкою показників якості води, які багаторазово виміряні у кількох пунктах (створах) спостережень водних об'єктів. Величина КЗ характеризує кратність перевищення нормативів у частках ГДК. Будь-які

значення КЗ, що перевищують одиницю, свідчать про порушення чинних норм.

У діяльності установ Державної гідрометслужби та Державного агентства водних ресурсів України застосовується методика оцінки якості води Гідрохімічного інституту. Відповідно до цієї методики, оцінка на основі комбінаторного індексу забруднення (КІЗ) [18,19] починається з визначення умовного коефіцієнта комплексності, що розраховується за формулою (3.2):

$$K\% = (m' / m) \cdot 100\%, \quad (3.2)$$

де m' – кількість речовин, вміст яких перевищує ГДК;

m – загальна кількість нормативних інгредієнтів, обумовлених програмою досліджень.

3.2 Оцінка якості води за ІЗВ модифіковане

В наших дослідженнях було використано модифікований ІЗВ, так як для визначення ІЗВ необхідна кількість показників – шість і вони є конкретно вказаними. Тому ми вважаємо, що деякі показники не нададуть достовірної інформації про якість води досліджуваних об'єктів.

Для дослідження були використані дані проб відібрані лабораторією відокремленого підрозділу БУВР річок Причорномор'я та нижнього Дунаю «Причорноморський центр водних ресурсів та ґрунтів» на таких постах: річка Ялпуг створ спостережень, розташований за 5,4 км від гирла с. Табаки Болградського району, кордон з Молдовою, річка В. Катлабух за 2 км від гирла по руслу річки, а/д міст на трасі Ізмаїл – Одеса та річка Киргиж-Китай 49 км від гирла по руслу річки, с. М. Ярославець, кордон з Молдовою за період з 2006 по 2018 рр.

Для дослідження якості води у цих пунктах за методикою модифікованого ІЗВ були обрані показники за найбільшим відношенням до

ГДК, а саме: азот амонійний (NH_4^+), сульфати (SO_4), марганець (Mn^{2+}), хімічне споживання кисню (ХСК) та два обов'язкових: розчинений кисень (O_2), біохімічне споживання кисню (БСК₅).

Були проведені розрахунки за формулою 3.1 і встановлена категорія якості води за табл. 3.1.

Отримані результати за всіма показниками, обраними за методикою та на всіх постах дослідження за період з 2006 по 2018 рр наведені в табл.3.2

Таблиця 3.2 – Динаміка ІЗВ модифікованого в досліджуваних річках за період 2000-2018 рр.

рік	р. Ялпуг пункт с. Табаки		р. В. Катлабух пункт а/д міст на трасі Ізмаїл - Одеса		р. Киргиж- Китай пункт с. Малий Ярославець	
	ІЗВ мод.	Клас якості води	ІЗВ мод.	Клас якості води	ІЗВ мод.	Клас якості води
2006	1,81	III	1,89	III	0,64	II
2007	1,60	III	2,07	III	1,48	III
2008	1,73	III	2,92	IV	1,98	III
2009	1,74	III	3,42	IV	13, 8	VII
2010	1,30	IV	2,34	IV	3,78	V
2011	2,01	IV	1,96	III	4,66	V
2012	2,20	IV	1,63	III	10, 5	VII
2013	1,49	III	2,08	III	1,32	III
2014	1,63	III	1,82	III	4,52	V
2015	2,35	IV	1,92	III	0,89	II
2016	2,30	IV	2,46	III	5,70	V
2017	2,05	III	2,00	III	1,51	III
2018	4,26	V	4,94	V	4,00	V

Аналізуючи дані табл. 3.2 можна зазначити, в Ялпуг значення ІЗВ модифікованого змінюються від 1,49 у 2013 році (вода відноситься до

третього класу забруднення – помірно забруднена) до 4,26 у 2018 році (вода відноситься до п'ятого класу забруднення – брудна). Вода в р. В. Катлабух за значенням ІЗВ модифікованого змінюється від 1,63 (третій клас забруднення – помірно забруднена) у 2012 році до 4,94 (п'ятий клас забруднення – брудна) у 2018 році.

Найгірша за якістю вода у р. Киргиз-Китай, де значення ІЗВ змінюються від 0,64 (II клас забруднення – чиста) до 13,8 (сьомий клас забруднення – надзвичайно брудна), вода також класу забруднення з показником 10,5 характерна для 2012 року. Також багато років з водою п'ятого класу за досліджуваний період – брудна, це 2010, 2011, 2014, 2016 і 2018 роки.

Динаміка середньорічних значень ІЗВ модифікованого за досліджуваний період представлена на рис. 3.1.

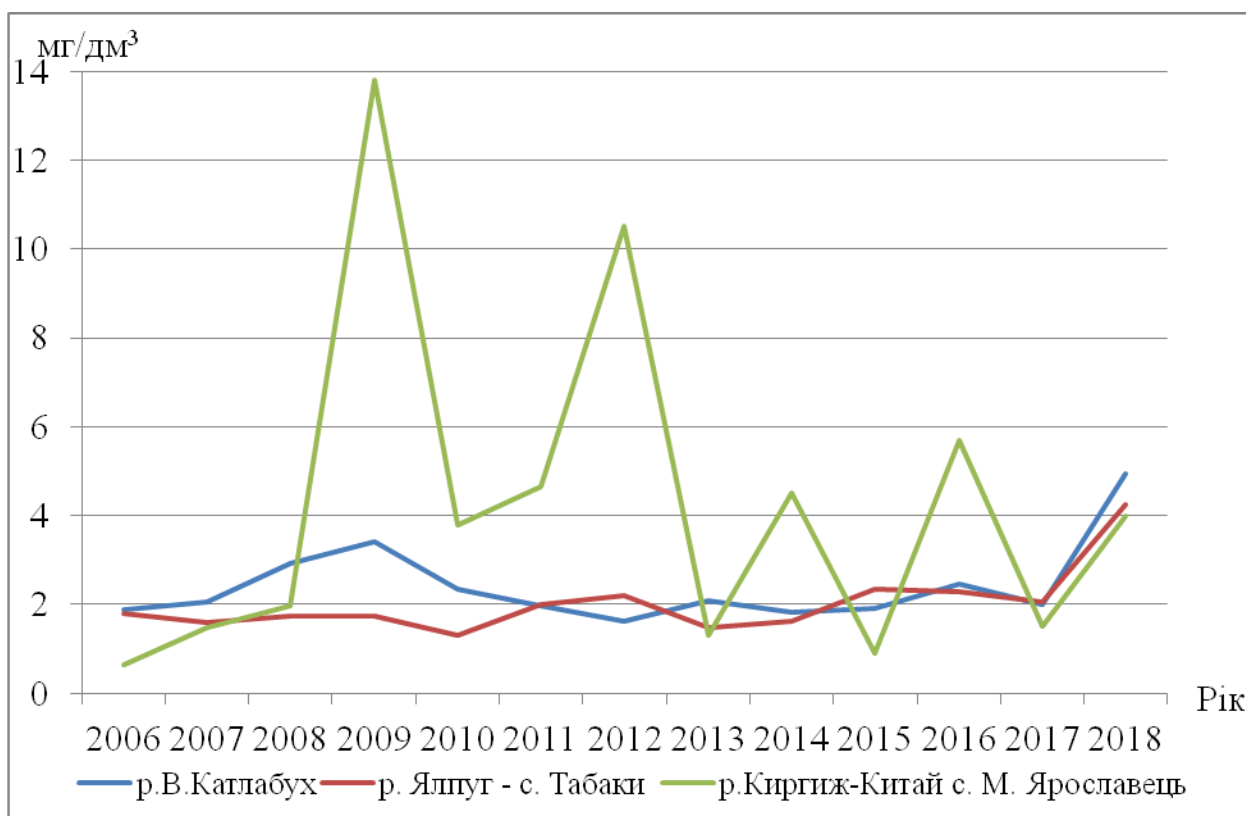


Рисунок 3.1 – Динаміка середньорічних значень ІЗВ модифікованого на досліджуваних об'єктах за період з 2006 по 2018 рр.

Як видно з рис.3.1 найвищі показники ІЗВ модифікованого відзначаються на р. Киргиж-Китай, сягаючи найвищих значень у 2009 та 2012 роках та залишаючись стабільно високими протягом всього досліджуваного періоду.

Якщо порівнювати динаміку цього показника на р. Ялпуг та річці Великий Катлабух, то можна побачити, що вищі значення притаманні поверхневим водам р. В. Катлабух з найвищими значеннями у 2008, 2009 та 2010 роках. Але найгірше, що відзначається тенденція до збільшення забруднення в кінці досліджуваного періоду.

Була також розрахована повторюваність класів забруднення на досліджуваних об'єктах. Результати розрахунку наведені у табл.3.3

Таблиця 3.3 – Повторюваність класів забруднення на досліджуваних об'єктах за період 2006 – 2018 рр.

Місце водного об'єкту	Класифікація по ІЗВ модифіковане	
	Клас забруднення	Повторюваність,%
р. Ялпуг пункт с. Табаки	III	54%
	IV	38,5%
	V	7,5%
р. В. Катлабух пункт а/д міст на трасі Ізмаїл - Одеса	III	69%
	IV	23,5%
	V	7,5%
р. Киргиж- Китай пункт с. Малий Ярославець	II	15,5%
	III	31%
	V	38%
	VII	15,5%

Відповідно до розрахунків табл.3.3 можна можливо надати таку характеристику якості води на досліджуваних об'єктах.

р. Ялпуг впадає в оз. Ялпуг-Кугурлуй; 5,4 км від гирла с. Табаки Болградського району, кордон з Молдовою, де вода помірно забруднена 54 %, але є також роки коли якість води була забруднена 38,5 %, але на жаль є також і 7,5 %, коли вода відноситься до брудної.

Р. В. Катлабух – впадає в озеро Катлабух, тече в межах Болградського та Ізмаїльського районів, пункт спостереження 2 км від гирла по руслу ріки, а/д міст на трасі Ізмаїл – Одеса – вода помірно забруднена 69 %, вода забруднена – 23,5 %, а також вода брудна, що складає 7,5 %.

Але найбільшою мінливістю відзначаються поверхневі води *р. Киргиж-Китай*, що впадає в озеро Китай, а пункт спостереження знаходиться 49 км від гирла по руслу ріки, с. М. Ярославець, кордон з Молдовою. В цій річці присутні 15,5 % води, що відносяться до чистої, але в той же час є 31 % води помірно забрудненої та 38 % – брудної. І найгіршим є те, що нашими дослідженнями встановлено наявність води 15,5 %, що відносяться до надзвичайно забруднених.

Підсумовуючи проведені дослідження можна відзначити, що води всіх досліджуваних річок в основному мають найвищий відсоток вод, що відносяться до III класу, а до нього належать води, які перебувають під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем. Дуже важливим є те, що є також води IV–VII класів характерні для вод із порушеними екологічними параметрами.

Найбільше забруднення у досліджуваних об'єктах відбувається за наявності таких забруднювачів, як азот амонійний, що свідчить про забруднення біогенними елементами, марганець – важкими металами, а хімічне споживання кисню (ХСК) про забруднення органічними речовинами. Наявність цих елементів дуже висока, а при порівнянні з ГДК рибогосподарського призначення перевищує його в десятки разів. Оскільки дві з досліджуваних річок є транскордонними, то можна зазначити, що

забруднення надходить з території Молдови. Це, в першу чергу, стічні води вино-коньячного заводу (с. Твардиця) та інших промислових об'єктів.

Головною причиною забруднення поверхневих вод цими елементами є недостатній рівень очистки стічних вод, що надходять від комунальних, промислових та сільськогосподарських точкових джерел, та з поверхневим стоком з території сільськогосподарських угідь [14, 15, 22, 23].

Забруднення негативно впливає не тільки на поверхневі води досліджуваних річок, а й на поверхневі води озер, в які вони впадають. Цей вплив погіршується тим, що в цих озерах відповідно до їх розташування утруднений водообмін, який не можливо проводити самопливно, а наявні станції підкачки не можуть надати необхідної кількості води через не значну їх потужність та значну вартість електроенергії [1,5].

Використання води з названих озер дуже високе і різноманітне – від питного водопостачання з озера Ялпуг до господарсько-побутового, а також для зрошення та риборозведення.

ВИСНОВКИ

Проведені дослідження гідрохімічного режиму річок Ялпуг, В. Катлабух та Киргиж-Китай за період спостережень (2006-2018 рр.) показали, що загальна мінералізація та вміст головних іонів зумовлені кліматичними умовами, природними властивостями ґрунтів та зв'язком поверхневих вод з високомінералізованими ґрунтовими водами, а також можна відмітити значний антропогенний вплив, що особливо характерний для транскордонних річок. В умовах погіршення водообміну поверхневі води досліджуваних річок мають значний вплив і на гідрохімічний стан озер, до яких вони впадають.

Для досліджуваних річок характерна висока мінералізація води. Значний внесок в такі показники надають, в першу чергу, сульфатні іони, а також хлоридні та іони натрію та калію. Найвищі значення мінералізації притаманні для річки В. Катлабух, сягаючи 8 г/дм^3 (2009 р.).

З метою виявлення антропогенного впливу на гідрохімічний режим досліджуваних об'єктів були проведені дослідження забруднення біогенними, органічними речовинами та важкими металами

За отриманими результатами можна відзначити значне забруднення біогенними речовинами, а саме нітратами, що характерне для всіх досліджуваних річок (р. Ялпуг максимальне значення $8,610 \text{ мг/дм}^3$ – 2010 р., р. Великий Катлабух – $11,61 \text{ мг/дм}^3$ – 2011 р. Киргиж-Китай $9,910 \text{ мг/дм}^3$ – 2010 р.).

Хочеться звернути увагу на значне антропогенне забруднення р. Киргиж-Китай всіма біогенними елементами. І, коли при розгляді основних іонів та мінералізації води було наголошено, що поверхневі води цієї річки мають кращі показники порівнянно з р. Ялпуг та В. Катлабух, то зараз, на жаль, можна відзначити найбільше антропогенне навантаження на води цієї річки. Дуже прикро, що є достовірні дані про надходження цього забруднення з території Молдови. Про це свідчать результати відібраних

проб в пункті перетину кордону з територією Молдови. Особливо це стосується забруднення мінеральними сполуками азоту. Адже ми знаємо, що азот та його сполуки, що є чинниками евтрофікації води, на сьогодні є однією з найважливіших екологічних проблем для поверхневих вод України. Це забруднення з поверхневими водами річок надходить до озер, в які вони впадають і надають значний вплив і на забруднення поверхневих вод водою.

При кількісній оцінці вмісту органічної речовини у воді досліджуваних річок, можна відзначити значний вміст хімічного споживання кисню (ХСК) та 5-ти добового біохімічного споживання кисню (БСК₅) в усіх досліджуваних річках, що також свідчить про значне антропогенне навантаження. Відзначається також забруднення важкими металами, а саме залізом та марганцем.

За результатами проведених розрахунків з оцінки якості води за методикою гідрохімічного індексу забруднення води (ІЗВ модифікований) видно, що найгірша за якістю вода в річці р. Киргиз-Китай, де 38 % поверхневих вод брудні (V клас) та навіть є 15,5 % вод, що відносяться до класу надзвичайно брудні, найкраща – в р. Ялпуг (II клас), хоча також є 7,5 % вод брудних (V клас).

При дослідженні динаміки зміни якості води було встановлено, що для всіх досліджуваних річок значення ІЗВ модифікованого змінювались стрибкоподібно. Це свідчить про викид забруднення в цьому році.

Результати візуального обстеження та лабораторні вимірювання надані нам лабораторією відокремленого підрозділу БУВР річок Причорномор'я та нижнього Дунаю «Причорноморський центр водних ресурсів та ґрунтів», чітко вказують на забруднення природного середовища, а саме води в річці Киргиз-Китай зі сторони Молдови, продуктами виноробної діяльності і господарсько-побутових відходів. Можна зробити висновки, що вода в річці стає «стабільно забрудненою» і потребує негайного втручання для поліпшення і зняття екологічної і соціальної напруги.

Одним із основних факторів погіршення якості води є недостатній водообмін у самих озерах через ряд негативних факторів, включаючи і географічне положення, і вплив змін клімату, і недосконалість управління експлуатаційними процесами

Тому для покращення стану поверхневих вод в озерах Ялпуг, Катлабух та Китай пропонується: в першу чергу забезпечити дотримання природоохоронного законодавства усіма водокористувачами, проводити регулювання (обмеження) або повну заборону такої діяльності, що впливає на якість води річок, що впадають в ці озера і створюють додаткове антропогенне навантаження.

Також необхідно удосконалити систему моніторингу поверхневих вод, збільшити кількість проведених хімічних аналізів Це дозволить виявити антропогенний вплив на режим річок а також прогнозувати подальші зміни в екосистемі, обґрунтувати системи заходів з управління водними ресурсами, збереження і охорони рибних ресурсів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Річний звіт Дунайського РОВР з питань управління водними ресурсами басейну нижнього Дунаю за 2018 рік. 92 с.
2. Гопченко Є.Д. Современные проблемы, связанные с эксплуатацией Придунайских озер-водохранилищ / Е.Д. Гопченко, В.А. Овчарук, Н.С. Кічук // Причорноморський екологічний бюлетень. – Вип.2. – 2011. – С.35 -41.
3. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. К., 2006. 240 с.
- 4.. Швєбс Г.І., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України. Навчально-довідковий посібник. – Одеса, «Астропринт», 2003. 390 с.
5. Panin N. Danube Delta: genesis, evolution and sedimentology // In: Denube Delta - Black Sea system under global changes impact. – Bucuresti-Constanta: GEO-ECOMARINA, RCGGM, 1996. – Т. 1. – Р. 11-34.
6. Чорноземи масивів зрошення Одещини: Монографія./ За науковою редакцією д-ра біол. наук, проф. Є.Н. Красехи та канд. геог.наук, доц. Я.М. Біланчина.- Одеса: Одеський національний університет імені І.І. Мечнікова, 2016 р. - 194 с.
7. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ: Видавництво Раєвського, 2003. 234 с.
- 8 Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ланшафтно-гідрологічний аналіз). Київ: Ніка-Центр, 2010. 316 с.
9. Паспорт річкч Киргиз-Китай – Укрюжгипроводхоз – Одеса, 1993. – 119с .
10. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії. К.: Ніка-Центр, 2012. – 312 с.
11. Регіональна гідрохімія України: підручник / В.К. Хільчевський, Осадчий В.І., Курило С.М. – ВПЦ "Київський університет", 2019. – 343 с.
12. Процеси формування хімічного складу поверхневих вод / В.І. Осадчий, Б.Й. Набиванець, П.М. Линник та ін. К.: Ніка-Центр, 2013. – 240 с.

13. Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M., Sherstyuk N.P., Chemical composition of different types of natural waters in Ukraine. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2018. 27 (1). – P. 68-80.
14. Кічук Н.С., Шакірзанова Ж.Р., Медведєва Ю.С., Курілова І.В. Формування гідрохімічного режиму та оцінка якості води у Придунайських озерах // *Наук. збірник «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія»*. – Том 3(42). – 2016. – С.56-63.
15. Крутенко І.В. Умови формування гідрохімічного режиму річок, що гідрологічно пов'язані з Придунайськими озерами : матеріали студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету 11-18 травня 2022р., м. Одеса. Одеса, 2022. – С. 207-209.
16. Нормативи екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах (біохімічного споживання кисню (БСК5), хімічного споживання кисню (ХСК), завислих речовин та амонійного азоту) / Наказ Мінагрополітики України від 30.07.2012 № 471.
17. Водний кодекс (станом на 20 квітня 2004 року). – К.: видавничий дім «Ін Юре», 2004. – 136 с.
18. Екологічні основи управління водними ресурсами : навч. посіб. / А.І. Томільцева, А.В. Яцик, В.Б. Мокін та ін. – К. : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. – 200 с.
19. Гідрохімія річок і водойм України: навчальний посібник /Ж.Р. Шакірзанова, Н.С. Кічук.: ОДЕКУ.- Одеса, 2019. – 124 с.
20. Збірник методичних вказівок до практичних занять з дисципліни “Гідрохімія річок і водойм України” для студентів V курсу очної форми навчання гідрологічного факультету за спеціальністю “Гідрологія та гідрохімія” /Укладачі: Шакірзанова Ж.Р., Кічук Н.С. – Одеса, ОДЕКУ, 2013, – 34 с.

21. Методичні вказівки до самостійної роботи студента з дисципліни “Гідрохімія поверхневих і підземних вод” для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» денної форми навчання за спеціальністю 7.04010503 «Гідрологія» Укладач Кічук Н.С. – Одеса, ОДЕКУ, 2015. – 30 с.
22. Яцик А. В. Водогосподарська екологія: у 4 т., 7 кн. – К.: Генеза, 2004. – Т.2, кн. 3-4. – 384 с.
23. Поліщук В.В. Малі річки України та їх охорона. – К.: Тов. «Знання УРСР», 1988. – 32 с.