

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет гідрометеорології і екології

(повне найменування факультету)

Кафедра гідрології суші

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

«Річний стік річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище»

(тема кваліфікаційної роботи українською мовою)

«Annual runoff of rivers flowing into the Kremenchuk reservoir»

(тема кваліфікаційної роботи англійською мовою)

Виконала: здобувач денної форми навчання
спеціальності 103 Науки про Землю

(код, назва спеціальності)

Освітня програма Гідрометеорологія

(назва)

Кравченко Денис Юрійович

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

Керівник канд. геогр. наук, Гопцій М.В.

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

Рецензент канд. геогр. наук, доц. Прокоф'єв О.М.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри
гідрології суші

№ 15 від 13.06.2024 р.

Завідувач(ка) кафедри

(підпис)

Овчарук Валерія

(прізвище, ім'я)

Захищено на засіданні ЕК № 7
протокол № 3 від 20.06.2024 р.

Оцінка добре / С / 77
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Голова ЕК

(підпис)

Овчарук Валерія

(прізвище, ім'я)

Одеса 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут
Кафедра Гідрології суші
Рівень вищої освіти бакалавр
Спеціальність 103 Науки про Землю
(шифр і назва)
Освітня програма Гідрометеорологія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. зав. кафедри гідрології суші

д-р геогр. наук., проф. Овчарук В.А.

“ 06 ” травня 2024 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

студенту(ці) Кравченкові Денисові Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Річний стік річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище

керівник роботи Гопцій Марина Володимирівна канд. геогр. наук, ст. викладач

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

затверджені наказом ОДЕКУ від “ 18 ” грудня 2023 року № 272 «С»

2. Строк подання студентом роботи 06.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи середньорічні витрати води річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище від початку спостережень по 2020 рік, включно; основні гідрографічні характеристики водозборів річок до гідрометричних створів та гирла

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Дослідження умов формування стоку річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище. 2. Особливості водного режиму річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище. 3. Обчислення статистичних параметрів річного стоку річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище. 4. Розрахунок річного стоку річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Фізико-географічне положення водозборів; ґрунти та рослинність водозборів річок досліджуваної території; середньорічна температура повітря; річний розподіл сум опадів; карта-схема гідрологічної мережі; хронологічні графіки витрат води; різницево-інтегральні криві витрат води

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 06.05.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ за/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Вступ. Дослідження умов формування стоку річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище	06.05-09.05.2024	72	задов.
2	Особливості водного режиму річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище	10.05-14.05.2024	78	добре
3	Обчислення статистичних параметрів річного стоку річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище	15.05-19.05.2024	80	добре
	Рубіжна атестація	20.05-24.05.2024		
4	Розрахунок річного стоку річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище	20.05-28.05.2024	74	задов.
5	Висновки. Перелік джерел посилань. Додатки	29.05-30.05.2024		
	Оформлення роботи	31.05.2024		
	Перевірка на плагіат, підписання авторського договору	01.06-10.06.2024		
	Підготовка доповіді, презентації	11.06-20.06.2024		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапах)		76	добре

Студент

Д.Ю. Кравченко
(підпис)

Кравченко Д.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

М.В. Гопцій
(підпис)

Гопцій М.В.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	4
1 Дослідження умов формування стоку річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище	5
1.1 Фізико-географічні умови	5
1.2 Ґрунтово-рослинний покрив	6
1.3 Кліматичні умови	9
1.4 Водогосподарське значення Кременчуцького водосховища	10
2 Особливості водного режиму річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище	15
2.1 Гідрографічна мережа спостережень	15
2.2 Загальна характеристика водного режиму річок	20
3 Обчислення статистичних параметрів річного стоку річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище	25
3.1 Методи оцінки статистичних параметрів в гідрологічних розрахунках	26
3.2 Циклічність та тенденції в часових рядах характеристик річного стоку	28
3.3 Визначення та просторово-часова мінливість характеристик річного стоку річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище	31
4 Розрахунок річного стоку річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище	37
Висновки	43
Перелік джерел посилання	45
Додатки	46

ВСТУП

Аналіз величини річного стоку для потреб водного господарства та гідроенергетики завжди займає одне з головних питань в області гідрології та розрахунків стоку. Надійна оцінка та надійне обґрунтування можливих змін у величині стоку та його розподілі протягом року дає можливість водогосподарникам та державі раціонально використовувати водні ресурси.

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є визначення та узагальнення розрахункових характеристик річного стоку річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище.

Об'єкт дослідження – водозбори річок Рось, Вільшанка, Тясмин, Супій, Золотоношка, Сула.

Предмет дослідження – часові ряди середньорічних модулів стоку води річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище за весь період спостережень.

Завдання:

- дослідити умови формування річкового стоку протягом року річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище;
- дослідити особливості водного режиму досліджуваних річок;
- створити базу даних середньорічних модулів стоку води;
- визначити та дослідити тренди і циклічність у рядах середньорічного стоку за багаторічний період спостережень;
- визначити статистичні параметри рядів характеристик річного стоку;
- виконати нормування величини річного стоку.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ФОРМУВАННЯ СТОКУ РІЧОК, ЩО ВПАДАЮТЬ У КРЕМЕНЧУЦЬКЕ ВОДОСХОВИЩЕ

1.1 Фізико-географічні умови

Боковий приплив до Кременчуцького водосховища формується стоком таких річок, як Рось, Вільшанка, Тясмин, Супій, Сула та їх притоки (рис. 1.1).



— — — — — - межі досліджуваної території

Рисунок 1.1 – Фізико-географічна карта України [2]

Досліджувана територія розташована в центральній частині України. Ліва частина басейну розташована на Полтавській рівнині і Придніпровській низовині. Права частина басейну розташована на Придніпровській височині. Якщо розглядати по областях, то цей майже вся Черкаська область, південна частина

Київської області, південь Чернігівської області, південно-західна частина Сумської області та північно-західна Полтавської області.

1.2 Ґрунтово-рослинний покрив

Більша частини басейну річки Рось розташована в межах українського щита, тобто можна стверджувати, що значна частина басейну річки знаходиться в Придніпровській височині. Треба також зазначити, що на берегах річок кристалічні породи українського щита дуже часто виходять на поверхню. Крім того характерною особливістю басейну річки Рось, внаслідок того, що дуже близько до поверхні залягають породи, рельєф водозбору з великою кількістю пагорбів, річкових долин та ярів та є переважно хвилястий. Деякі пагорби помітно височать над прилеглою місцевістю і мають власні назви. Наприклад, в місті Біла Церква є так звана Палієва гора, неподалік сіла Синява — Божа гора, неподалік села Медвин розташована гора Тотоха. Це власні назви пагорбів, які помітно височать над прилеглою місцевістю. Також, один з відомих ярів, який розташований неподалік від витoku річки Рось має назву Ординецький. Південно-західна частина басейну річки Рось є найвищою. Максимальна висота пагорбів біля міста Погребище складає 300 м. На західній частині села Андрушівка розташований пагорб заввишки 322,5 м, який, як вважають дослідники, є найвищою точкою водозбору. Десь такі ж розміри заввишки має пагорб, який повністю вкритий лісом, та розташований на північ від села Булаї. В місцевості, де річка Рось потрапляє на Придніпровську низовину, в рельєфі спостерігаються дві широкі долини. Тому, саме в тій місцевості річка Рось поділяється на два великі рукави. Головний рукав, той який більший за розміром, рухається на північ, а той кий менший за розмірами (канал Фоса), рухається на схід. Такий розподіл річки Рось на два окремі та дуже довгі рукави, які в подальшому більш не об'єднуються, є особливістю, яка дуже рідко спостерігається в природі. Описаними відмінностями і властивостями будови надр та рельєфу водозбору річки Рось можна пояснити те, що з давних давен на ній були

розташовані греблі та млини. В теперішній час на значній частині довжини річка Рось є у підпорі, тому швидкість течії річки дуже мала та дно замулене.

Найбільш стародавніми породами, залягаючими вище базису ерозії є породи докембрійського віку, які відносять до нижнього докембрію (нижнього архею), середнього докембрію (верхнього архею) та верхнього докембрію (протерозою). Нижній докембрій охоплює бугсько-дніпровські гнейсові серії та бугсько-подольські інтрузивні комплекси першого інтрузивного циклу. До середнього докембрію інгуло-унгулецька гнейсова серія, яка складається з нижньої талькової світи, середньої світи та верхньої сланцевої світи. Верхній докембрій включає овручську серію, дніпровсько-боковянській комплекс третього інтрузивного циклу, коротенький комплекс четвертого інтрузивного циклу та приазовський лужний комплекс п'ятого інтрузивного циклу. Палеогенові відкладення покривають майже усю Дніпровсько-Донецьку западину. В основі цих відкладень залягають відкладення каневської світи – зеленувато-сірі глауконітові піски зі стягненнями фосфоритів і з горизонтом щільною опокою, які поширені в межах більшої частини цієї западини. Дніпровсько-Донецька западина являє собою область значного занурення поверхні кристалічного фундаменту до 11-12 км. В її межах виділяються схили Українського кристалічного щита та Воронежського масиву. В межах западини, як і на схилах западини спостерігається відповідність між характером відносної деформованості та структурними особливостями, виявленими геологічними та геофізичними методами [1], [4]. На повздовжньому профілі Сули виділяються Роменська, Свиридовська, Сенченська, Исачковсько-Солинська деформації. Незначна висота Роменської деформації, приуроченої до солянокупельної структури, пояснюється поперед усього меншою інтенсивністю її підняття в голоцені. Привертає на себе увагу те, що ширина пойми вище і нижче структури майже не змінюється, а розширення долини 11 вище розвитку структури відбувається головним чином шляхом збільшення ширини надпойменної тераси, під час формування якої відбувались більш інтенсивні підняття. Виникнення найбільш значущих відносних деформацій в долини р. Сула – Свиридовської та Сеченської зв'язується з тектонічною активністю Свиридовського структурного

виступу та Пісочненського соляного штока. Найбільш випукла ділянка профілю р. Сула між м. Лохвице та с. Сенчей. На топографічному повздовжнім профілю р. Псел виділяють наступні відносні деформації: Каменська, Гадячська, Савинцовська, Остап'євська. На лівобережній височині рівнині (Полтавсько-Сумсько-Харківськом плато) усюди за виключенням терас глини підстилаються потужним ярусом кварцових тонкозернистих пісків, а ті, своєю чергою палеогеновими глинистопісчаними, переважно глауконітовими породами.



Рисунок 1.2 – Карта -схема ґрунтів України [2]

Природна рослинність басейна Середнього Дніпра (лісостепового), яка в минулому була представлена чергуючимися між собою лісами та луговими степами більшою частиною була знищена, а решта дуже порушена та видозмінена (рис. 1.3). Ліса представлені 6 формаціями: дубовою, дубовограбовою, сосною, дубово-сосною, грабовою та ольховою. Серед них переважають сухі та свіжі гігרותопи [1], [4]. Дубові ліси складають 55% всіх лісів території. Дубово-соснові – 20%. Соснові – 10%. Дубово-грабові – 10%. Ольхові – 5%. Малий вміст рухомого

калію 3,3-4,2 мг на 100 г ґрунтів профілі характеризуються ґрунтів є причиною його високу ефективність ґрунтів.

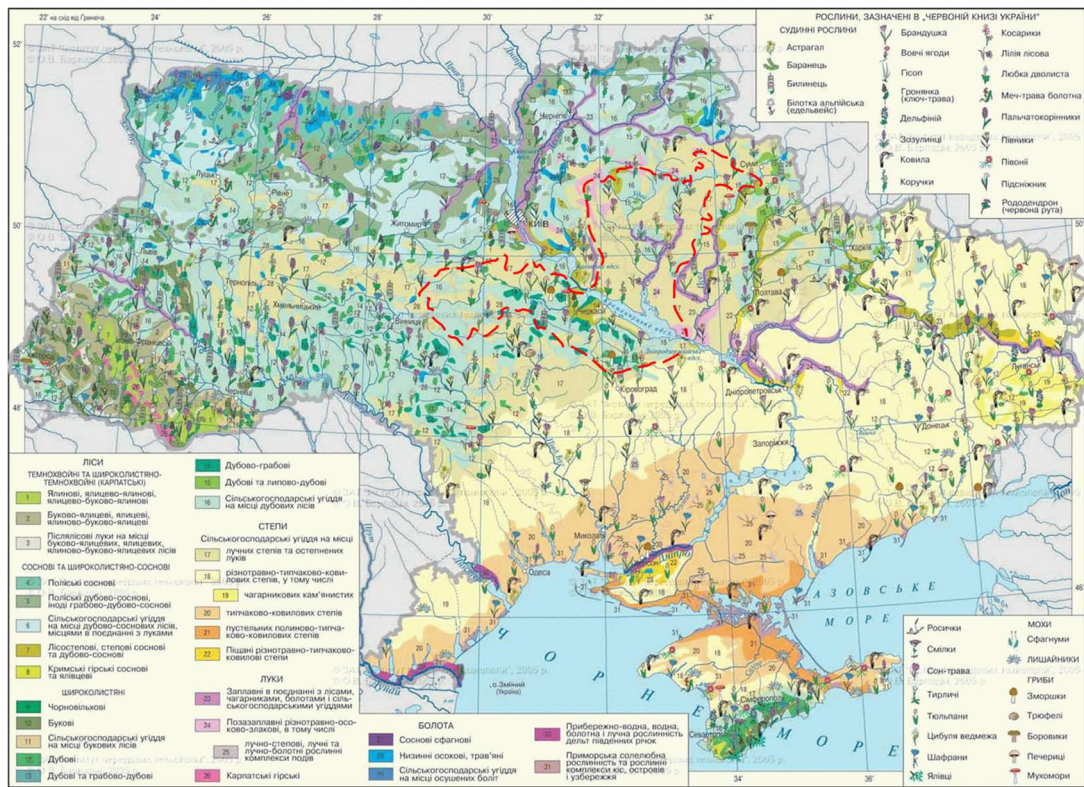


Рисунок 1.3 – Карта-схема рослинного покриву України [3]

1.3 Кліматичні умови

Клімат є тим фактором, який істотно впливає, з одного боку, на водний режим Росі, а з іншого — на господарське використання території.

Басейн Росі загалом характеризується помірно континентальним кліматом, сприятливим як для життєдіяльності людини, так і для господарської сфери. У цьому регіоні склалося оптимальне співвідношення між температурою повітря і кількістю опадів. Детальні відомості про клімат водозбору можуть бути отримані за даними довготривалих спостережень на двох метеостанціях: Біла Церква і Миронівка.

Близькою є середньорічна температура повітря і на метеостанціях, розташованих поблизу басейну Росі, а саме у Фастові та Жашкові. В обох цих містах норма середньорічної температури повітря дорівнює 7,3 °С.

Крім температури повітря важливим чинником (насправді найважливішим) водного стоку Росі є кількість опадів на водозборі. За даними метеостанцій Біла Церква і Миронівка, середньорічна кількість опадів протягом 1961—1990 рр. становила відповідно 562 і 561 мм. Приблизно такою самою є кількість опадів і на гідрологічних постах Круподеринці (572 мм), Фесюри (556 мм) і Корсунь-Шевченківський (514 мм). За даними п'яти пунктів спостережень, які доволі рівномірно розташовані у межах водозбору, середньорічна кількість опадів становить 553 мм.

Клімат на території басейну річки, як і будь-якій іншій території, формується внаслідок взаємодії сонячної радіації і циркуляції атмосфери з підстильною поверхнею. Роль кожного з названих факторів у формуванні кліматичних умов різна. Вплив сонячної радіації найефективніше проявляється в теплий період року. Для басейну р. Рось максимальні добові значення сумарної радіації в теплий період можуть перевищувати 750 кал/см. При таких сумах сонячної радіації створюються сприятливі умови для прогрівання земної поверхні й повітря, що проявляється у високій інтенсивності трансформації повітряних мас [1]. Протягом холодного періоду року, коли тривалість дня й висота сонця над горизонтом незначні і часто спостерігається хмарна погода, суми сонячної радіації не можуть бути великими. В цей час вирішальним фактором кліматоутворення стає циркуляція атмосфери, внаслідок дії якої відбувається часта зміна повітряних мас різного типу.

1.4 Водогосподарське значення Кременчуцького водосховища

Водосховище утворено в результаті перекриття Дніпра греблею вище м. Кременчука. Його заповнення було розпочато восени 1959 р. і закінчено влітку 1961 р. Площа водосховища - 2250 км, довжина - близько 185 км, середня ширина

- 15, найбільша - 28 км, середня глибина - 6, максимальна - 20 м. Рівень води у водосховищі коливається в межах 5 м. Площа мілководь до 2 м складає приблизно 18%. Рівень води в літні місяці стабільний. Його зниження відбувається восени, досягаючи максимуму взимку. Найбільше спрацювання рівня може досягати 5 м, при цьому площа водосховища зменшується майже вдвічі. Водообмін здійснюється до 4 разів на рік, в середні за водністю роки - 2-2,5 рази.

За характеристикою берегової лінії, глибин, течіям і деякими іншими ознаками водосховище можна розділити на три ділянки: верхній, середній і нижній. Верхній ділянку, розташовану від м. Канева до м. Черкас, має озеро-річковий характер. Водна маса незначно виходить за межі русла, затоплюючи пойму, у зв'язку з чим глибини тут невеликі. В середньому вони становлять 2 м, досягаючи в руслі річки 10 м. Швидкості течії мало відрізняються від річкових. На цій ділянці у водосховище впадають праві притоки річки Рось та Вільшанка і ліва притока річка Супій.

Середній, озерний, ділянка простирається до лінії сіл Адамівка - Жовнине. Води водосховища покривають тут величезні площі заплави. Мілководдя займають не більше 1/10 частини всієї площі ділянки. Максимальна глибина в старому руслі Дніпра досягає 16 м, середня глибина - близько 6 м. Перебіг, обумовлене річковим потоком, практично відсутня.

Нижній, або приплотинний, ділянці, що тягнеться від с. Адамовці до греблі, найбільш глибокий. У греблі глибина складає 20 м, середня - близько 10 м. У середній частині ділянки ближче до правого берега з північного заходу на південний схід простяглися піщані острови, частина з яких зруйнована і перетворена на мілині. Перебіг помітно лише біля греблі. В межах ділянки впадають річки Суду і Цибульник.

Береги водосховища, складені з супісків і пісків, легко розмиваються і обрушуються, чому сприяють сильні хвилі. Вони найбільш властиві середній і нижній частинах водосховища, де воно досягає найбільшої ширини.

Рівень режим Кременчуцького водосховища непостійний, що зумовлено зміною термінів весняної повені, водністю року, а також дією вітрової активності

нагонів. Під дією вітрів рівень води у водосховищі може змінюватися майже на 0,5 м.

Кременчуцьке водосховище - основний регулятор при розподілі річкового стоку серед дніпровських водосховищ. У зв'язку з цим у ньому постійно виникають великі площі осушної зони.

У водосховищі мешкають стерлядь, тюлька, щука, плітка, ялець, головень, в'язь, червоноперка, жерех, вівсянка, лин, підуст, піскар, уклея, густера, лящ, білоглазка, синець, рибець, чехоня, гірчак, карась, сазан, голець, щиповка, в'юн, сом, судак, окунь, йорж, носарь і бички.

Згідно з Положенням про управління, зона діяльності обмежується акваторією Кременчуцького водосховища із захисними гідротехнічними спорудами, розташованими в межах Черкаської, Кіровоградської та Полтавської областей. Режим експлуатації водосховищ дніпровського каскаду визначається Між-відомчою комісією при Держводагентстві України, виходячи з прогнозу водності повені. З метою оперативного реагування на можливі кризові ситуації та спостереження за режимом роботи водних об'єктів в управлінні створена аналітично-диспетчерська служба стеження за водними об'єктами. Спостереження за рівнями води на Кременчуцькому водосховищі та в підвідних каналах і аванкамерах 9-ти насосних станціях, а також за даними диспетчерів Кременчуцької і Канівської ГЕС. У 2021 році рівневий режим Кременчуцького водосховища в основному був витриманий відповідно до Протоколу засідання міжвідомчої комісії Держводагентства України по встановленню режимів роботи дніпровських водосховищ. Режим експлуатації водосховищ дніпровського каскаду визначається Між-відомчою комісією при Держводагентстві України, виходячи з прогнозу водності повені. У 2021 переважну більшість часу рівень води у Кременчуцькому водосховищі відповідав відміткам Протоколу засідання міжвідомчої комісії Держводагентства України по встановленню режимів роботи дніпровських водосховищ. З метою швидкого реагування на можливі кризові ситуації в регіональному управлінні з 1996 року діє служба стеження за водними об'єктами, що знаходяться в його віданні. Для спостережень за рівнями Кременчуцького

водосховища на насосних станціях встановлені водомірні рейки. Протягом січня відбувалося економне поступове спрацювання вільного об'єму, середній рівень води в районі в/п Світловодськ практично відповідав минулорічному. В минулому році у зв'язку з вкрай несприятливою гідрометеорологічною ситуацією для формування весняного водопілля, що склалася в басейнах річок упродовж осінньо-зимового періоду, з початку лютого) розпочалось поступове наповнення водосховища, яке тривало до кінця травня і в цілому відповідало протокольним відміткам. Слід відмітити, що в цьому році низька весняна водність р. Дніпро та його приток ускладнила процес наповнення Дніпровського каскаду до проектних позначок, були обмеження скидів води через греблі ГЕС.

У червні та липні ГЕС працювала на притокових витратах. У червні завдяки циклонічній діяльності, яка забезпечувала випадіння зливових дощів різної інтенсивності від невеликих до значних, гідрологічна ситуація на водних об'єктах порівняно з травнем покращилася. Водність річок поступово підвищувалася, хоча і залишилася нижчою від норми червня. Такі обставини певною мірою пом'якшили гідрологічні умови по боковому припливу води до Кременчуцького водосховища і рівень води у водоймі до середини липня продовжував поступово зростати: якщо на початку червня абсолютні позначки становили 80.70 м, то на 14 липня – 80.98 м (максимальна відмітка). Таким чином, у 2020 році рівень води у водоймі не досяг абсолютної відмітки НІР (81.00 м). З серпня розпочалось поступове спрацювання Кременчуцького водосховища. Слід зазначити, що через загальну недостатню кількість опадів на притоках Середнього Дніпра відбувалось поступове зменшення водності, що негативно вплинуло на об'єми бічного припливу води до каскаду дніпровських водосховищ взагалі, які у липні (в порівнянні з червнем) зменшились на 35 – 58 %. Так приток води до Кременчуцького водосховища становив 46.6 млн.м³, що склало лише 39 % липневої норми, у серпні – 33 % від норми, не покращилась ситуація і у вересні – об'єм бічного припливу води становив 18.1 млн.м³, що складає 19 % вересневої норми; у жовтні – 21 % від норми; у листопаді – 22 % від норми. Поступове зниження рівня води у водоймі, що розпочалося з позначки 80.98 м (14 липня) тривало до кінця року, і на 29 грудня абсолютна

відмітка рівня води в озерній частині Кременчуцького водосховища склала 78.82 м. Таким чином, протягом 2020 року рівні води у Кременчуцькому водосховищі змінювались в озерній частині у межах: 78.76 м (січень) – 80.98 м (липень) проти 78.60 м (лютий) – 81.00 м (червень) у 2019 році, перебуваючи більшу частину часу на більш високих абсолютних відмітках. Лише у травні – червні середній рівень води був на 0.24 – 0.14 м нижче минулорічного. Переважну більшість часу рівень води у Кременчуцькому водосховищі відповідав протокольним відміткам. Середній рівень води у верхів'ї водосховища в районі Вільшанської НС більшу частину часу був також вищим за минулорічний, окрім травня і червня і знаходився на середньомісячних відмітках 78.92 м (січень) – 80.93 м (липень). Максимум рівня – 81.07 м відмічався 11-го липня. У 2019 році він зафіксований на відмітці 81.27 м 21-го травня.

2 ОСОБЛИВОСТІ ВОДНОГО РЕЖИМУ РІЧОК, ЩО ВПАДАЮТЬ У КРЕМЕНЧУЦЬКЕ ВОДОСХОВИЩЕ

2.1 Гідрографічна мережа спостережень

На рівнинній частині території України виділяють три гідрологічні зони: 1) гідрологічна зона надмірної водності, 2) гідрологічна зона достатньої водності, 3) гідрологічна зона недостатньої водності. Гірські райони, де водний режим річок має певні особливості, виділено в окремі таксономічні одиниці – гідрологічна країна Українських Карпат та гідрологічна країна Гірського Криму.

Річки досліджуваної території (рис. 2.1) відносяться до гідрологічної зони достатньої водності, якій відповідає лісостеповій зоні і включає басейни лівих приток Дністра, верхньої та середньої течії Південного Бугу, басейни правих (Стугна, Рось, Тясмин) і лівих (Трубіж, Супій, Псел, Сула, Ворскла) приток Дніпра. В межах зони виділяють Західну, Правобережну Дніпровську та Лівобережну Дніпровську гідрологічні області.

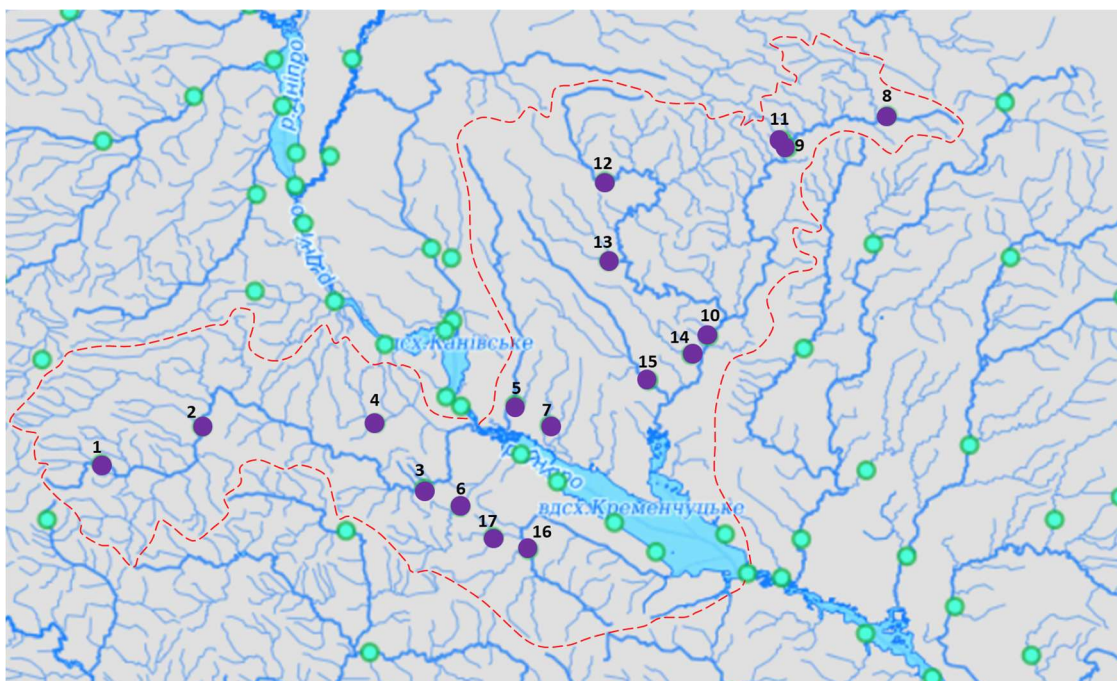


Рисунок 2.1 – Гідрографічна мережа досліджуваної території річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище

Густота річкової мережі становить 0.4-0.8 км/км².

Уклони річок на Правобережжі Дніпра становлять від 0.2 до 5 м/км, на Лівобережжі – 0.2-2.5 м/км. Лісистість водозборів зменшується з заходу на схід від 20% до 1-8%. Заболоченість найбільша у Західній області (до 20%), у Правобережній Дніпровській області – 1-10%. Водність річок зони найбільша у Західній області – 4-7 л/(с·км²), у Лівобережній Дніпровській – 1.3-3.5 л/(с·км²). Живлення річок мішане, з переваженням снігового (40-60%). Льодостав триває 2.5-3 місяці.

Розглянемо водозбори річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище та їх гідрографічну мережу (рис. 2.1):

р. Рось – права притока Дніпра. Довжина річки 346 км, площа басейну 12575 км², уклон 0.61‰. Бере початок у межах Придніпровської височини у Погребищенському районі Вінницької області, впадає у Дніпро в 20 км нижче від м. Канева поблизу с. Хрещатик. Найбільші притоки: праві – Роська ($L = 73$ км, $F = 110$ км²), Молочна ($L = 35$ км, $F = 359$ км²), Торган ($L = 38$ км, $F = 245$ км²); ліві – Роставиця ($L = 116$ км, $F = 1460$ км²), Кам'янка ($L = 105$ км, $F = 800$ км²), Росава ($L = 95$ км, $F = 1720$ км²). Долина річки має ширину до 3 км, в місцях виходу на поверхню кристалічних порід звужується до 100-150 м. Глибина долини 60 м. Схили її круті, в середній частині водозбору 20-30°, вони заглиблені у вододільне плато на 40-60 м при густоті ерозійного розгалуження до 3 км/км². Іноді схили ізрізані мережею ярів глибиною до 30-40 м. На правому схилі долини *р. Рось* зустрічаються зсуви, що розвиваються на контакті покровних водно-льодовикових відкладень з пестрими або третичними глинами. Ширина русла у середній течії 30-40 м, у нижній – 70-80 м. Русло звивисте, з порогами, плесами та перекатами. Коли річка протікає в областях осадочних порід, її долина трапецієподібна з крутими схилами. Заплава має ширину до 500 м, двобічна, складена піщаниками та суглинками. Дно піщане, у верхній течії скелясте. Швидкість течії у середньому 0.3-0.4 м/с, на порогах – 1.3-2.5 м/с. За характером живлення *р. Рось* відноситься до річок з переважно сніговим живленням, що становить 60% від стоку за рік.

За даними спостережень по 1997 р. на в/п Корсунь-Шевченківський ($F = 10300 \text{ км}^2$, в 65 км від гирла) середній річний стік становить $22.6 \text{ м}^3/\text{с}$, максимальна витрата – $1240 \text{ м}^3/\text{с}$ (1947 р.) та мінімальна – $0.031 \text{ м}^3/\text{с}$ (1952 р.). Стік річки є сильно зарегульованим. Серед ГЕС, що розташовані на річці, працюючими є Стеблівська та Корсунь-Шевченківська.

Найбільшими на річці є Великобілоцерківське (17.0 млн м^3) та Стеблівське (15.7 млн м^3) водосховища. На якість води в річці впливають промислові підприємства м. Біла Церква та м. Богуслав. Наслідком цього впливу є те, що по деяких показниках якість води є невисокою. Вода належить до гідрокарбонатного класу групи кальцію. Мінералізація в річці коливається під час водопілля в межах $302\text{-}462 \text{ мг/л}$, в літню межень – від 440 до 581 мг/л . У гирловій ділянці – до 614 мг/л . В басейні річки розташовані 57 водосховищ, загальним об'ємом 134 млн м^3 та біля 1900 ставків загальним об'ємом 190 млн м^3 .

р. Сула – ліва притока р. Дніпро. Довжина річки 415 км , площа басейну 19600 км^2 , уклон 0.20% . Бере початок на відрогах Середньоруської височини, впадає в Кременчуцьке водосховище в 628 км від гирла Дніпра. Гирло р. Сула на значній відстані затоплено. Найбільші притоки: праві - р. Ромен ($L = 111 \text{ км}$, $F = 1660 \text{ км}^2$), р. Удай ($L = 327 \text{ км}$, $F = 7030 \text{ км}^2$), р. Оржиця ($L = 117 \text{ км}$, $F = 2120 \text{ км}^2$); ліві – р. Крива Руда ($L = 55 \text{ км}$, $F = 7400 \text{ км}^2$). Основна частина басейну розташована у межах Придніпровської низовини. Долина річки широка – від $2\text{-}3 \text{ км}$ у верхній течії, до $10\text{-}12 \text{ км}$ у нижній. Значною є ширина заплави, яка відзначається малою висотою та надмірною зволоженістю. Русло сильно звивисте. За період спостережень по 1997 р. середній річний стік на в/п Лубни ($F = 14200 \text{ км}^2$, 106 км від гирла) становить $30.2 \text{ м}^3/\text{с}$. Максимальна зафіксована витрата становить $1140 \text{ м}^3/\text{с}$ (1942 р.), мінімальна – $0.38 \text{ м}^3/\text{с}$ (1939 р.). Живлення річки переважно снігове, роль ґрунтових та дощових вод менш суттєва. Підземне живлення становить від 8 до 22% річного стоку. Вода належить до гідрокарбонатно-кальцієвого класу. Під час водопілля мінералізація води змінюється в межах $120\text{-}188 \text{ мг/л}$ до 235 мг/л (м. Лубни). У меженний період мінералізація води у верхній течії (с. Зеленівка)

змінюється в межах 520-712 мг/л, а нижче від впадіння р. Удай (м. Лубни) – 546-904 мг/л. У басейні річки 26 водосховищ, загальним об'ємом 82.2 млн м³.

р. Вільшанка – річка в Україні, у межах Звенигородського, Городищенського та Черкаського районів Черкаської області. Права притока Дніпра.

Довжина 106 км. Площа водозбірного басейну 1220 км². Похил річки 0,9 м/км. Долина трапецієподібна. Заплава у нижній течії заболочена. Річище звивисте, завширшки 20-25 м. Живлення мішане. Замерзає наприкінці листопада, скресає у березні. Використовується на водопостачання, зрошення.

Вільшанка бере початок поблизу села Пединівка. Спершу тече на південний схід, у середній течії круто повертає на північ, від міста Городище тече на північний схід. Впадає до Дніпра неподалік від села Лозівок.

У зв'язку зі створенням Кременчуцького водосховища гідрологічний режим Вільшанки був порушений. У наш час рівень Кременчуцького водосховища вищий від рівня Вільшанки у районі гирла. Тому для нормального водотоку створена гребля та насосна станція.

р. Тясмин – річка в Кіровоградській та Черкаській областях України, права притока Дніпра. Річка бере початок у північній частині села Любомирка Олександрівського району. Спочатку тече переважно на південний захід через Вищі Верещаки, Нижчі Верещаки, Соснівку, далі — через Райгород Кам'янського району. Потім напрямком змінюється на північний, а в місті Сміла річка повертає на північний схід. У селі Бузуків Тясмин ще раз повертає, тепер на південний схід і тече в цьому напрямку до самого Чигирина. Останній відрізок річка протікає в східному напрямку. Довжина річки 161 км, площа басейну 4 540 км². Похил річки становить 0,34 м/км. Річище звивисте, його ширина від 5-20 м до 40 м, на окремих ділянках каналізоване. Живлення снігове і дощове. Льодостав з грудня до середини березня. Стік регульований водосховищем і ставками, є шлюзи-регулятори. У пониззі споруджено захисну дамбу з насосною станцією потужністю 85 м³/с, що регулює стік річки у Кременчуцьке водосховище.

У табл. 2.1 приведені дані по гідрологічних постах, що діють на сьогодні в басейні Кременчуцького водосховища.

Таблиця 2.1 – Список постів на досліджуваних річках, що впадають у Кременчуцьке водосховище

Водний об'єкт	Код водного об'єкту	Пост	Код поста	Відстань від гирла, км	Площа водозбору, км ²	Період дії, число, місяць, рік		Належність поста
						відкритий	закритий	
р. Рось	106 200 700	с. Круподеринці	80292	311*	618	08.08.1945	Діє	ГМС України
р. Рось	106 200 700	с. Фесюри	80295	230	3 900	01.10.1931	"	Так само
р. Рось	106 200 700	м. Корсунь-Шевченківський	80302	64*	10 300	21.09.1928 (01.07.1954)	"	"
р. Росава	106 200 771	м. Миронівка	80320	43*	846	25.08.1944 (28.04.1961)	"	"
р. Супій	106 200 779	с. Піщане	80344	16*	1 900	19.09.1927	"	"
р. Вільшанка	106 200 784	с. Мліїв	80346	33*	749	04.12.1938	"	"
р. Золотоношка	106 200 794	м. Золотоноша	80350	30*	431	15.09.1944	"	"
р. Сула	106 200 799	с. Зеленківка	80354	340*	427	26.03.1931	"	"
р. Сула	106 200 799	м. Ромни	80355	272*	4 020	08.09.1925	"	"
р. Сула	106 200 799	м. Лубни	80359	101*	14 200	26.04.1914	"	"
р. Ромен	106 200 814	м. Ромни	80369	5.0*	1 650	17.06.1915 (01.09.1931)	"	"
р. Удай	106 200 840	м. Прилуки	80372	243*	1 520	09.09.1925	"	"
р. Перевід	106 200 865	с. Сасинівка	80380	8.0*	745	27.05.1929	"	"
р. Сліпорід	106 200 879	с. Олександрівка	80386	6.0*	527	01.01.1932 (10.03.1938)	"	"
р. Оржиця	106 200 882	с. Маяківка	80391	15*	1 950	05.09.1927	"	"
р. Тясмин	106 200 892	с. Велика Яблунівка	80395	94*	1 780	26.06.1945 (15.10.1958)	"	"
р. Серебрянка	106 200 908	с. Балаклея	80401	14*	126	30.05.1946	"	"

Всього 17 водозборів з площами від 126 км² (р. Серебрянка – с. Балаклея) до 14200 км² (р. Сула – с. Лубни)

2.2 Загальна характеристика водного режиму річок

Річки України за класифікацією Б.Д. Зайкова розподіляються на дві групи: I – річки з весняним водопіллям (рівнинні річки) і II – з паводковим режимом (гірські річки).

Водний режим рівнинних річок характеризується в більшості випадків чітко визначеним весняним водопіллям, низькою літньою межею з окремими дощовими паводками, незначним осіннім підвищенням, низькою зимовою межею, яка теж інколи порушується паводками у відлиги. За весняне водопілля проходить 40-80%, а на деяких малих річках навіть 100% річного стоку.

Весною рівні води в більшості випадків підіймаються на кілька днів раніше скресання. Непоодинокі випадки, коли на малих річках максимальні весняні рівні проходять при льодоставі.

Розглядаючи водний режим річок протягом року (календарного, гідрологічного або водогосподарського) під максимальним стоком розуміють найбільшу витрату води, об'єм або шар стоку за багатоводну фазу – водопілля або паводок. Максимальний стік виражається найбільшою (максимальною) витратою води, об'ємом або шаром стоку за основну хвилю водопілля або за найбільший паводок у цьому році. Найбільше значення має, зазвичай, максимальна витрата води, яка визначає висоту підйому рівня води, тобто зону затоплення, швидкості течії, тобто розмиваючу здатність потоку, і в цілому – напір води на споруди. Визначення максимальних витрат води є необхідним для розрахунку різних гідротехнічних споруд, зокрема: мостів, гребель, дамб та ін. Точне визначення величин максимальних витрат гарантує нормальну експлуатацію даних споруд [3]-[5]. Оцінка параметрів водопілля та паводків має велике наукове та практичне значення. В науковому відношенні водопілля та паводки визначають загальні риси режиму стоку річок даного регіону. Об'єм їх стоку становить переважну частину

стоку річок, а для малих річок посушливої зони може складати весь річний стік, тому відомості про максимальний стік необхідні для вивчення багатьох аспектів гідрологічного режиму річок [369]. В практичному плані максимальний стік відносять до катастрофічних явищ природи. Статистика свідчить, що за повторюваністю, площею поширення, сумарними середньорічними матеріальними збитками повені займають перше місце у ряду відомих нам стихійних явищ. Що стосується соціально-економічних збитків, то лише за 1998-2002 рр. в світі від повеней загинуло близько 53 тис. осіб, з місць постійного проживання евакуйовано 150 млн. осіб, загальна сума збитків від повеней перевищила 135 млрд доларів США [7]. За характером походження максимальні витрати води можуть бути поділені на: - сформовані внаслідок сніготанення; - ті, що сформувались через випадіння дощових опадів;

- максимумами мішаного походження – від сніготанення і дощів, коли частки кожного виду живлення близькі за величиною або їх важко розрізнити.

Весняне водопілля на річках України є найбільш характерною фазою їх гідрологічного режиму. Умови його формування, з урахуванням значних відмінностей по території кліматичних, геоморфологічних, ґрунтових, рослинних та інших факторів, неоднакові на рівнинних та гірських водозборах. Умови формування водопілля. Всі фактори, що впливають на формування весняного стоку, можна поділити на дві основні групи: - фактори метеорологічні, що визначають інтенсивність сніготанення та утворення талих вод, а також втрати на випаровування; - фактори підстильної поверхні, що визначають величину акумуляції талих вод на поверхні басейну та інфільтрації в ґрунт, характер розподілу снігу на поверхні басейну та стікання талих вод на схилах і в руслах річок.

Форма гідрографа водопілля залежить від характеру весни та ряду азональних факторів, серед яких суттєву роль грають болота і карст. У ранні весни форма гідрографа багатопікова, складна, у пізні – одновершинна. На закарстованих водозборах підйом водопілля відбувається повільно, пік слабо виражений, спад відбувається повільно. Регулюючий вплив водосховищ призводить до формування

багатопікового, розтягнутого водопілля та до значного зменшення максимальних витрат води.

Басейни р. Рось і її притоки – розташовані у двох геоморфологічних районах – їх верхів'я знаходяться в межах Придніпровської височини, а пониззя – на території Придніпровської низовини. У верхів'ях цих басейнів мають місце більш сприятливі умови підземного живлення з водоносних горизонтів Українського кристалічного масиву. Основна частина стоку формується навесні від танення снігів (до 50% річного стоку). Верхів'я р.Сули розташовані на південній околиці Середньоруської височини з яскраво вираженим континентальним кліматом, достатньо забезпечені снігозапасами. Разом з тим для басейну р.Сули характерні різкі зміни умов живлення, а відповідно, і водоносності приток, що зменшується по мірі просування від витоків до гирла. Серед річок лісостепової зони виділяються окремо рр.Супій, Вільшанка та Тясмин, на водний режим яких суттєвий вплив мають низовинно-перехідні болота. Водопілля на цих річках розтягнуте, згладжене [5].

Тривалість водопілля залежить від довжини річки, заболоченості, залісеності, закарстованості водозборів. На правобережних притоках Середнього Дніпра (рр. Рось, Тясмин) середні дати початку водопілля відносяться до останніх чисел лютого – початку березня. Середня тривалість водопілля складає 50-60 діб. На лівобережних притоках (рр. Супій, Сула) водопілля починається на початку другої декади березня. Середня тривалість водопілля на малих і середніх річках становить 50-55 діб; для гирлових ділянок рр. Сули – вона зростає до 70-80 діб.

На умови формування дощового стоку в басейнах правих і лівих приток Дніпра в межах лісостепової зони впливає нестійкий режим зволоження території опадами.

Річки району мають змішане живлення, причому в північній частині території роль талого стоку у формуванні річного стоку значно більше, ніж у південній. Пайова участь дощових вод у річному стоці в південній частині території в порівнянні північній помітно збільшується. Співвідношення снігового та дощового живлення змінюється в різні за водністю роки. Стік весняного водопілля

в багатоводні роки складає 70-80% річного стоку, в середні за водністю роки – 60-70%, а маловодні 50-60%. В період межені спостерігаються невеликі дощові паводки. Вищі рівні дощових паводків тільки на окремих річках рідко наближаються за величиною до рівнів весняного водопілля. У літньо-осінній період мають місце дощові паводки невеликою інтенсивністю, тривалістю від 5-8 до 10-12 днів. У період відлиги спостерігаються досить значні паводки висотою до 1,5 м та більше. У посушливі роки окремі ділянки малих річок пересихають на період декількох днів до 3-5 місяців; а в зимовий період має місце промерзання тривалістю від 3 до 60 днів [8]. Перші стійкі крижані утворення на ділянках річок з природним льодовим режимом та помірним ґрунтовим живленням зазвичай з'являються в третій декаді листопада в Західно - Поліським, Східно - Поліським, Волинському, Ніжнедеснянском і Ворскло – Поліським гідрологічних районах. Майже для всіх річок території характерні в теплі осінні періоди першої нестійкої короткострокові крижані освіти (зазвичай зберігає), що з'являються на 2-3 тижні раніше стійких та спостерігаються протягом 1-5 днів. Водний режим річок визначається кліматичними, гідрогеологічними, орографічними і гідрографічними особливостями і характеризуються досить вираженим весняною повінню і літньо-осінньою та зимовою меженою, які порушуються дощовими паводками і відлигами. Співвідношення річного снігового і дощового живлення змінюється в різні за водністю роки. Стік весняного водопілля в багатоводні роки становить 70-80% річного стоку, в середні за водністю роки – 60-70%, а в маловодні – 50-60%. Мінливість стоку призводить до того, що в багатоводні роки водні ресурси річок Лівобережного Лісостепу України в 1,5-2 рази більше, а в маловодні в 2 рази менше, ніж у середній по водності рік. Більша частина місцевого стоку формується у північних районах області. Шар стоку тут сягає 80 мм за рік, а модуль стоку – 3,5 л/(с·км²). На півдні області ці показники становлять відповідно 40 мм і 1,2-1,5 л/(с·км²). Така різниця пояснюється зменшенням кількості атмосферних опадів, висоти снігового покриву та зростанням випаровуваності з півночі й північного заходу на південний схід. Середній шар стоку по області складає 64 мм, що менше, ніж у середньому по Україні (87 мм). На річках Лівобережного Лісостепу України

висота шару меженного стоку дещо менше – 4-10 мм, на південь поступово знижується до нуля. 19 У межах Дніпровського артезіанського басейну (річок Лівобережного Лісостепу України) модулі мінімального стоку дорівнюють 0,40-0,0 л/(с·км²). на півночі Дніпровської западини і 0,0-0,10 л/(с·км²) на півдні. В осінньо-зимовий період при переході температури повітря до від'ємних показників на річках відзначені льодові освіти. Перші льодові утворення з'являються в кінці листопада – початку грудня. Крім фізикогеографічного положення та гідрогеологічних умов, на формування льодово-термічного режиму роблять великий вплив морфометричні особливості русел, водність річок, а так само господарська діяльність на річках. Товщина льоду на початку льодоставу не перевищує 5-10 см в середні по суворості зими в найбільш холодні декади (2 і 3 декади січня, 1 і 2 декади лютого). На ділянках річок з природним термічним режимом і помірним ґрунтовим живленням товщина льоду зазвичай не перевищує 40- 60 см, в суворі зими досягає 60-80 см. Найбільша товщина льоду в суворі зими досягає 120-140 см [1]. На річках у період становлення льодоставу восени і в періоди відлиги спостерігаються зажорні явища, а під час періоду розкриття навесні мають місце затори льоду. Підйом рівнів у період заторів зазвичай невеликий (60- 70 см) і дуже рідко – 1,5-2,0 м. Весняна повінь на річок Лівобережного Лісостепу України починається зазвичай в кінці лютого – третій декаді березня і триває до кінця травня. Середня дата проходження максимальних витрат води – середина квітня. Тривалість повені змінюється від 54 до 106 діб, при середніх значення 80 діб.

З ОБЧИСЛЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РІЧНОГО СТОКУ РІЧОК, ЩО ВПАДАЮТЬ У КРЕМЕНЧУЦЬКЕ ВОДОСХОВИЩЕ

Однією з основних гідрологічних характеристик є середній багаторічний стік або норма річного стоку. Під нормою стоку розуміють середнє арифметичне значення річного стоку, обчислене за період такої тривалості, який дає достатню сталість величини, що розглядається. Цей період складається з кількох повних циклів коливань водності при незмінних фізико-географічних умовах та однаковим рівні господарської діяльності. Норма річного стоку визначається середнім багаторічним модулем стоку q , який вимірюється в літрах за секунду з 1 км² або висотою шару стоку Y в мм. Між модулем q і шаром стоку Y існує співвідношення $Y = 31.54q$.

Принципова можливість побудови карт норми річного стоку впливає безпосередньо з рівняння водного балансу. Складові рівняння – опади та випаровування взагалі мають зональний розподіл по території, за винятком гірських районів, де широтна закономірність змінюється висотною. В силу зональної зміни за територією складових рівняння балансу, тієї же закономірності безперервної та планової зміни підлягає і стік. На відміну від метеорологічних величин, стокові величини інтегральні. Вони відносяться не до місця вимірювання стоку, а до геометричних центрів ваги водозборів. Під час складання карт саме так відносять норми стоку, а в разі визначення за картами їх установлюють для геометричного центра водозбору.

Установлено, що коливання річного стоку характеризуються циклічністю. Циклічність являє собою послідовну зміну нмзки років підвищеної та зниженої водності. До років підвищеної водності відносяться ті, у які стік перевищував середню багаторічну величину річного стоку.

Роками зниженої водності є роки, у які річний стік був менше середньої багаторічної величини.

Угрупування років підвищеної водності складає багатоводний період коливань водності або додатну фазу, угрупування років зниженої водності –

маловодний період або від'ємну фазу. Тривалість фаз коливань водності не є постійною, через що циклічність називають “несуворою періодичністю”.

3.1 Методи оцінки статистичних параметрів в гідрологічних розрахунках

Річний стік є кількісною характеристикою стоку, який проходить через переріз русла річки за рік. Річний стік виражається у вигляді витрати води Q , об'єму W , модуля q , шару Y .

Витрата води Q (м³/с) – об'єм стоку (м³), який проходить через переріз русла річки в одиницю часу (секунду). Середня річна витрата підраховується шляхом підсумовування всіх середніх місячних витрат за розглядуваний рік. Отримана сума ділиться на 12 (кількість місяців у році).

Об'єм стоку W (м³ або млн. м³) – об'єм води, який проходить через поперечний переріз русла річки за рік. Величину об'єму стоку за рік можна визначити через значення річної витрати води

$$W = Q \cdot T = Q \cdot 31,54 \cdot 10^6 \text{ (м}^3\text{)}. \quad (2.1)$$

Число $T = 31,5 \cdot 10^6$ - це кількість секунд у році.

Середня багаторічна витрата води або середній багаторічний об'єм стоку є показниками водоносності річок.

Шар стоку Y (мм) показує висоту шару води, яку можна одержати, якщо весь об'єм води, який стікає з водозбору за будь-який інтервал часу T , рівномірно розподілити по всій площі водозбору річки, до якої цей об'єм належить

$$Y = \frac{Q \cdot T}{F \cdot 10^3} = \frac{W}{F \cdot 10^3} \quad (2.2)$$

де F - площа водозбору, км².

При розрахунках шару стоку за рік формула (2.2) набуває вигляду

$$Y = \frac{Q \cdot T}{F \cdot 10^3} = \frac{Q \cdot 31.54 \cdot 10^5}{F} \quad (2.3)$$

Модуль стоку q або M (л/(с·км²)) визначається як об'єм води, який стікає у одиницю часу з одиниці площі водозбору за проміжок часу T

$$q = M = \frac{W \cdot 10^3}{F \cdot T} = \frac{Q \cdot 10^3}{F} = \frac{Y \cdot 10^6}{T} \quad (2.4)$$

При розрахунках модуля стоку за рік формула (2.4) набуває вигляду

$$q = M = \frac{W \cdot 10^3}{F \cdot T} = \frac{Q \cdot 10^3}{F} = \frac{Y \cdot 10^6}{T} = 31,54 \cdot Y \quad (2.5)$$

Величина річного стоку використовується як інтегральна характеристика водних ресурсів великих територій та держав (О.І. Чеботарьов, 1978).

Водність річок характеризується кількістю води, що виноситься річкою за будь-який період часу у порівнянні із середнім значенням за цей же період часу.

Для характеристики водності використовується поняття про модульні коефіцієнти стоку

$$k_i = \frac{q_i}{\bar{q}} = \frac{Q_i}{\bar{Q}} = \frac{W_i}{\bar{W}} = \frac{Y_i}{\bar{Y}}, \quad (2.6)$$

де q , Q , W , Y - середні багаторічні величини стоку.

Середнє багаторічне значення модульного коефіцієнта k завжди дорівнює одиниці.

Коефіцієнт стоку η являє собою відношення шару стоку (Y) у замикальному створі до шару опадів X , які випали на площу водозбору вище створу та

сформували шар стоку за будь-який проміжок часу. Ця величина характеризує внесок опадів у формування стоку $\eta = \frac{Y}{X}$.

Здебільшого коефіцієнти стоку η розраховуються з використанням середніх багаторічних значень стоку (Y) та опадів X .

3.2 Циклічність та тенденції в часових рядах характеристик річного стоку

Дослідження закономірностей коливань річного стоку у часі та по території дозволяють судити про можливість і доцільність використання водних ресурсів держави для забезпечення її потреб.

Річний стік є базовою характеристикою при розробці нових методів гідрологічних розрахунків. Насамперед для річного стоку розробляється більшість гідрологічних моделей, досліджуються питання циклічності коливань стоку річок, наслідки впливу антропогенних чинників, включаючи глобальне потепління, а вже потім відбувається перехід до визначення характеристик стоку у внутрішньорічні фази його формування (весняне водопілля, дощові паводки, зимова та літня або літньо-осіння межень).

Аналіз хронологічних рядів коливань річного стоку річок України протягом тривалого часу показує, що коливання мають циклічний характер. Це виражається у послідовній зміні багатоводних та маловодних груп, що розрізняються за тривалістю та ступеням відхилення від середнього значення стоку за період спостережень. Коливання водності річок пов'язані з кліматичними змінами клімату і залежать від циркуляції атмосфери, що визначає розподіл опадів та випаровування території. Повні цикли (маловодні та багатоводні фази) це відрізок часу, на протязі якого взаємно компенсуються відхилення стоку від середнього значення. Мірою оцінки коливань річного стоку відносно його середнього значення є коефіцієнт варіації C_v .

Мінливість річного стоку на території України в цілому зростає з півночі на південь. Коефіцієнт варіації у Поліссі переважно становить 0.4-0.5, на півдні

досягає 0.8-1.0. Мінливість стоку у Карпатах дорівнює 0.3- 0.4. Виключенням є річки Донбасу та Приазов'я, які мають порівняно сталий стік ($C_v=0.5$), що зв'язано з додатковим надходженням води із шахт, каналів і водоводів, що зменшує мінливість стоку.

Основними чинниками, які впливають на формування угруповань років однієї і тієї ж водності, вважаються:

- загальна циркуляція атмосфери, зумовлена розподілом сонячної радіації навколо земної кулі;
- обертання Землі навколо своєї осі та навколо Сонця;
- зміни сонячної активності.

Для аналізу величини річного стоку обрано 17 діючих на сьогодні гідрологічних постів з часовими рядами спостережень середньорічних модулів стоку від початку спостережень по 2020 рік, включно, з площами від 126 км² (р. Серебрянка – с. Бакалея) до 14200 км² (р. Сула – с. Лубни).

Циклічність у часових рядах за допомогою побудови різницево-інтегральних кривих, які представлені на рис. 3.1. Направленість лінії вгору свідчить про багатоводну фазу, а вниз – маловодну фазу. Розглянуто 17 водозборів в більшості випадках з 2006 року мають маловодну фазу водності.

Шляхом віднімання середньої багаторічної величини від кожного члену ряду побудовані відповідні хронологічні графіки відхилень від норми для водозборів басейну Кременчуцького водосховища. Розглянемо такий хронологічний графік для р. Рось - с. Круподеринці (рис. 3.2).

Як видно з рис. 3.2 за останні 35 років 29 років спостерігалися середньорічні модулі стоку менші за багаторічну величину, тобто норму. А тому маємо від'ємний значущий тренд для цих величин.

Всі роки які знаходяться над віссю – це багатоводні роки, а під віссю (від'ємні) – це маловодні роки. Подібні графіки побудовані для всіх 17 водозборів та приведені у додатку А. Для кожного ряду проведено лінію тренду та оцінена її значимість. Розрахункове значення коефіцієнта кореляції вважається значущим, якщо виконується умова $\hat{r}(1) \geq 2\hat{\sigma}_{r(1)}$. Результати зведені у табл. 3.1.

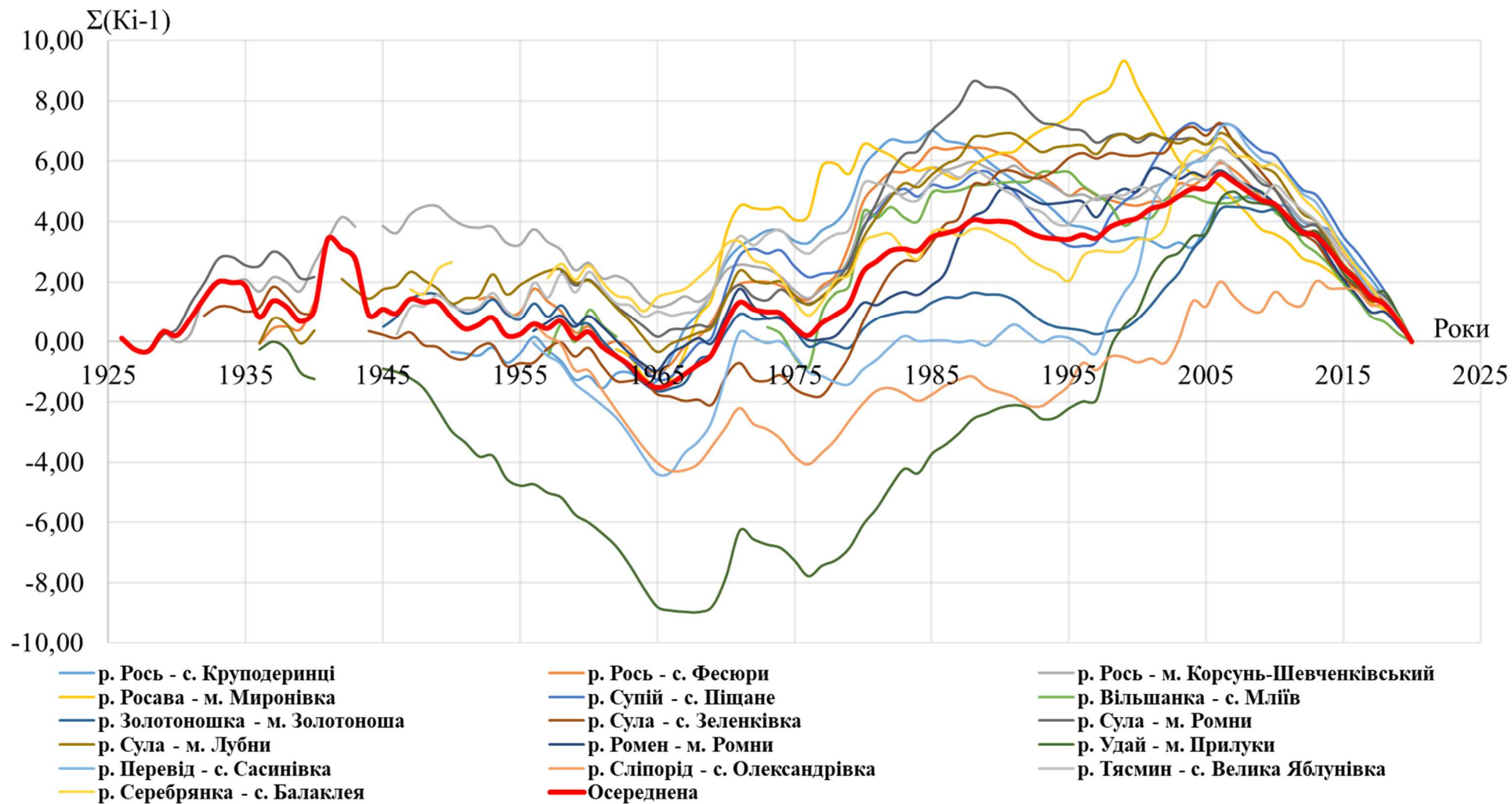


Рисунок 3.1 – Різницево-інтегральні криві середньорічних модулів стоку річок, що впадають в Кременчуцьке водосховище, та їх приток

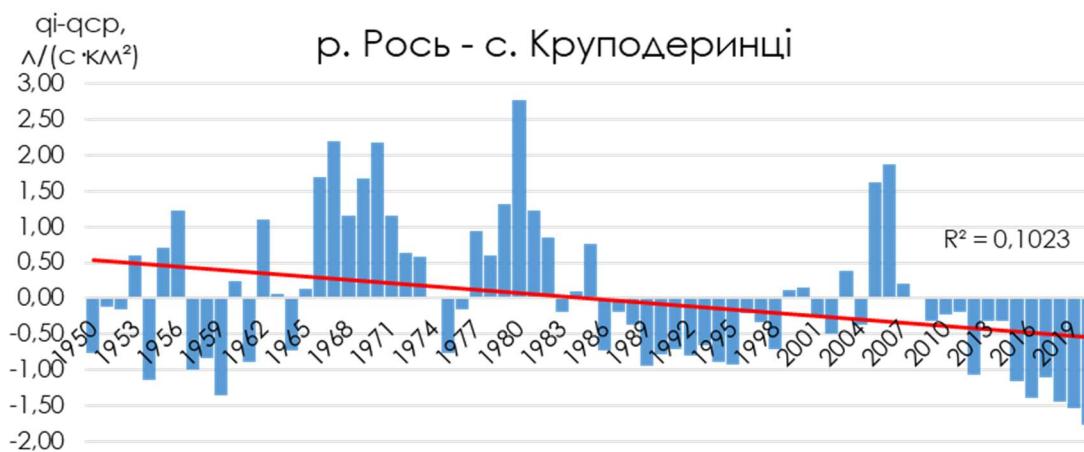


Рисунок 3.2 – Хронологічні графіки відхилень середньорічних модулів стоку річок, що впадають в кременчуцьке водосховище від середнього багаторічного модуля стоку

Результати оцінки трендів по досліджуваних рядах показав, що по 6 водозборах відмічається не значущих тренд та маємо 10 трендів направлених вниз, що каже про тенденцію зменшення величини середнього річного модуля стоку.

3.3 Визначення та просторово-часова мінливість характеристик річного стоку річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище

Статистична обробка часових рядів стокових характеристик паводків частіше усього спирається на метод моментів, а в останні роки - і на метод найбільшої правдоподібності. У першому випадку безпосередньо по наявних рядах розраховуються параметри статистичного розподілу: середнє арифметичне рядів \bar{x} , коефіцієнтів варіації C_v і асиметрії C_s , у другому - середнє, C_v і співвідношення C_s/C_v .

Для оцінки статистичних параметрів часових рядів середньорічних модулів стоку використані метод моментів та метод найбільшої правдоподібності. Для аналізу використані дані по 17 водозборах з періодом спостереження від 54 до 91 року. Дані по 2020 рік.

Таблиця 3.1 - Визначення трендів у рядах середньорічних модулів стоку річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище, та їх приток

№ за/п	Код поста	Річка - пост	Плща водозбору, F км ²	n, роки спостережень	r ²	r	σ _r	2σ _r	Висновок
1	80292	Рось - с. Круподеринці	618	71	0,1023	0,320	0,11	0,213	значущий
2	80295	Рось - с. Фесюри	3 900	74	0,1053	0,324	0,10	0,208	значущий
3	80302	Рось - м. Корсунь-Шевченківський	10 300	91	0,0994	0,315	0,09	0,189	значущий
4	80320	Росава - м. Миронівка	846	59	0,1953	0,442	0,10	0,210	значущий
5	80344	Супій - с. Піщане	1 900	58	0,1727	0,416	0,11	0,217	значущий
6	80346	Вільшанка - с. Мліїв	749	54	0,0595	0,244	0,13	0,256	значущий
7	80350	Золотоношка - м. Золотоноша	431	76	0,0192	0,139	0,11	0,225	не значущий
8	80354	Сула - с. Зеленківка	427	86	0,029	0,170	0,10	0,209	не значущий
9	80355	Сула - м. Ромни	4 020	78	0,1096	0,331	0,10	0,202	значущий
10	80359	Сула - м. Лубни	14 200	84	0,0835	0,289	0,10	0,200	значущий
11	80369	Ромен - м. Ромни	1 650	65	0,0903	0,300	0,11	0,226	значущий
12	80372	Удай - м. Прилуки	1 520	81	0,0399	0,200	0,11	0,213	не значущий
13	80380	Перевід - с. Сасинівка	745	65	0,0051	0,071	0,12	0,247	не значущий
14	80386	Сліпорід - с. Олександрівка	527	66	0,0157	0,125	0,12	0,242	не значущий
15	80391	Оржиця - с. Маяківка	1 950	58	0,0473	0,217	0,13	0,250	не значущий
16	80395	Тясмин - с. Велика Яблунівка	1 780	75	0,1031	0,321	0,10	0,207	значущий
17	80401	Серебрянка - с. Балаклея	126	68	0,0867	0,294	0,11	0,222	значущий

Результати визначення статистичних параметрів часових рядів середньорічних модулів стоку представлені у табл. 3.2.

Маємо що середньорічний модуль стоку змінюється по території від 0,91 л/(с·км²) до 3,01 л/(с·км²). Коефіцієнт варіації як за методом моментів так і за методом найбільшої правдоподібності оцінюється як 0,32-0,60 та середнє співвідношення $C_s/C_v = 1,8$

Похибка середньої багаторічної величини коливається від 4,2 % до 8,1 %, а середня 5,8% і це менше допустимої похибки у 10%

Похибка коефіцієнтів варіації в середньому складає 6,6%, це також менше допустимої 15%.

Отже ряди репрезентативні, а тому середні багаторічні величини модулів стоку можна вважати як норма.

Предсталяє проаналізувати як розподіляється річний об'єм стоку по місяцях року. Для цього за багаторічний період спостереження розраховано типовий розподіл стоку за рік та представлено на рис. 3.3 та зведено у табл. 3.2.

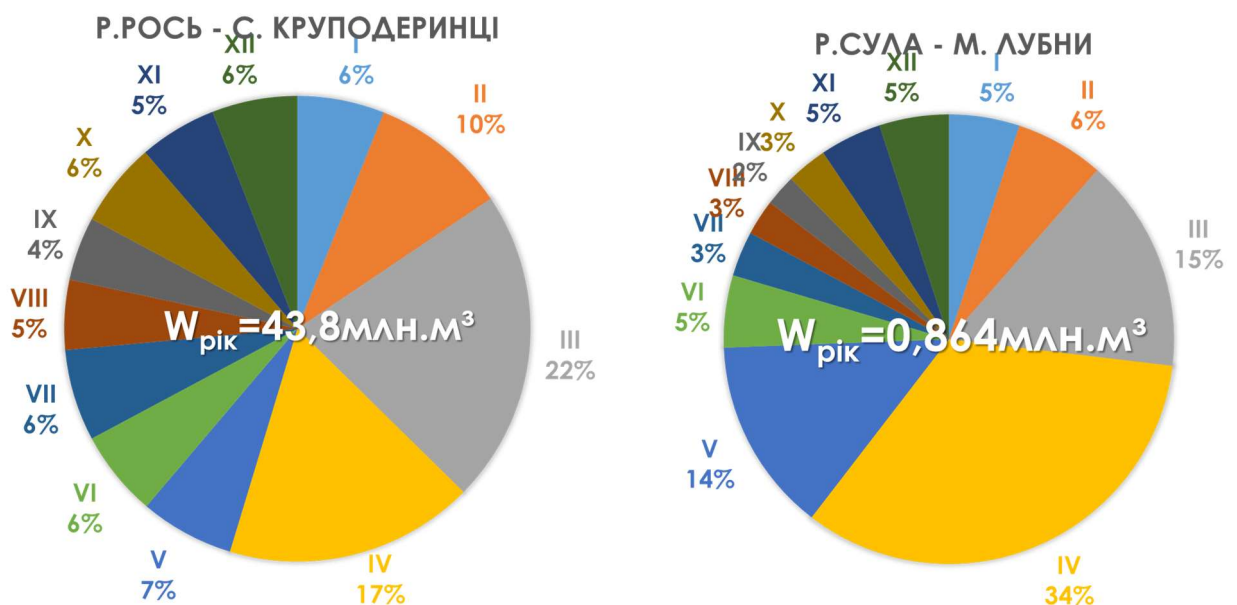


Рисунок 3.3 - Розподіл об'єму стоку у % по місяцях в середньому за багаторічний період р. Рось- с. Куподеринці (права притока) та р. Сула – м. Лубни (ліва притока)

Таблиця 3.2 - Статистичні параметри часових рядів спостереження середньорічних модулів стоку водозборів, які впадають в Кременчуцьке водосховище, та їх приток

№ за/п	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	п, років	Q _{ср} , л/(с·км ²)	Метод моментів				Метод найбільшої правдоподібності		
					Cv	Cs	r(1)	Cs/Cv	Cv	Cs	Cs/Cv
1	Рось - с. Круподеринці	618	71	2,25	0,44	0,67	0,606	1,5	0,44	0,73	1,6
2	Рось - с. Фесюри	3 900	74	2,15	0,44	0,71	0,516	1,6	0,44	0,77	1,8
3	Рось - м. Корсунь-Шевченківський	10 300	91	2,05	0,42	0,69	0,437	1,6	0,42	0,73	1,7
4	Росава - м. Миронівка	846	59	0,91	0,58	1,40	0,502	2,4	0,59	1,64	2,8
5	Супій - с. Піщане	1 900	58	1,15	0,53	0,71	0,69	1,3	0,54	0,79	1,5
6	Вільшанка - с. Мліїв	749	54	1,47	0,60	1,98	0,049	3,3	0,60	2,41	4,0
7	Золотоношка – м. Золотоноша	431	76	1,69	0,38	0,26	0,534	0,7	0,38	0,30	0,8
8	Сула - с. Зеленківка	427	86	3,01	0,45	0,45	0,454	1,0	0,45	0,48	1,1
9	Сула - м. Ромни	4 020	78	2,22	0,45	0,51	0,571	1,1	0,46	0,55	1,2
10	Сула - м. Лубни	14 200	84	1,93	0,47	0,77	0,354	1,6	0,47	0,81	1,7
11	Ромен - м. Ромни	1 650	65	1,75	0,43	0,58	0,411	1,3	0,43	0,63	1,4
12	Удай - м. Прилуки	1 520	81	2,34	0,53	0,80	0,553	1,5	0,54	0,86	1,6
13	Перевід - с. Сасинівка	745	65	1,42	0,59	1,25	0,664	2,1	0,60	1,42	2,4
14	Сліпорід - с. Олександрівка	527	66	1,36	0,46	0,45	0,34	1,0	0,46	0,49	1,1
15	Оржиця - с. Маяківка	1 950	58	1,64	0,32	0,75	0,447	2,3	0,32	0,82	2,6
16	Тясмин - с. Велика Яблунівка	1 780	75	1,56	0,48	0,73	0,129	1,5	0,48	0,75	1,6
17	Серебрянка - с. Балаклея	126	68	1,67	0,55	1,02	0,323	1,9	0,55	1,11	2,0
								1,6			1,8

На прикладі водозбору р. Рось – с. Куподеринці (права притока) маємо, що найбільша частка стоку надходить до водосховища весною 46%, при цьому у березні 22 %. Подібний розподіл маємо і для р. Сула – м. Лубни (ліва притока), де весною надходить 63% стоку, але 34 % у квітні.

Графіки розподілу по всіх інших водозборах приведені у додатку Б.

Аналіз табл. 3.3 показав, що розподіл стоку по місяцях дуже не рівномірний як в межах року, так по території. Об'єм стоку за рік в межах розглянутих водозборів змінюється від 0,864 млн м³ (р. Сула - м. Лубни) до 665 млн м³ (р. р.Рось - м. Корсунь-Шевченківський).

Так маємо у літньо-осінній період стік за місяць коливається від 2,2-4,4% до 6,3-7,3%, у зимовий період діапазон коливання від 4,4-4,7% до 6,3-9,4%.

На рис. 3.4 представлено осереднений розподіл з відміткою найбільших і найменших значень по кожному місяцю для річок досліджуваної території. Як видно у березні-квітні в середньому формується по 20-21% стоку при діапазоні від 13-14 % до 30-33,5%. Тобто стік за календарну весну буде в середньому 49% при діапазоні коливань за багаторічний період спостережень від 32,2 % до 77,7%.

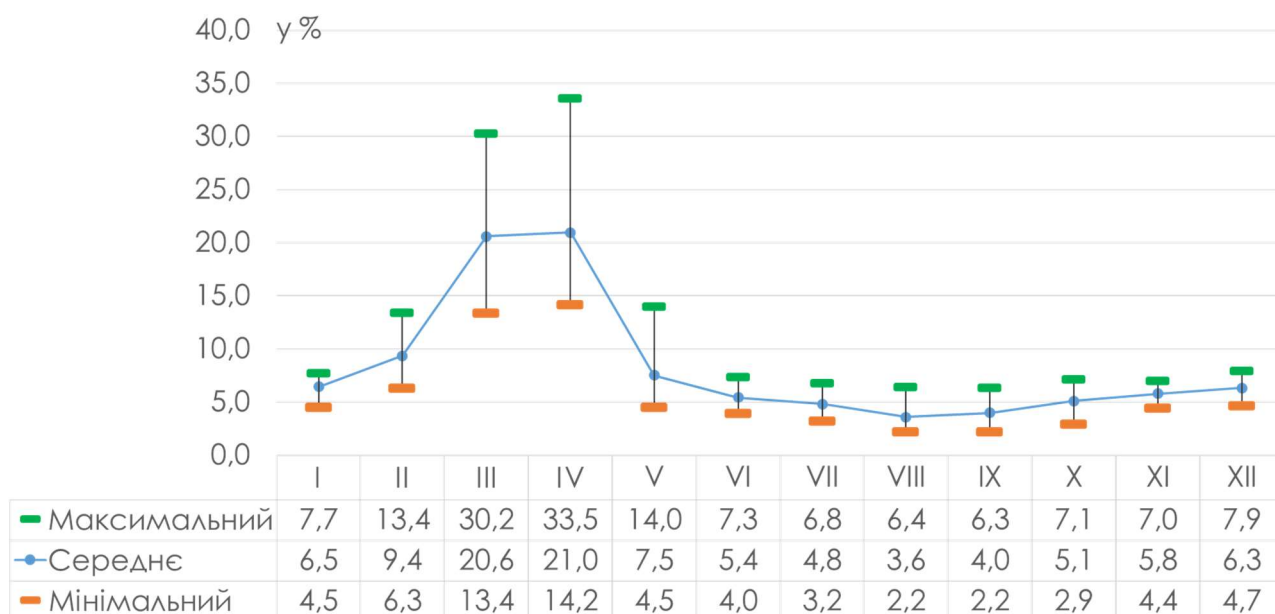


Рисунок 3.4 - Осереднений в межах досліджуваної території розподілу стоку річок у % по місяцях

Таблиця 3.3 – Об'єм стоку за рік на річках, що впадають у Кременчуцьке водосховище, та їх притока і розрахунок його розподіл у % по місяцях

№ за/п	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	Об'єм стоку за рік, млн м ³	Розподіл по місяцях у %											
				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	р.Рось - с. Круподеринці	618	43,8	6,0	9,5	21,8	17,3	6,5	6,0	6,3	4,9	4,4	5,9	5,4	5,9
2	р.Рось - с. Фесюри	3 900	264,00	7,3	9,7	20,2	19,1	5,8	4,6	5,1	3,9	4,6	6,6	6,5	6,6
3	р.Рось - м. Корсунь-Шевченківський	10 300	665,00	6,3	8,8	19,2	19,9	6,1	5,5	6,2	4,6	5,3	6,4	6,0	5,8
4	р.Росава - м. Миронівка	846	24,00	6,3	10,4	21,0	14,8	7,3	5,8	6,3	4,6	4,6	6,0	6,4	6,5
5	р.Супій - с. Піщане	1 900	68,80	7,5	9,4	16,5	17,3	7,9	5,9	4,8	4,0	5,8	7,1	6,5	7,4
6	р.Вільшанка - с. Мліїв	749	34,70	7,6	10,5	13,4	14,9	6,7	6,4	6,8	6,4	6,3	7,0	7,0	7,1
7	р.Золотоношка - м. Золотоноша	431	23,00	7,7	9,9	21,1	19,9	7,8	5,3	4,1	3,0	3,0	4,1	6,4	7,7
8	р.Сула - с. Зеленківка	427	40,70	4,5	8,8	30,2	24,6	4,5	4,0	3,2	2,2	3,5	4,7	5,1	4,7
9	р.Сула - м. Ромни	4 020	282,00	4,8	6,3	21,3	31,5	8,4	4,7	4,1	2,7	2,6	3,6	4,8	5,1
10	р.Сула - м. Лубни	14 200	0,86	5,1	6,4	15,4	33,5	14,0	5,2	3,2	2,6	2,2	2,9	4,4	5,0
11	р.Ромен - м. Ромни	1 650	91,20	5,4	8,2	19,9	28,8	8,2	5,4	4,5	2,6	2,8	3,7	4,9	5,6
12	р.Удай - м. Прилуки	1 520	112,00	4,8	6,3	19,5	31,1	10,7	5,4	3,5	2,4	2,2	3,4	5,0	5,7
13	р.Перевід - с. Сасинівка	745	33,40	7,0	8,4	15,0	19,3	10,3	7,0	4,7	3,5	5,4	6,0	6,2	7,1
14	р.Сліпорід - с. Олександрівка	527	22,70	7,5	12,3	26,5	19,3	5,7	4,2	3,7	2,6	2,7	3,6	5,3	6,8
15	р.Оржиця - с. Маяківка	1 950	103,00	7,4	9,3	17,2	16,3	8,6	7,3	6,1	4,2	3,9	5,0	6,6	7,9
16	р.Тясмин - с. Велика Яблунівка	1 780	45,10	7,0	11,8	26,5	14,5	4,8	5,2	4,8	3,2	4,3	5,8	6,0	6,0
17	р.Серебрянка - с. Балаклея	126	6,62	7,5	13,4	25,2	14,2	4,7	4,3	4,7	3,8	4,3	5,1	5,9	6,7

4 РОЗРАХУНОК РІЧНОГО СТОКУ РІЧОК, ЩО ВПАДАЮТЬ У КРЕМЕНЧУЦЬКЕ ВОДОСХОВИЩ

У гідрологічній практиці рівняння водного балансу широко застосовують не тільки для зв'язку та контролю його складових, а й для визначення невідомих та важко вимірюваних величин. Дійсно, в межах водозбору безпосередньо вимірюються тільки опади X та сумарний стік Y . Вимірювання випаровування з усієї поверхні водозбору пов'язаного з великими труднощами. Обчислення випаровування E за рівнянням водного балансу при відомих значеннях стоку та опадів, особливо для багаторічного періоду великих труднощів не створює. Для коротких часових інтервалів при визначенні E за рівнянням необхідно мати також дані про зміну вологи на водозборі $\pm w$. Аналогічні труднощі виникають і при обчисленні випаровування з поверхні тих водозборів, які не дрениують підземні води.

Для багаторічного періоду зміна запасів вологи в межах річкового водозбору буде близькою до нуля ($\pm \Delta w = 0$), тоді

$$\bar{X} = \bar{E} + \bar{Y}, \quad (4.1)$$

де X - середня багаторічна величина опадів;

E - середня багаторічна величина випаровування з поверхні суші;

Y - середня багаторічна величина стоку.

Основним джерелом живлення річок України є атмосферні опади. Дощові та талі снігові води частково випаровуються, частково стікають по поверхні водозбору в річкову мережу. Деяка їх частка проникає в ґрунти, поповнюючи запаси підземних вод. Підземні води перехоплюються річковими долинами та руслами і також живлять ріки. Таким чином, визначають снігове, дощове та підземне живлення річок України.

На переважній частині України 8-15% опадів у вигляді снігу формують 40-80% річного стоку. У північній частині, де сніг досягає великої міцності і умови

стоку дощових вод сприятливі, річки відносяться до типу змішаного живлення з переваженням снігового (>50%), доля дощового живлення – 24%, підземного – 26%. На південь кількість опадів знижується, річки мають переважно снігове живлення зі значною часткою підземного живлення і малою – дощового живлення. Частка дощового живлення зменшується з півночі на південь (від 30% до 5% річного стоку).

Підземне живлення річок України доцільно розглядати по основних геоморфологічних районах.

Інтенсивність підземного живлення у межах Українського кристалічного масиву зменшується з північного заходу на південний схід і залежить від кліматичних умов, водопроникності покривних викладів, розгалуженості ярів і балок.

Річки на північному заході кристалічного масиву (від р. Уборті до Тетерева) живляться підземними водами, частка яких у річному стоці досягає 20-30% (р.Уборть), для інших річок – 10-20%.

Правобережні притоки р. Дніпра, від р. Росі до Інгульця живляться ґрунтовими водами, частка їх у річному стоці – 10-15%. Живлення підземними водами лівобережних приток р. Дніпра, а також річок Приазов'я зумовлює не більш як 10-15% річного стоку.

Метод дослідження, які ґрунтується на співвідношенні між надходженням, витрачанням та акумуляцією води певних територій, водних об'єктів має назву метод водного балансу. Цей метод широко застосовуються при вивченні гідрологічних процесів та явищ, наприклад, формування річкового стоку, режиму озер, боліт, льодовиків, вологості ґрунту. З допомогою методу водного балансу можна надійно оцінити водні ресурси території, вплив господарської діяльності на гідрологічний режим водних об'єктів тощо.

В залежності від рельєфу місцевості, наявності метеостанцій та метеопостів, рівномірності їх розподілу по території розрахунок середньобагаторічної кількості опадів здійснюється за метод середнього арифметичного. Даний метод дає задовільні результати у випадку густої та рівномірної мережі метеостанцій на

рівнинній території. Використовуючи дані Кліматичного кадастру України сформувані вихідні дані по метеорологічних станціях і постах (табл. 4.1)

Таблиця 4.1 – Визначення опадів, розрахунок середнього багаторічного випаровування за температурою та вологістю повітря по метеостанціях досліджуваної території

№ за/п	Назва метеостанції	Широта	Область	t, °C	e, гПа	E _o , мм	X, мм	Y, мм
1	Біла Церква	49,50	КИЇВСЬКА	7,5	8,9	460	562	102
2	Фесюри		КИЇВСЬКА				556	
3	Миронівка	49,39	КИЇВСЬКА	7,6	8,8	455	561	106
4	Корсунь-Шевченківський		ЧЕРКАСЬКА				514	
5	Мліїв		ЧЕРКАСЬКА				548	
6	Балаклія		ЧЕРКАСЬКА				536	
7	Сміла	49,11	ЧЕРКАСЬКА	7,9	9	450	572	122
8	Адамівка		ЧЕРКАСЬКА				492	
9	Чигирин	49,04	ЧЕРКАСЬКА	8,2	9	455	555	100
10	Золотоноша	49,40	ЧЕРКАСЬКА	7,7	9,1	480	569	89
11	Канів	49,44	ЧЕРКАСЬКА	7,8	9,1	485	549	64
12	Яготин	50,13	КИЇВСЬКА	7,3	8,8	465	527	62
13	Прилуки	50,35	ЧЕРНІГІВСЬКА	7,1	8,8	460	618	158
14	Ромни	50,46	СУМСЬКА	6,7	8,8	450	628	178
15	Лубни	50,01	ПОЛТАВСЬКА	7,5	8,7	455	627	172
16	Олександрівка		ПОЛТАВСЬКА				546	
17	Маяківка		ПОЛТАВСЬКА				505	

Річна сума опадів по метеостанціях і постах в межах досліджуваного водозбору Кременчуцького водосховища змінюється від 492 мм (М Адамівка) до 628 мм (М Ромни).

Середнє багаторічне випаровування визначається за трьома методами: по карті ізоліній, за температурою та вологістю повітря (метод А.Р. Константинова) і за рівнянням зв'язку М.І. Будико.

В роботі багаторічне випаровування визначено за температурою та вологістю повітря методом А.Р. Константинова з використанням відповідних розрахункових номограм (результати див. у табл. 4.1).

Розрахунок середнього багаторічного стоку за рівнянням водного балансу. Складові рівняння: опади X_0 та випаровування, взагалі мають зональний розподіл за територією, за винятком гірських районів, де широтна закономірність змінюється з висотною. В силу зональної зміни за територією складових балансу рівняння, тій же закономірності підлягає і стік Y_0 .

На відміну від метеорологічних величин, які належать до тієї точки простору, в якій вони виміряні, стокові величини мають інтегральний характер. Вони відносяться не до місця вимірювання стоку, а до центра ваги водозбору. У простішому випадку центр ваги розміщений як точка перетину великої та малої осі водозбору.

Розрахунок середнього багаторічного річного стоку у шарах виконується за формулою:

$$Y_0 = 31,54 q_0, \quad (4.2)$$

де q_0 – модуль річного стоку, визначений по карті стоку.

Рівняння водного балансу для багаторічного періоду має вигляд (4.1), тоді шар стоку буде розраховуватись, як

$$Y_0 = X_0 - E_0 \quad (4.3)$$

Визначений за рівнянням (4.3) шар стоку на досліджуваних водозборах коливається від 62 мм до 178 мм.

Щоб порівняти отримані результати із даними статистичної обробки часових рядів спостереження необхідно побудувати залежність цих величин від широтного положення (рис. 4.1)

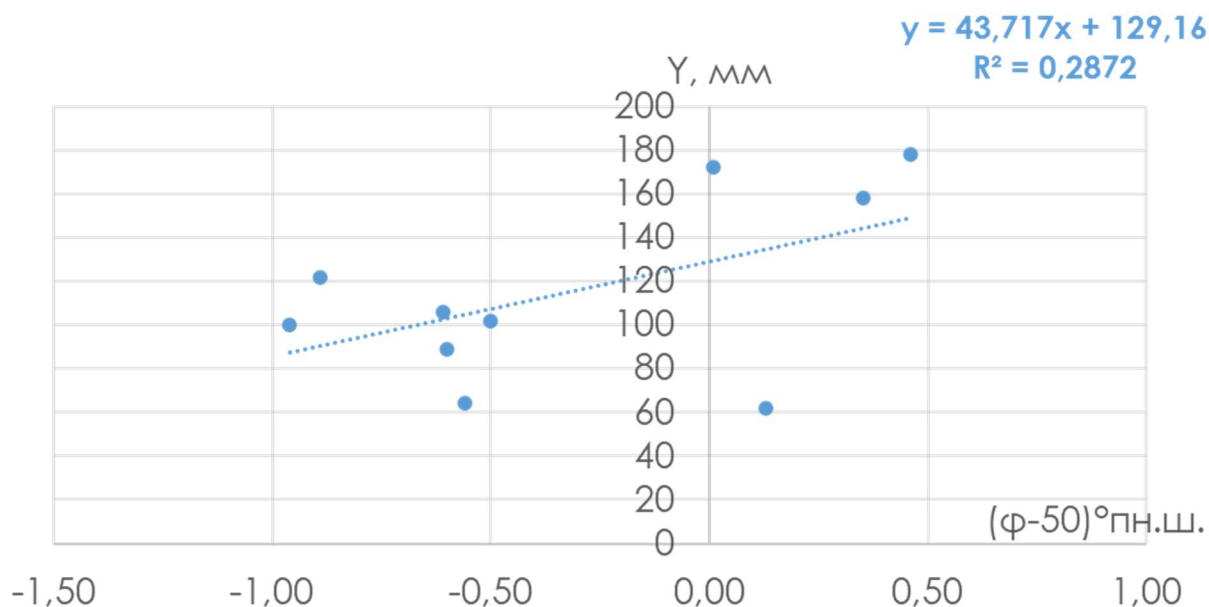


Рисунок 4.1 – Залежність величини шару стоку за рік від широтного положення метеостанцій

Отримане рівняння дозволяє перерахувати отримані величини по метеостанціях для центрів водозборів. Потім було виконано порівняння отриманих величин на рис. 4.2.

Як видно, отримали завищені більше ніж у 2 рази величини при визначені за рівнянням водного балансу та даних Кліматичного кадастру України 1961-1990 рр. У подальших дослідженнях слід більш детально розглянути методи визначення складників водного балансу та обрати більш точні.

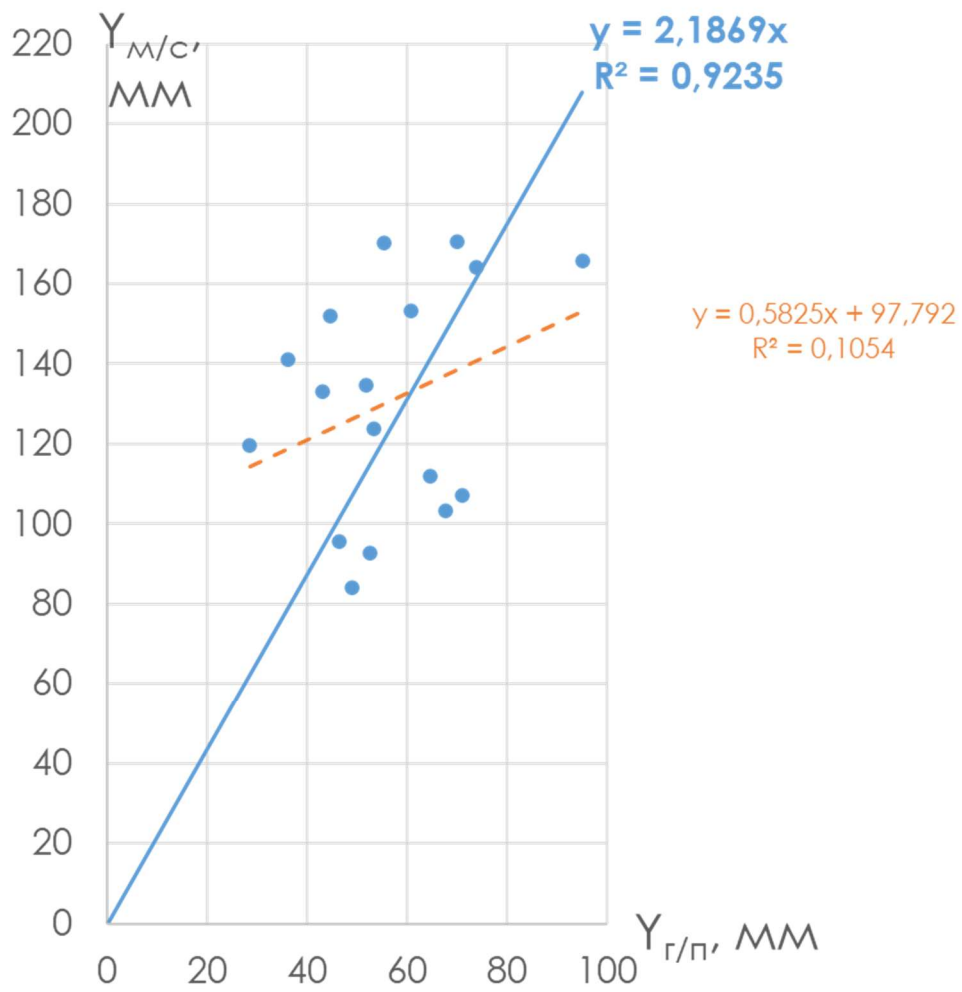


Рисунок 4.2 – Графік порівняння величин шарів стоку за рік визначених по гідрологічних постах та метеостанціях і постах

ВИСНОВКИ

Основна мета кваліфікаційної роботи бакалавра досягнута, а саме виконано розрахунок річного стоку для річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище, проаналізовано стокові ряди середньорічних витрат води та оцінено внутрішньорічний розподіл річного об'єму стоку. В результаті виконання завдань кваліфікаційної роботи бакалавра можна відмітити наступні висновки:

- 1) Боковий приплив до Кременчуцького водосховища формується стоком таких річок, як Рось, Вільшанка, Тясмин, Супій, Сула та їх притоки. Досліджувана територія розташована в центральній частині України лісостепової зони. Басейн загалом характеризується помірно континентальним кліматом, сприятливим як для життєдіяльності людини, так і для господарської сфери. У цьому регіоні склалося оптимальне співвідношення між температурою повітря і кількістю опадів;
- 2) Дослідження циклічності у часових рядах показав, що з 2006 року розглянуті водозбори мають маловодну фазу водності, а до цього 20-40 років багатоводну;
- 3) Результати оцінки трендів по досліджуваних рядах показав, що по 6 водозборах відмічається не значущих тренд та маємо 10 трендів направлених вниз, що каже про тенденцію зменшення величини середнього річного модуля стоку;
- 4) Середньорічний модуль стоку змінюється по території від 0,91 л/(с·км²) до 3,01 л/(с·км²). Коефіцієнт варіації як за методом моментів так і за методом найбільшої правдоподібності оцінюється як 0,32-0,60 та середнє співвідношення $C_s/C_v = 1,8$. Похибка середньої багаторічної величини коливається від 4,2 % до 8,1 %, а середня 5,8% і це менше допустимої похибки у 10%. Похибка коефіцієнтів варіації в середньому складає 6,6%, це також менше допустимої 15%;
- 5) Об'єм стоку за рік в межах розглянутих водозборів змінюється від 0,864 млн м³ (р. Сула - м. Лубни) до 665 млн м³ (р. Рось - м. Корсунь-

Шевченківський). У літньо-осінній період стік за місяць коливається від 2,2-4,4% до 6,3-7,3%, у зимовий період діапазон коливання від 4,4-4,7% до 6,3-9,4%. осереднений розподіл з відміткою найбільших і найменших значень по кожному місяцю для річок досліджуваної території. У березні-квітні в середньому формується по 20-21% стоку при діапазоні від 13-14 % до 30-33,5%. За весну стік буде в середньому 49% при діапазоні коливань за багаторічний період спостережень від 32,2 % до 77,7%;

- 6) Результати перевірки визначення величин шарів стоку за рік за даними часових рядів та визначених за рівнянням водного балансу показав завищення майже у 2 рази.
- 7) У подальших дослідженнях слід більш детально розглянути методи визначення складників водного балансу та обрати більш точні.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Гідроекологічний стан басейну річки Рось / В.К. Хільчевський, С.М. Курило, С.С. Дубняк. — К.: Ніка-Центр, 2009. 116 с.
2. Портал «Природа України» [Електронний ресурс] <https://geomap.land.kiev.ua/>
3. Вишневецький В. І. Косовець О. О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ: Ніка-Центр, 2003. 324 с
4. Швєбс Г.І., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України: Навчально-довідковий посібник. Одеса: Астропринт, 2003. 392 с.
5. Юденіч О. По річках України. 1968 р. 135 с.
6. Гідрологічні розрахунки: підручник / Є.Д. Гопченко, Н.С. Лобода, В.А. Овчарук. Одеса: ТЕС, 2014. 484 с.
7. Кравченко Д.Ю. Поверхнєве живлення Кременчуцького водосховища // Матеріали студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету, 10 – 17 травня 2023р. Одеса: ОДЕКУ. 2023. С.426-427
8. Кравченко Д.Ю., ст. ГО-20 Оцінка характеристик річного стоку річок, що живлять Кременчуцьке водосховище // Матеріали Студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету, 10 – 19 квітня 2024 р. Одеса: ОДЕКУ. 2024. С.100-101.

Додаток А

Хронологічні графіки відхилень середньорічних модулів стоку річок, що впадають в Кременчуцьке водосховище, та їх приток від середнього багаторічного модуля стоку

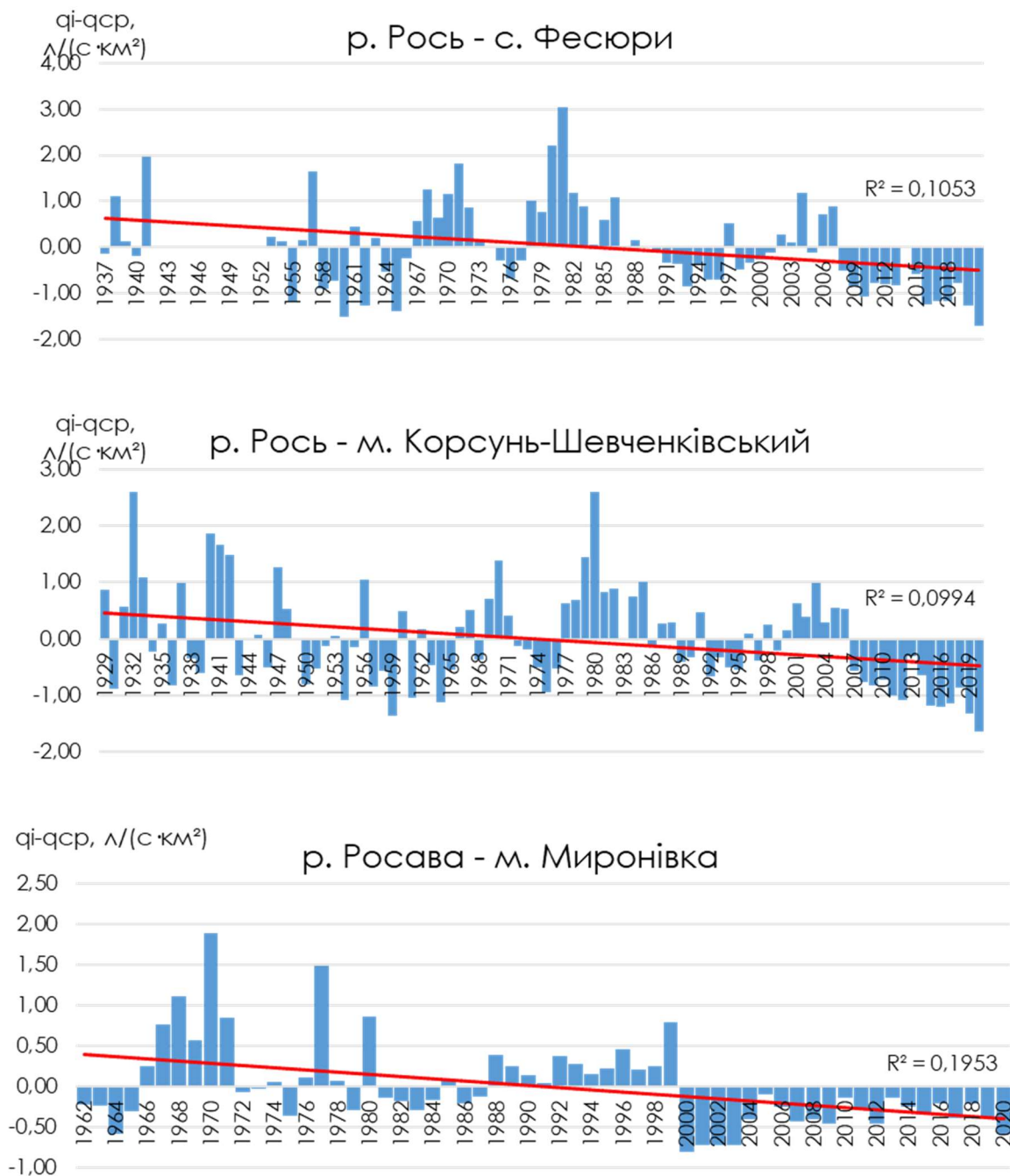


Рисунок А.1 - Хронологічні графіки відхилень середньорічних модулів стоку від середнього багаторічного модуля стоку

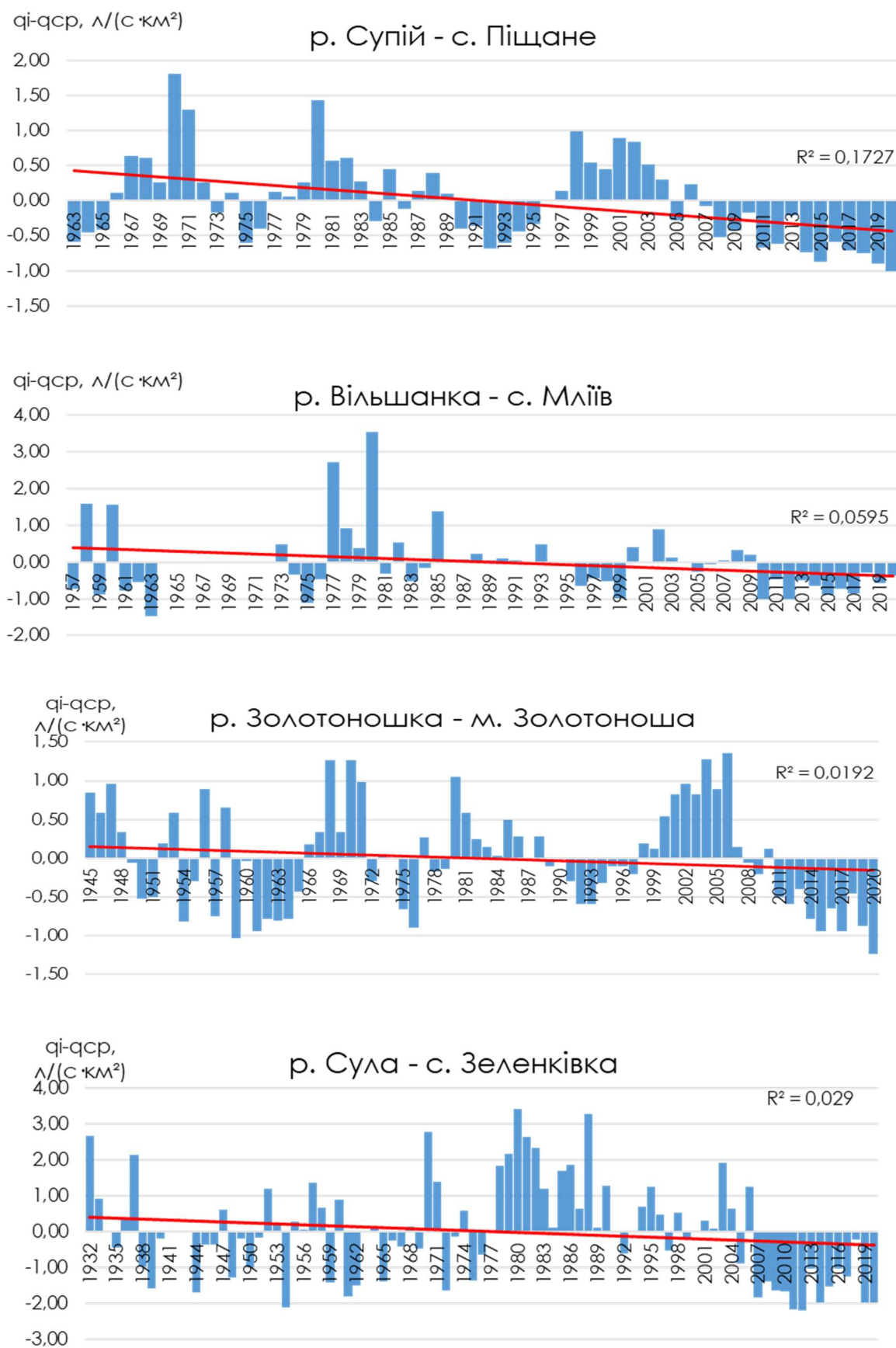


Рисунок А.2 - Хронологічні графіки відхилень середньорічних модулів стоку від середнього багаторічного модуля стоку

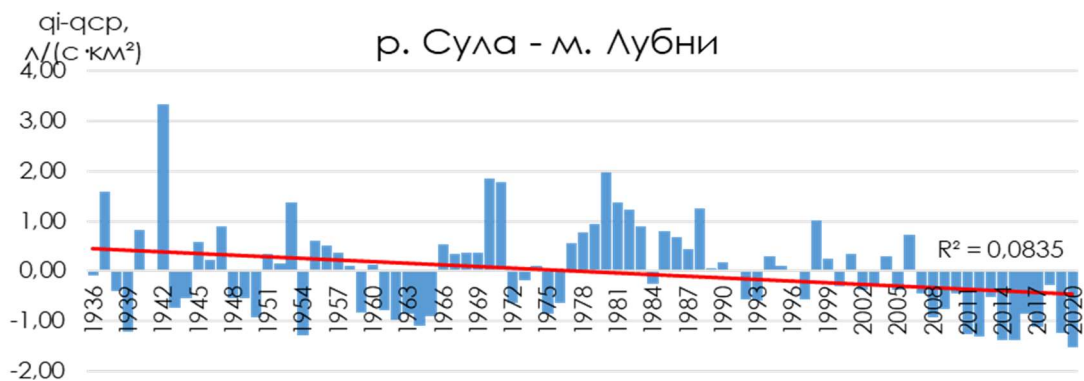


Рисунок А.3 - Хронологічні графіки відхилень середньорічних модулів стоку від середнього багаторічного модуля стоку

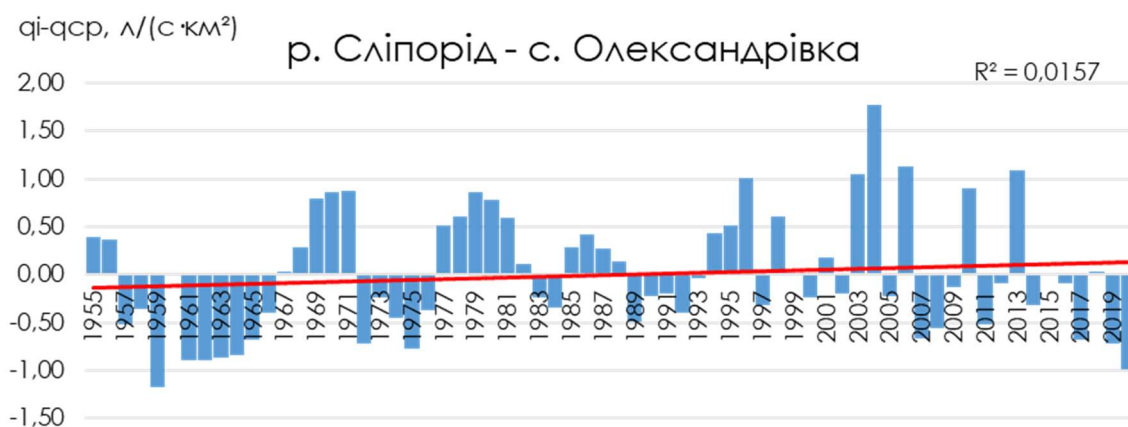


Рисунок А.4 - Хронологічні графіки відхилень середньорічних модулів стоку від середнього багаторічного модуля стоку



Рисунок А.5 - Хронологічні графіки відхилень середньорічних модулів стоку від середнього багаторічного модуля стоку

Додаток Б

Розподіл об'єму стоку у % по місяцях в середньому за багаторічний період для річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище, та їх приток

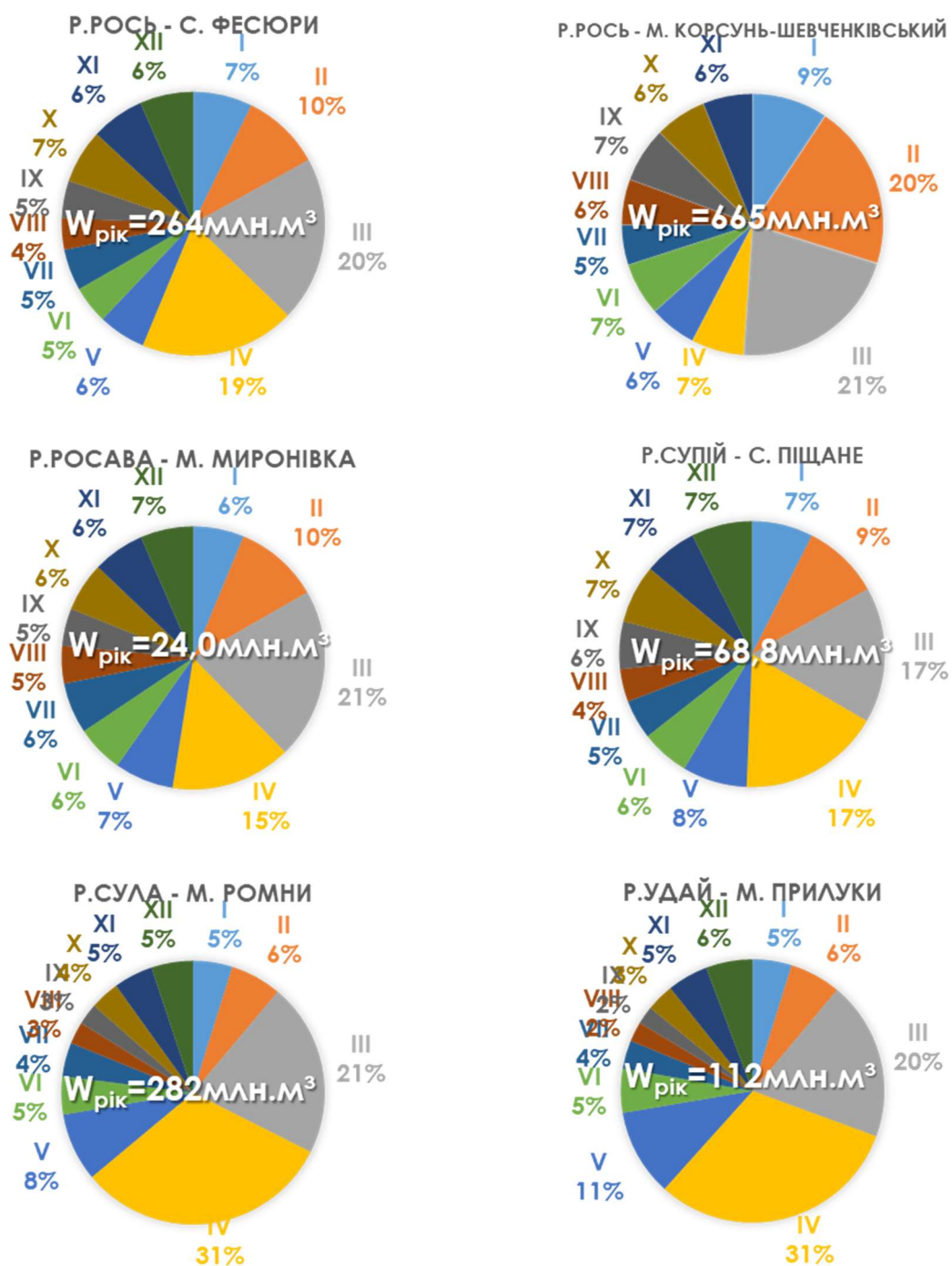


Рисунок Б.1 – Розподіл стоку у % по місяцях в середньому за багаторічний період

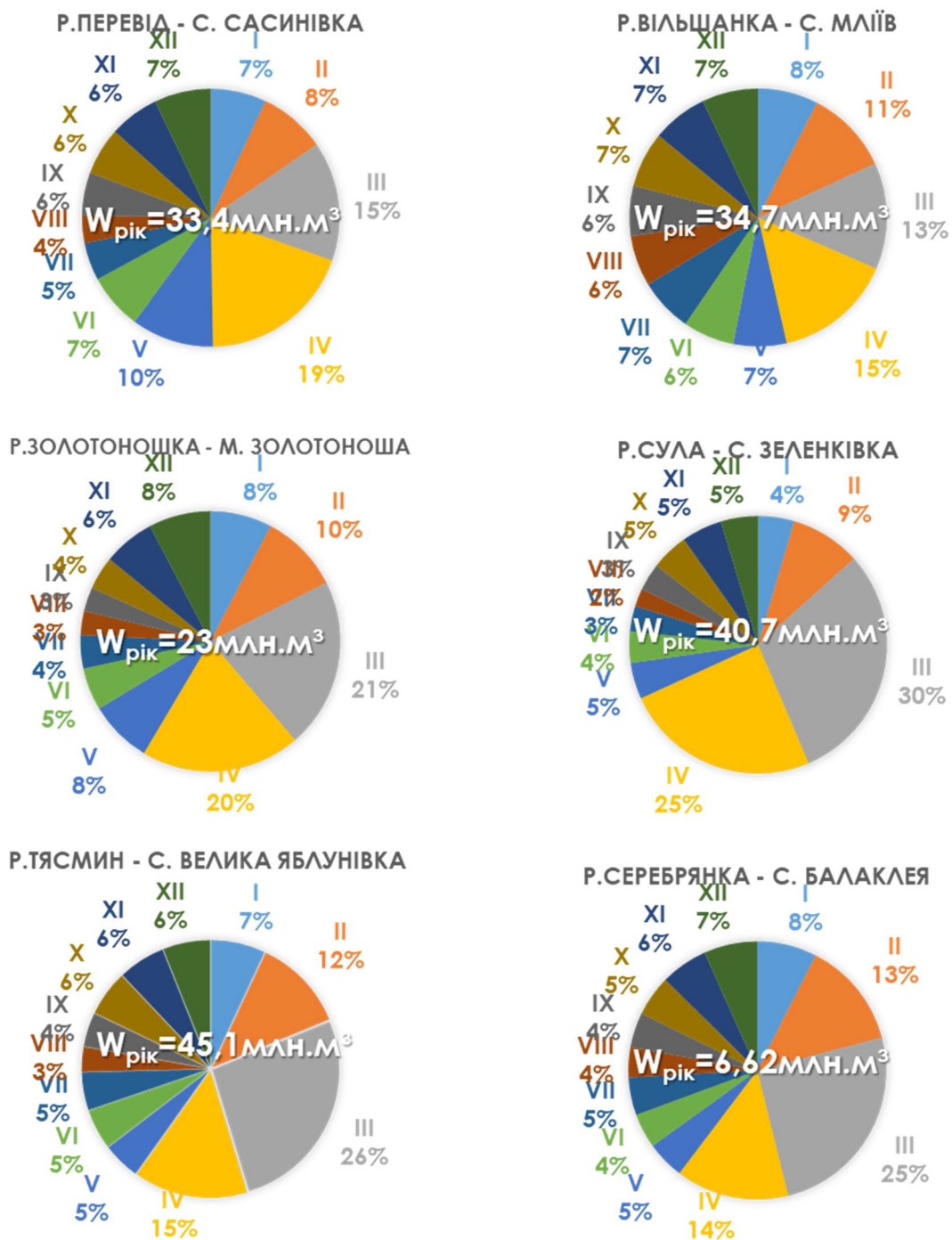


Рисунок Б.2 – Розподіл стоку у % по місяцях в середньому за багаторічний період

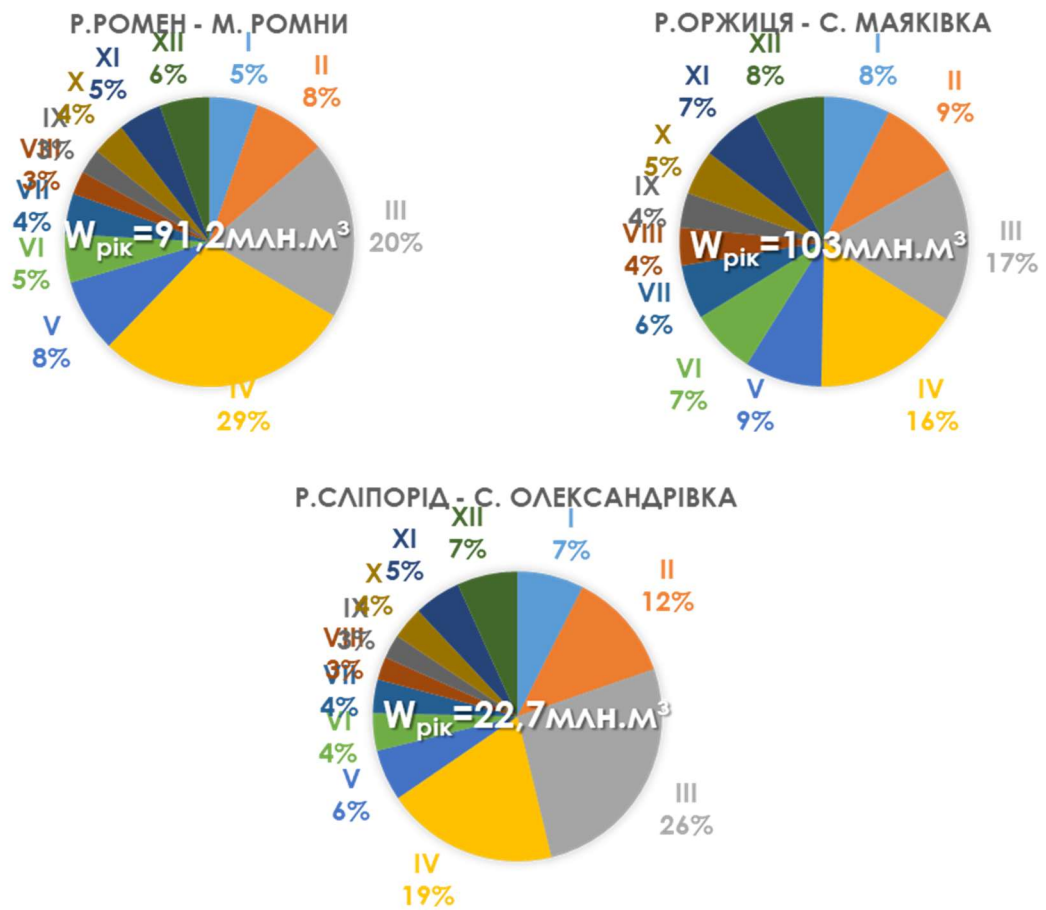


Рисунок Б.3 – Розподіл стоку у % по місяцях в середньому за багаторічний період

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет гідрометеорології і екології

(повне найменування факультету)

Кафедра гідрології суші

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

«Річний стік річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище»

(тема кваліфікаційної роботи українською мовою)

«Annual runoff of rivers flowing into the Kremenchuk reservoir»

(тема кваліфікаційної роботи англійською мовою)

Виконала: здобувач денної форми навчання
спеціальності 103 Науки про Землю

(код, назва спеціальності)

Освітня програма Гідрометеорологія

(назва)

Кравченко Денис Юрійович

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

Керівник канд. геогр. наук, Гопцій М.В.

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

Рецензент канд. геогр. наук, доц. Прокоф'єв О.М.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри
гідрології суші

№ 15 від 13.06.2024 р.

Завідувач(ка) кафедри

(підпис)

Овчарук Валерія

(прізвище, ім'я)

Захищено на засіданні ЕК № 7
протокол № 3 від 20.06.2024 р.

Оцінка добре / С / 77
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Голова ЕК

(підпис)

Овчарук Валерія

(прізвище, ім'я)

Одеса 2024

ВСТУП

Аналіз величини річного стоку для потреб водного господарства та гідроенергетики завжди займає одне з головних питань в області гідрології та розрахунків стоку. Надійна оцінка та надійне обґрунтування можливих змін у величині стоку та його розподілі протягом року дає можливість водогосподарникам та державі раціонально використовувати водні ресурси.

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є визначення та узагальнення розрахункових характеристик річного стоку річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище.

Об'єкт дослідження – водозбори річок Рось, Вільшанка, Тясмин, Супій, Золотоношка, Сула.

Предмет дослідження – часові ряди середньорічних модулів стоку води річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище за весь період спостережень.

Завдання:

- дослідити умови формування річкового стоку протягом року річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище;
- дослідити особливості водного режиму досліджуваних річок;
- створити базу даних середньорічних модулів стоку води;
- визначити та дослідити тренди і циклічність у рядах середньорічного стоку за багаторічний період спостережень;
- визначити статистичні параметри рядів характеристик річного стоку;
- виконати нормування величини річного стоку.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ФОРМУВАННЯ СТОКУ РІЧОК, ЩО ВПАДАЮТЬ У КРЕМЕНЧУЦЬКЕ ВОДОСХОВИЩЕ

1.1 Фізико-географічні умови

Боковий приплив до Кременчуцького водосховища формується стоком таких річок, як Рось, Вільшанка, Тясмин, Супій, Сула та їх притоки (рис. 1.1).



— — — — — - межі досліджуваної території

Рисунок 1.1 – Фізико-географічна карта України [2]

Досліджувана територія розташована в центральній частині України. Ліва частина басейну розташована на Полтавській рівнині і Придніпровській низовині. Права частина басейну розташована на Придніпровській височині. Якщо розглядати по областях, то цей майже вся Черкаська область, південна частина

Київської області, південь Чернігівської області, південно-західна частина Сумської області та північно-західна Полтавської області.

1.2 Ґрунтово-рослинний покрив

Більша частини басейну річки Рось розташована в межах українського щита, тобто можна стверджувати, що значна частина басейну річки знаходиться в Придніпровській височині. Треба також зазначити, що на берегах річок кристалічні породи українського щита дуже часто виходять на поверхню. Крім того характерною особливістю басейну річки Рось, внаслідок того, що дуже близько до поверхні залягають породи, рельєф водозбору з великою кількістю пагорбів, річкових долин та ярів та є переважно хвилястий. Деякі пагорби помітно височать над прилеглою місцевістю і мають власні назви. Наприклад, в місті Біла Церква є так звана Палієва гора, неподалік сіла Синява — Божа гора, неподалік села Медвин розташована гора Тотоха. Це власні назви пагорбів, які помітно височать над прилеглою місцевістю. Також, один з відомих ярів, який розташований неподалік від витoku річки Рось має назву Ординецький. Південно-західна частина басейну річки Рось є найвищою. Максимальна висота пагорбів біля міста Погребище складає 300 м. На західній частині села Андрушівка розташований пагорб заввишки 322,5 м, який, як вважають дослідники, є найвищою точкою водозбору. Десь такі ж розміри заввишки має пагорб, який повністю вкритий лісом, та розташований на північ від села Булаї. В місцевості, де річка Рось потрапляє на Придніпровську низовину, в рельєфі спостерігаються дві широкі долини. Тому, саме в тій місцевості річка Рось поділяється на два великі рукави. Головний рукав, той який більший за розміром, рухається на північ, а той кий менший за розмірами (канал Фоса), рухається на схід. Такий розподіл річки Рось на два окремі та дуже довгі рукави, які в подальшому більш не об'єднуються, є особливістю, яка дуже рідко спостерігається в природі. Описаними відмінностями і властивостями будови надр та рельєфу водозбору річки Рось можна пояснити те, що з давних давен на ній були

розташовані греблі та млини. В теперішній час на значній частині довжини річка Рось є у підпорі, тому швидкість течії річки дуже мала та дно замулене.

Найбільш стародавніми породами, залягаючими вище базису ерозії є породи докембрійського віку, які відносять до нижнього докембрію (нижнього архею), середнього докембрію (верхнього архею) та верхнього докембрію (протерозою). Нижній докембрій охоплює бугсько-дніпровські гнейсові серії та бугсько-подольські інтрузивні комплекси першого інтрузивного циклу. До середнього докембрію інгуло-унгулецька гнейсова серія, яка складається з нижньої талькової світи, середньої світи та верхньої сланцевої світи. Верхній докембрій включає овручську серію, дніпровсько-боковянській комплекс третього інтрузивного циклу, коротенький комплекс четвертого інтрузивного циклу та приазовський лужний комплекс п'ятого інтрузивного циклу. Палеогенові відкладення покривають майже усю Дніпровсько-Донецьку западину. В основі цих відкладень залягають відкладення каневської світи – зеленувато-сірі глауконітові піски зі стягненнями фосфоритів і з горизонтом щільною опокою, які поширені в межах більшої частини цієї западини. Дніпровсько-Донецька западина являє собою область значного занурення поверхні кристалічного фундаменту до 11-12 км. В її межах виділяються схили Українського кристалічного щита та Воронежського масиву. В межах западини, як і на схилах западини спостерігається відповідність між характером відносної деформованості та структурними особливостями, виявленими геологічними та геофізичними методами [1], [4]. На повздовжньому профілі Сули виділяються Роменська, Свиридовська, Сенченська, Исачковсько-Солинська деформації. Незначна висота Роменської деформації, приуроченої до солянокупельної структури, пояснюється поперед усього меншою інтенсивністю її підняття в голоцені. Привертає на себе увагу те, що ширина пойми вище і нижче структури майже не змінюється, а розширення долини 11 вище розвитку структури відбувається головним чином шляхом збільшення ширини надпойменної тераси, під час формування якої відбувались більш інтенсивні підняття. Виникнення найбільш значущих відносних деформацій в долини р. Сула – Свиридовської та Сеченської зв'язується з тектонічною активністю Свиридовського структурного

виступу та Пісочненського соляного штока. Найбільш випукла ділянка профілю р. Сула між м. Лохвице та с. Сенчей. На топографічному повздовжнім профілю р. Псел виділяють наступні відносні деформації: Каменська, Гадячська, Савинцовська, Остап'євська. На лівобережній височині рівнині (Полтавсько-Сумсько-Харківськом плато) усюди за виключенням терас глини підстилаються потужним ярусом кварцових тонкозернистих пісків, а ті, своєю чергою палеогеновими глинистопісчаними, переважно глауконітовими породами.



Рисунок 1.2 – Карта -схема ґрунтів України [2]

Природна рослинність басейна Середнього Дніпра (лісостепового), яка в минулому була представлена чергуючимися між собою лісами та луговими степами більшою частиною була знищена, а решта дуже порушена та видозмінена (рис. 1.3). Ліса представлені 6 формаціями: дубовою, дубовограбовою, сосною, дубово-сосною, грабовою та ольховою. Серед них переважають сухі та свіжі гігרותопи [1], [4]. Дубові ліси складають 55% всіх лісів території. Дубово-соснові – 20%. Соснові – 10%. Дубово-грабові – 10%. Ольхові – 5%. Малий вміст рухомого

калію 3,3-4,2 мг на 100 г ґрунтів профілі характеризуються ґрунтів є причиною його високу ефективність ґрунтів.

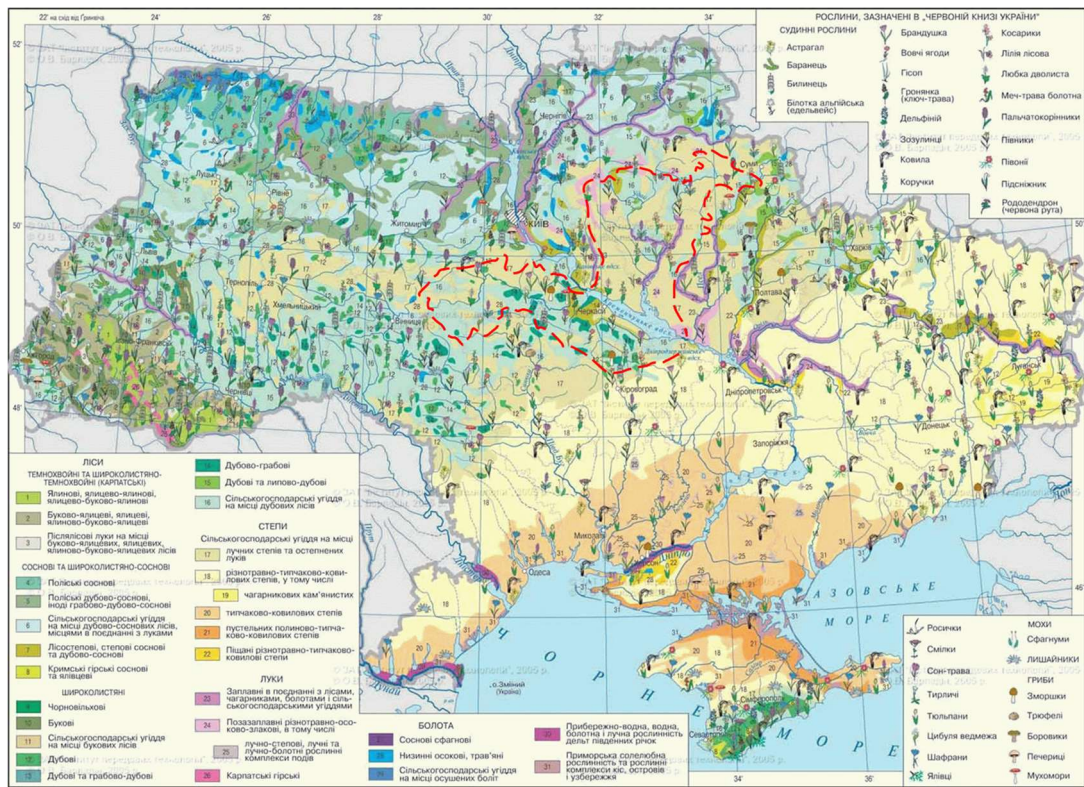


Рисунок 1.3 – Карта-схема рослинного покриття України [3]

1.3 Кліматичні умови

Клімат є тим фактором, який істотно впливає, з одного боку, на водний режим Росі, а з іншого — на господарське використання території.

Басейн Росі загалом характеризується помірно континентальним кліматом, сприятливим як для життєдіяльності людини, так і для господарської сфери. У цьому регіоні склалося оптимальне співвідношення між температурою повітря і кількістю опадів. Детальні відомості про клімат водозбору можуть бути отримані за даними довготривалих спостережень на двох метеостанціях: Біла Церква і Миронівка.

Близькою є середньорічна температура повітря і на метеостанціях, розташованих поблизу басейну Росі, а саме у Фастові та Жашкові. В обох цих містах норма середньорічної температури повітря дорівнює 7,3 °С.

Крім температури повітря важливим чинником (насправді найважливішим) водного стоку Росі є кількість опадів на водозборі. За даними метеостанцій Біла Церква і Миронівка, середньорічна кількість опадів протягом 1961—1990 рр. становила відповідно 562 і 561 мм. Приблизно такою самою є кількість опадів і на гідрологічних постах Круподеринці (572 мм), Фесюри (556 мм) і Корсунь-Шевченківський (514 мм). За даними п'яти пунктів спостережень, які доволі рівномірно розташовані у межах водозбору, середньорічна кількість опадів становить 553 мм.

Клімат на території басейну річки, як і будь-якій іншій території, формується внаслідок взаємодії сонячної радіації і циркуляції атмосфери з підстильною поверхнею. Роль кожного з названих факторів у формуванні кліматичних умов різна. Вплив сонячної радіації найефективніше проявляється в теплий період року. Для басейну р. Рось максимальні добові значення сумарної радіації в теплий період можуть перевищувати 750 кал/см. При таких сумах сонячної радіації створюються сприятливі умови для прогрівання земної поверхні й повітря, що проявляється у високій інтенсивності трансформації повітряних мас [1]. Протягом холодного періоду року, коли тривалість дня й висота сонця над горизонтом незначні і часто спостерігається хмарна погода, суми сонячної радіації не можуть бути великими. В цей час вирішальним фактором кліматоутворення стає циркуляція атмосфери, внаслідок дії якої відбувається часта зміна повітряних мас різного типу.

1.4 Водогосподарське значення Кременчуцького водосховища

Водосховище утворено в результаті перекриття Дніпра греблею вище м. Кременчука. Його заповнення було розпочато восени 1959 р. і закінчено влітку 1961 р. Площа водосховища - 2250 км, довжина - близько 185 км, середня ширина

- 15, найбільша - 28 км, середня глибина - 6, максимальна - 20 м. Рівень води у водосховищі коливається в межах 5 м. Площа мілководь до 2 м складає приблизно 18%. Рівень води в літні місяці стабільний. Його зниження відбувається восени, досягаючи максимуму взимку. Найбільше спрацювання рівня може досягати 5 м, при цьому площа водосховища зменшується майже вдвічі. Водообмін здійснюється до 4 разів на рік, в середні за водністю роки - 2-2,5 рази.

За характеристикою берегової лінії, глибин, течіям і деякими іншими ознаками водосховище можна розділити на три ділянки: верхній, середній і нижній. Верхній ділянку, розташовану від м. Канева до м. Черкас, має озеро-річковий характер. Водна маса незначно виходить за межі русла, затоплюючи пойму, у зв'язку з чим глибини тут невеликі. В середньому вони становлять 2 м, досягаючи в руслі річки 10 м. Швидкості течії мало відрізняються від річкових. На цій ділянці у водосховище впадають праві притоки річки Рось та Вільшанка і ліва притока річка Супій.

Середній, озерний, ділянка простирається до лінії сіл Адамівка - Жовнине. Води водосховища покривають тут величезні площі заплави. Мілководдя займають не більше 1/10 частини всієї площі ділянки. Максимальна глибина в старому руслі Дніпра досягає 16 м, середня глибина - близько 6 м. Перебіг, обумовлене річковим потоком, практично відсутня.

Нижній, або приплотинний, ділянці, що тягнеться від с. Адамовці до греблі, найбільш глибокий. У греблі глибина складає 20 м, середня - близько 10 м. У середній частині ділянки ближче до правого берега з північного заходу на південний схід простяглися піщані острови, частина з яких зруйнована і перетворена на мілині. Перебіг помітно лише біля греблі. В межах ділянки впадають річки Суду і Цибульник.

Береги водосховища, складені з супісків і пісків, легко розмиваються і обрушуються, чому сприяють сильні хвилі. Вони найбільш властиві середній і нижній частинах водосховища, де воно досягає найбільшої ширини.

Рівень режим Кременчуцького водосховища непостійний, що зумовлено зміною термінів весняної повені, водністю року, а також дією вітрової активності

нагонів. Під дією вітрів рівень води у водосховищі може змінюватися майже на 0,5 м.

Кременчуцьке водосховище - основний регулятор при розподілі річкового стоку серед дніпровських водосховищ. У зв'язку з цим у ньому постійно виникають великі площі осушної зони.

У водосховищі мешкають стерлядь, тюлька, щука, плітка, ялець, головень, в'язь, червоноперка, жерех, вівсянка, лин, підуст, піскар, уклея, густера, лящ, білоглазка, синець, рибець, чехоня, гірчак, карась, сазан, голець, щиповка, в'юн, сом, судак, окунь, йорж, носарь і бички.

Згідно з Положенням про управління, зона діяльності обмежується акваторією Кременчуцького водосховища із захисними гідротехнічними спорудами, розташованими в межах Черкаської, Кіровоградської та Полтавської областей. Режим експлуатації водосховищ дніпровського каскаду визначається Між-відомчою комісією при Держводагентстві України, виходячи з прогнозу водності повені. З метою оперативного реагування на можливі кризові ситуації та спостереження за режимом роботи водних об'єктів в управлінні створена аналітично-диспетчерська служба стеження за водними об'єктами. Спостереження за рівнями води на Кременчуцькому водосховищі та в підвідних каналах і аванкамерах 9-ти насосних станціях, а також за даними диспетчерів Кременчуцької і Канівської ГЕС. У 2021 році рівневий режим Кременчуцького водосховища в основному був витриманий відповідно до Протоколу засідання міжвідомчої комісії Держводагентства України по встановленню режимів роботи дніпровських водосховищ. Режим експлуатації водосховищ дніпровського каскаду визначається Між-відомчою комісією при Держводагентстві України, виходячи з прогнозу водності повені. У 2021 переважну більшість часу рівень води у Кременчуцькому водосховищі відповідав відміткам Протоколу засідання міжвідомчої комісії Держводагентства України по встановленню режимів роботи дніпровських водосховищ. З метою швидкого реагування на можливі кризові ситуації в регіональному управлінні з 1996 року діє служба стеження за водними об'єктами, що знаходяться в його віданні. Для спостережень за рівнями Кременчуцького

водосховища на насосних станціях встановлені водомірні рейки. Протягом січня відбувалося економне поступове спрацювання вільного об'єму, середній рівень води в районі в/п Світловодськ практично відповідав минулорічному. В минулому році у зв'язку з вкрай несприятливою гідрометеорологічною ситуацією для формування весняного водопілля, що склалася в басейнах річок упродовж осінньо-зимового періоду, з початку лютого) розпочалось поступове наповнення водосховища, яке тривало до кінця травня і в цілому відповідало протокольним відміткам. Слід відмітити, що в цьому році низька весняна водність р. Дніпро та його приток ускладнила процес наповнення Дніпровського каскаду до проектних позначок, були обмеження скидів води через греблі ГЕС.

У червні та липні ГЕС працювала на притокових витратах. У червні завдяки циклонічній діяльності, яка забезпечувала випадіння зливових дощів різної інтенсивності від невеликих до значних, гідрологічна ситуація на водних об'єктах порівняно з травнем покращилася. Водність річок поступово підвищувалася, хоча і залишилася нижчою від норми червня. Такі обставини певною мірою пом'якшили гідрологічні умови по боковому припливу води до Кременчуцького водосховища і рівень води у водоймі до середини липня продовжував поступово зростати: якщо на початку червня абсолютні позначки становили 80.70 м, то на 14 липня – 80.98 м (максимальна відмітка). Таким чином, у 2020 році рівень води у водоймі не досяг абсолютної відмітки НІР (81.00 м). З серпня розпочалось поступове спрацювання Кременчуцького водосховища. Слід зазначити, що через загальну недостатню кількість опадів на притоках Середнього Дніпра відбувалось поступове зменшення водності, що негативно вплинуло на об'єми бічного припливу води до каскаду дніпровських водосховищ взагалі, які у липні (в порівнянні з червнем) зменшились на 35 – 58 %. Так приток води до Кременчуцького водосховища становив 46.6 млн.м³, що склало лише 39 % липневої норми, у серпні – 33 % від норми, не покращилась ситуація і у вересні – об'єм бічного припливу води становив 18.1 млн.м³, що складає 19 % вересневої норми; у жовтні – 21 % від норми; у листопаді – 22 % від норми. Поступове зниження рівня води у водоймі, що розпочалося з позначки 80.98 м (14 липня) тривало до кінця року, і на 29 грудня абсолютна

відмітка рівня води в озерній частині Кременчуцького водосховища склала 78.82 м. Таким чином, протягом 2020 року рівні води у Кременчуцькому водосховищі змінювались в озерній частині у межах: 78.76 м (січень) – 80.98 м (липень) проти 78.60 м (лютий) – 81.00 м (червень) у 2019 році, перебуваючи більшу частину часу на більш високих абсолютних відмітках. Лише у травні – червні середній рівень води був на 0.24 – 0.14 м нижче минулорічного. Переважну більшість часу рівень води у Кременчуцькому водосховищі відповідав протокольним відміткам. Середній рівень води у верхів'ї водосховища в районі Вільшанської НС більшу частину часу був також вищим за минулорічний, окрім травня і червня і знаходився на середньомісячних відмітках 78.92 м (січень) – 80.93 м (липень). Максимум рівня – 81.07 м відмічався 11-го липня. У 2019 році він зафіксований на відмітці 81.27 м 21-го травня.

2 ОСОБЛИВОСТІ ВОДНОГО РЕЖИМУ РІЧОК, ЩО ВПАДАЮТЬ У КРЕМЕНЧУЦЬКЕ ВОДОСХОВИЩЕ

2.1 Гідрографічна мережа спостережень

На рівнинній частині території України виділяють три гідрологічні зони: 1) гідрологічна зона надмірної водності, 2) гідрологічна зона достатньої водності, 3) гідрологічна зона недостатньої водності. Гірські райони, де водний режим річок має певні особливості, виділено в окремі таксономічні одиниці – гідрологічна країна Українських Карпат та гідрологічна країна Гірського Криму.

Річки досліджуваної території (рис. 2.1) відносяться до гідрологічної зони достатньої водності, якій відповідає лісостеповій зоні і включає басейни лівих приток Дністра, верхньої та середньої течії Південного Бугу, басейни правих (Стугна, Рось, Тясмин) і лівих (Трубіж, Супій, Псел, Сула, Ворскла) приток Дніпра. В межах зони виділяють Західну, Правобережну Дніпровську та Лівобережну Дніпровську гідрологічні області.

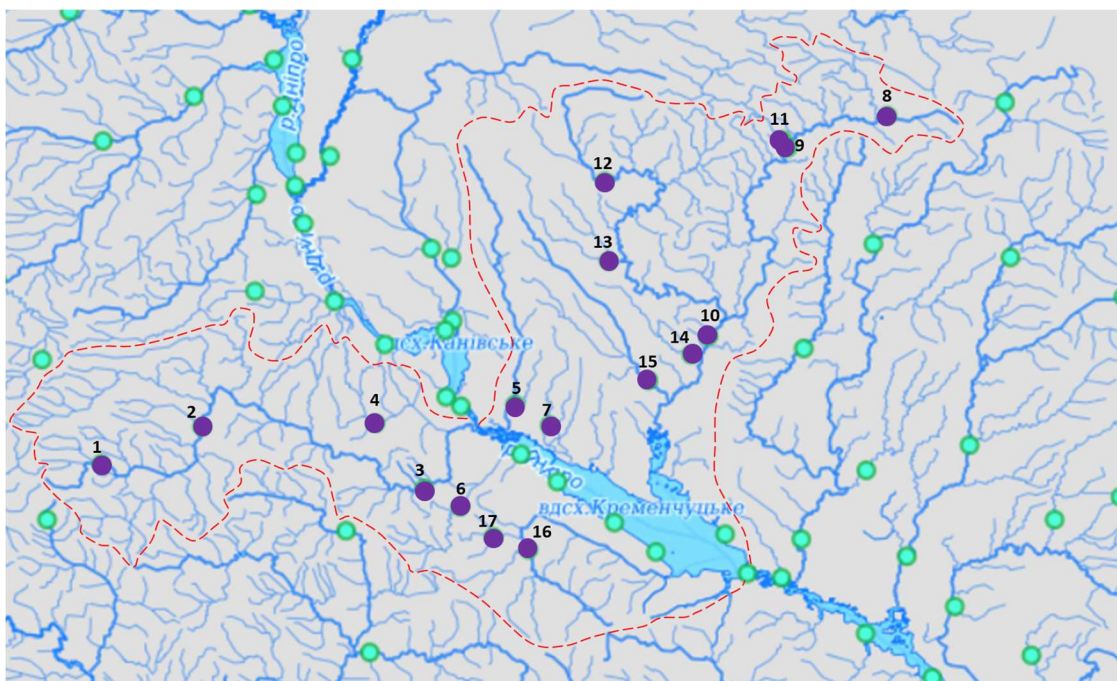


Рисунок 2.1 – Гідрографічна мережа досліджуваної території річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище

Густота річкової мережі становить 0.4-0.8 км/км².

Уклони річок на Правобережжі Дніпра становлять від 0.2 до 5 м/км, на Лівобережжі – 0.2-2.5 м/км. Лісистість водозборів зменшується з заходу на схід від 20% до 1-8%. Заболоченість найбільша у Західній області (до 20%), у Правобережній Дніпровській області – 1-10%. Водність річок зони найбільша у Західній області – 4-7 л/(с·км²), у Лівобережній Дніпровській – 1.3-3.5 л/(с·км²). Живлення річок мішане, з переваженням снігового (40-60%). Льодостав триває 2.5-3 місяці.

Розглянемо водозбори річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище та їх гідрографічну мережу (рис. 2.1):

р. Рось – права притока Дніпра. Довжина річки 346 км, площа басейну 12575 км², уклон 0.61‰. Бере початок у межах Придніпровської височини у Погребищенському районі Вінницької області, впадає у Дніпро в 20 км нижче від м. Канева поблизу с. Хрещатик. Найбільші притоки: праві – Роська ($L = 73$ км, $F = 110$ км²), Молочна ($L = 35$ км, $F = 359$ км²), Торган ($L = 38$ км, $F = 245$ км²); ліві – Роставиця ($L = 116$ км, $F = 1460$ км²), Кам'янка ($L = 105$ км, $F = 800$ км²), Росава ($L = 95$ км, $F = 1720$ км²). Долина річки має ширину до 3 км, в місцях виходу на поверхню кристалічних порід звужується до 100-150 м. Глибина долини 60 м. Схили її круті, в середній частині водозбору 20-30°, вони заглиблені у вододільне плато на 40-60 м при густоті ерозійного розгалуження до 3 км/км². Іноді схили ізрізані мережею ярів глибиною до 30-40 м. На правому схилі долини *р. Рось* зустрічаються зсуви, що розвиваються на контакті покровних водно-льодовикових відкладень з пестрими або третичними глинами. Ширина русла у середній течії 30-40 м, у нижній – 70-80 м. Русло звивисте, з порогами, плесами та перекатами. Коли річка протікає в областях осадочних порід, її долина трапецієподібна з крутими схилами. Заплава має ширину до 500 м, двобічна, складена піщаниками та суглинками. Дно піщане, у верхній течії скелясте. Швидкість течії у середньому 0.3-0.4 м/с, на порогах – 1.3-2.5 м/с. За характером живлення *р. Рось* відноситься до річок з переважно сніговим живленням, що становить 60% від стоку за рік.

За даними спостережень по 1997 р. на в/п Корсунь-Шевченківський ($F = 10300 \text{ км}^2$, в 65 км від гирла) середній річний стік становить $22.6 \text{ м}^3/\text{с}$, максимальна витрата – $1240 \text{ м}^3/\text{с}$ (1947 р.) та мінімальна – $0.031 \text{ м}^3/\text{с}$ (1952 р.). Стік річки є сильно зарегульованим. Серед ГЕС, що розташовані на річці, працюючими є Стеблівська та Корсунь-Шевченківська.

Найбільшими на річці є Великобілоцерківське (17.0 млн м^3) та Стеблівське (15.7 млн м^3) водосховища. На якість води в річці впливають промислові підприємства м. Біла Церква та м. Богуслав. Наслідком цього впливу є те, що по деяких показниках якість води є невисокою. Вода належить до гідрокарбонатного класу групи кальцію. Мінералізація в річці коливається під час водопілля в межах $302\text{-}462 \text{ мг/л}$, в літню межень – від 440 до 581 мг/л . У гирловій ділянці – до 614 мг/л . В басейні річки розташовані 57 водосховищ, загальним об'ємом 134 млн м^3 та біля 1900 ставків загальним об'ємом 190 млн м^3 .

р. Сула – ліва притока р. Дніпро. Довжина річки 415 км , площа басейну 19600 км^2 , уклон 0.20% . Бере початок на відрогах Середньоруської височини, впадає в Кременчуцьке водосховище в 628 км від гирла Дніпра. Гирло р. Сула на значній відстані затоплено. Найбільші притоки: праві - р. Ромен ($L = 111 \text{ км}$, $F = 1660 \text{ км}^2$), р. Удай ($L = 327 \text{ км}$, $F = 7030 \text{ км}^2$), р. Оржиця ($L = 117 \text{ км}$, $F = 2120 \text{ км}^2$); ліві – р. Крива Руда ($L = 55 \text{ км}$, $F = 7400 \text{ км}^2$). Основна частина басейну розташована у межах Придніпровської низовини. Долина річки широка – від $2\text{-}3 \text{ км}$ у верхній течії, до $10\text{-}12 \text{ км}$ у нижній. Значною є ширина заплави, яка відзначається малою висотою та надмірною зволоженістю. Русло сильно звивисте. За період спостережень по 1997 р. середній річний стік на в/п Лубни ($F = 14200 \text{ км}^2$, 106 км від гирла) становить $30.2 \text{ м}^3/\text{с}$. Максимальна зафіксована витрата становить $1140 \text{ м}^3/\text{с}$ (1942 р.), мінімальна – $0.38 \text{ м}^3/\text{с}$ (1939 р.). Живлення річки переважно снігове, роль ґрунтових та дощових вод менш суттєва. Підземне живлення становить від 8 до 22% річного стоку. Вода належить до гідрокарбонатно-кальцієвого класу. Під час водопілля мінералізація води змінюється в межах $120\text{-}188 \text{ мг/л}$ до 235 мг/л (м. Лубни). У меженний період мінералізація води у верхній течії (с. Зеленівка)

змінюється в межах 520-712 мг/л, а нижче від впадіння р. Удай (м. Лубни) – 546-904 мг/л. У басейні річки 26 водосховищ, загальним об'ємом 82.2 млн м³.

р. Вільшанка – річка в Україні, у межах Звенигородського, Городищенського та Черкаського районів Черкаської області. Права притока Дніпра.

Довжина 106 км. Площа водозбірного басейну 1220 км². Похил річки 0,9 м/км. Долина трапецієподібна. Заплава у нижній течії заболочена. Річище звивисте, завширшки 20-25 м. Живлення мішане. Замерзає наприкінці листопада, скресає у березні. Використовується на водопостачання, зрошення.

Вільшанка бере початок поблизу села Пединівка. Спершу тече на південний схід, у середній течії круто повертає на північ, від міста Городище тече на північний схід. Впадає до Дніпра неподалік від села Лозівок.

У зв'язку зі створенням Кременчуцького водосховища гідрологічний режим Вільшанки був порушений. У наш час рівень Кременчуцького водосховища вищий від рівня Вільшанки у районі гирла. Тому для нормального водотоку створена гребля та насосна станція.

р. Тясмин – річка в Кіровоградській та Черкаській областях України, права притока Дніпра. Річка бере початок у північній частині села Любомирка Олександрівського району. Спочатку тече переважно на південний захід через Вищі Верещаки, Нижчі Верещаки, Соснівку, далі — через Райгород Кам'янського району. Потім напрямок змінюється на північний, а в місті Сміла річка повертає на північний схід. У селі Бузуків Тясмин ще раз повертає, тепер на південний схід і тече в цьому напрямку до самого Чигирина. Останній відрізок річка протікає в східному напрямку. Довжина річки 161 км, площа басейну 4 540 км². Похил річки становить 0,34 м/км. Річище звивисте, його ширина від 5-20 м до 40 м, на окремих ділянках каналізоване. Живлення снігове і дощове. Льодостав з грудня до середини березня. Стік регульований водосховищем і ставками, є шлюзи-регулятори. У пониззі споруджено захисну дамбу з насосною станцією потужністю 85 м³/с, що регулює стік річки у Кременчуцьке водосховище.

У табл. 2.1 приведені дані по гідрологічних постах, що діють на сьогодні в басейні Кременчуцького водосховища.

Таблиця 2.1 – Список постів на досліджуваних річках, що впадають у Кременчуцьке водосховище

Водний об'єкт	Код водного об'єкту	Пост	Код поста	Відстань від гирла, км	Площа водозбору, км ²	Період дії, число, місяць, рік		Належність поста
						відкритий	закритий	
р. Рось	106 200 700	с. Круподеринці	80292	311*	618	08.08.1945	Діє	ГМС України
р. Рось	106 200 700	с. Фесюри	80295	230	3 900	01.10.1931	"	Так само
р. Рось	106 200 700	м. Корсунь-Шевченківський	80302	64*	10 300	21.09.1928 (01.07.1954)	"	"
р. Росава	106 200 771	м. Миронівка	80320	43*	846	25.08.1944 (28.04.1961)	"	"
р. Супій	106 200 779	с. Піщане	80344	16*	1 900	19.09.1927	"	"
р. Вільшанка	106 200 784	с. Мліїв	80346	33*	749	04.12.1938	"	"
р. Золотоношка	106 200 794	м. Золотоноша	80350	30*	431	15.09.1944	"	"
р. Сула	106 200 799	с. Зеленківка	80354	340*	427	26.03.1931	"	"
р. Сула	106 200 799	м. Ромни	80355	272*	4 020	08.09.1925	"	"
р. Сула	106 200 799	м. Лубни	80359	101*	14 200	26.04.1914	"	"
р. Ромен	106 200 814	м. Ромни	80369	5.0*	1 650	17.06.1915 (01.09.1931)	"	"
р. Удай	106 200 840	м. Прилуки	80372	243*	1 520	09.09.1925	"	"
р. Перевід	106 200 865	с. Сасинівка	80380	8.0*	745	27.05.1929	"	"
р. Сліпорід	106 200 879	с. Олександрівка	80386	6.0*	527	01.01.1932 (10.03.1938)	"	"
р. Оржиця	106 200 882	с. Маяківка	80391	15*	1 950	05.09.1927	"	"
р. Тясмин	106 200 892	с. Велика Яблунівка	80395	94*	1 780	26.06.1945 (15.10.1958)	"	"
р. Серебрянка	106 200 908	с. Балаклея	80401	14*	126	30.05.1946	"	"

Всього 17 водозборів з площами від 126 км² (р. Серебрянка – с. Балаклея) до 14200 км² (р. Сула – с. Лубни)

2.2 Загальна характеристика водного режиму річок

Річки України за класифікацією Б.Д. Зайкова розподіляються на дві групи: I – річки з весняним водопіллям (рівнинні річки) і II – з паводковим режимом (гірські річки).

Водний режим рівнинних річок характеризується в більшості випадків чітко визначеним весняним водопіллям, низькою літньою межею з окремими дощовими паводками, незначним осіннім підвищенням, низькою зимовою межею, яка теж інколи порушується паводками у відлиги. За весняне водопілля проходить 40-80%, а на деяких малих річках навіть 100% річного стоку.

Весною рівні води в більшості випадків підіймаються на кілька днів раніше скресання. Непоодинокі випадки, коли на малих річках максимальні весняні рівні проходять при льодоставі.

Розглядаючи водний режим річок протягом року (календарного, гідрологічного або водогосподарського) під максимальним стоком розуміють найбільшу витрату води, об'єм або шар стоку за багатоводну фазу – водопілля або паводок. Максимальний стік виражається найбільшою (максимальною) витратою води, об'ємом або шаром стоку за основну хвилю водопілля або за найбільший паводок у цьому році. Найбільше значення має, зазвичай, максимальна витрата води, яка визначає висоту підйому рівня води, тобто зону затоплення, швидкості течії, тобто розмиваючу здатність потоку, і в цілому – напір води на споруди. Визначення максимальних витрат води є необхідним для розрахунку різних гідротехнічних споруд, зокрема: мостів, гребель, дамб та ін. Точне визначення величин максимальних витрат гарантує нормальну експлуатацію даних споруд [3]-[5]. Оцінка параметрів водопілля та паводків має велике наукове та практичне значення. В науковому відношенні водопілля та паводки визначають загальні риси режиму стоку річок даного регіону. Об'єм їх стоку становить переважну частину

стоку річок, а для малих річок посушливої зони може складати весь річний стік, тому відомості про максимальний стік необхідні для вивчення багатьох аспектів гідрологічного режиму річок [369]. В практичному плані максимальний стік відносять до катастрофічних явищ природи. Статистика свідчить, що за повторюваністю, площею поширення, сумарними середньорічними матеріальними збитками повені займають перше місце у ряду відомих нам стихійних явищ. Що стосується соціально-економічних збитків, то лише за 1998-2002 рр. в світі від повеней загинуло близько 53 тис. осіб, з місць постійного проживання евакуйовано 150 млн. осіб, загальна сума збитків від повеней перевищила 135 млрд доларів США [7]. За характером походження максимальні витрати води можуть бути поділені на: - сформовані внаслідок сніготанення; - ті, що сформувались через випадіння дощових опадів;

- максимумами мішаного походження – від сніготанення і дощів, коли частки кожного виду живлення близькі за величиною або їх важко розрізнити.

Весняне водопілля на річках України є найбільш характерною фазою їх гідрологічного режиму. Умови його формування, з урахуванням значних відмінностей по території кліматичних, геоморфологічних, ґрунтових, рослинних та інших факторів, неоднакові на рівнинних та гірських водозборах. Умови формування водопілля. Всі фактори, що впливають на формування весняного стоку, можна поділити на дві основні групи: - фактори метеорологічні, що визначають інтенсивність сніготанення та утворення талих вод, а також втрати на випаровування; - фактори підстильної поверхні, що визначають величину акумуляції талих вод на поверхні басейну та інфільтрації в ґрунт, характер розподілу снігу на поверхні басейну та стікання талих вод на схилах і в руслах річок.

Форма гідрографа водопілля залежить від характеру весни та ряду азональних факторів, серед яких суттєву роль грають болота і карст. У ранні весни форма гідрографа багатопікова, складна, у пізні – одновершинна. На закарстованих водозборах підйом водопілля відбувається повільно, пік слабо виражений, спад відбувається повільно. Регулюючий вплив водосховищ призводить до формування

багатопікового, розтягнутого водопілля та до значного зменшення максимальних витрат води.

Басейни р. Рось і її притоки – розташовані у двох геоморфологічних районах – їх верхів'я знаходяться в межах Придніпровської височини, а пониззя – на території Придніпровської низовини. У верхів'ях цих басейнів мають місце більш сприятливі умови підземного живлення з водоносних горизонтів Українського кристалічного масиву. Основна частина стоку формується навесні від танення снігів (до 50% річного стоку). Верхів'я р.Сули розташовані на південній околиці Середньоруської височини з яскраво вираженим континентальним кліматом, достатньо забезпечені снігозапасами. Разом з тим для басейну р.Сули характерні різкі зміни умов живлення, а відповідно, і водоносності приток, що зменшується по мірі просування від витоків до гирла. Серед річок лісостепової зони виділяються окремо рр.Супій, Вільшанка та Тясмин, на водний режим яких суттєвий вплив мають низовинно-перехідні болота. Водопілля на цих річках розтягнуте, згладжене [5].

Тривалість водопілля залежить від довжини річки, заболоченості, залісеності, закарстованості водозборів. На правобережних притоках Середнього Дніпра (рр. Рось, Тясмин) середні дати початку водопілля відносяться до останніх чисел лютого – початку березня. Середня тривалість водопілля складає 50-60 діб. На лівобережних притоках (рр. Супій, Сула) водопілля починається на початку другої декади березня. Середня тривалість водопілля на малих і середніх річках становить 50-55 діб; для гирлових ділянок рр. Сули – вона зростає до 70-80 діб.

На умови формування дощового стоку в басейнах правих і лівих приток Дніпра в межах лісостепової зони впливає нестійкий режим зволоження території опадами.

Річки району мають змішане живлення, причому в північній частині території роль талого стоку у формуванні річного стоку значно більше, ніж у південній. Пайова участь дощових вод у річному стоці в південній частині території в порівнянні північній помітно збільшується. Співвідношення снігового та дощового живлення змінюється в різні за водністю роки. Стік весняного водопілля

в багатоводні роки складає 70-80% річного стоку, в середні за водністю роки – 60-70%, а маловодні 50-60%. В період межені спостерігаються невеликі дощові паводки. Вищі рівні дощових паводків тільки на окремих річках рідко наближаються за величиною до рівнів весняного водопілля. У літньо-осінній період мають місце дощові паводки невеликою інтенсивністю, тривалістю від 5-8 до 10-12 днів. У період відлиги спостерігаються досить значні паводки висотою до 1,5 м та більше. У посушливі роки окремі ділянки малих річок пересихають на період декількох днів до 3-5 місяців; а в зимовий період має місце промерзання тривалістю від 3 до 60 днів [8]. Перші стійкі крижані утворення на ділянках річок з природним льодовим режимом та помірним ґрунтовим живленням зазвичай з'являються в третій декаді листопада в Західно - Поліським, Східно - Поліським, Волинському, Ніжнедеснянском і Ворскло – Поліським гідрологічних районах. Майже для всіх річок території характерні в теплі осінні періоди першої нестійкої короткострокові крижані освіти (зазвичай зберігає), що з'являються на 2-3 тижні раніше стійких та спостерігаються протягом 1-5 днів. Водний режим річок визначається кліматичними, гідрогеологічними, орографічними і гідрографічними особливостями і характеризуються досить вираженим весняною повінню і літньо-осінньою та зимовою меженою, які порушуються дощовими паводками і відлигами. Співвідношення річного снігового і дощового живлення змінюється в різні за водністю роки. Стік весняного водопілля в багатоводні роки становить 70-80% річного стоку, в середні за водністю роки – 60-70%, а в маловодні – 50-60%. Мінливість стоку призводить до того, що в багатоводні роки водні ресурси річок Лівобережного Лісостепу України в 1,5-2 рази більше, а в маловодні в 2 рази менше, ніж у середній по водності рік. Більша частина місцевого стоку формується у північних районах області. Шар стоку тут сягає 80 мм за рік, а модуль стоку – 3,5 л/(с·км²). На півдні області ці показники становлять відповідно 40 мм і 1,2-1,5 л/(с·км²). Така різниця пояснюється зменшенням кількості атмосферних опадів, висоти снігового покриву та зростанням випаровуваності з півночі й північного заходу на південний схід. Середній шар стоку по області складає 64 мм, що менше, ніж у середньому по Україні (87 мм). На річках Лівобережного Лісостепу України

висота шару меженного стоку дещо менше – 4-10 мм, на південь поступово знижується до нуля. 19 У межах Дніпровського артезіанського басейну (річок Лівобережного Лісостепу України) модулі мінімального стоку дорівнюють 0,40-0,0 л/(с·км²). на півночі Дніпровської западини і 0,0-0,10 л/(с·км²) на півдні. В осінньо-зимовий період при переході температури повітря до від'ємних показників на річках відзначені льодові освіти. Перші льодові утворення з'являються в кінці листопада – початку грудня. Крім фізикогеографічного положення та гідрогеологічних умов, на формування льодово-термічного режиму роблять великий вплив морфометричні особливості русел, водність річок, а так само господарська діяльність на річках. Товщина льоду на початку льодоставу не перевищує 5-10 см в середні по суворості зими в найбільш холодні декади (2 і 3 декади січня, 1 і 2 декади лютого). На ділянках річок з природним термічним режимом і помірним ґрунтовим живленням товщина льоду зазвичай не перевищує 40- 60 см, в суворі зими досягає 60-80 см. Найбільша товщина льоду в суворі зими досягає 120-140 см [1]. На річках у період становлення льодоставу восени і в періоди відлиги спостерігаються зажорні явища, а під час періоду розкриття навесні мають місце затори льоду. Підйом рівнів у період заторів зазвичай невеликий (60- 70 см) і дуже рідко – 1,5-2,0 м. Весняна повінь на річок Лівобережного Лісостепу України починається зазвичай в кінці лютого – третій декаді березня і триває до кінця травня. Середня дата проходження максимальних витрат води – середина квітня. Тривалість повені змінюється від 54 до 106 діб, при середніх значення 80 діб.

З ОБЧИСЛЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РІЧНОГО СТОКУ РІЧОК, ЩО ВПАДАЮТЬ У КРЕМЕНЧУЦЬКЕ ВОДОСХОВИЩЕ

Однією з основних гідрологічних характеристик є середній багаторічний стік або норма річного стоку. Під нормою стоку розуміють середнє арифметичне значення річного стоку, обчислене за період такої тривалості, який дає достатню сталість величини, що розглядається. Цей період складається з кількох повних циклів коливань водності при незмінних фізико-географічних умовах та однаковим рівні господарської діяльності. Норма річного стоку визначається середнім багаторічним модулем стоку q , який вимірюється в літрах за секунду з 1 км² або висотою шару стоку Y в мм. Між модулем q і шаром стоку Y існує співвідношення $Y = 31.54q$.

Принципова можливість побудови карт норми річного стоку впливає безпосередньо з рівняння водного балансу. Складові рівняння – опади та випаровування взагалі мають зональний розподіл по території, за винятком гірських районів, де широтна закономірність змінюється висотною. В силу зональної зміни за територією складових рівняння балансу, тієї же закономірності безперервної та планової зміни підлягає і стік. На відміну від метеорологічних величин, стокові величини інтегральні. Вони відносяться не до місця вимірювання стоку, а до геометричних центрів ваги водозборів. Під час складання карт саме так відносять норми стоку, а в разі визначення за картами їх установлюють для геометричного центра водозбору.

Установлено, що коливання річного стоку характеризуються циклічністю. Циклічність являє собою послідовну зміну нмзки років підвищеної та зниженої водності. До років підвищеної водності відносяться ті, у які стік перевищував середню багаторічну величину річного стоку.

Роками зниженої водності є роки, у які річний стік був менше середньої багаторічної величини.

Угрупування років підвищеної водності складає багатоводний період коливань водності або додатну фазу, угрупування років зниженої водності –

маловодний період або від'ємну фазу. Тривалість фаз коливань водності не є постійною, через що циклічність називають “несуворою періодичністю”.

3.1 Методи оцінки статистичних параметрів в гідрологічних розрахунках

Річний стік є кількісною характеристикою стоку, який проходить через переріз русла річки за рік. Річний стік виражається у вигляді витрати води Q , об'єму W , модуля q , шару Y .

Витрата води Q (м³/с) – об'єм стоку (м³), який проходить через переріз русла річки в одиницю часу (секунду). Середня річна витрата підраховується шляхом підсумовування всіх середніх місячних витрат за розглядуваний рік. Отримана сума ділиться на 12 (кількість місяців у році).

Об'єм стоку W (м³ або млн. м³) – об'єм води, який проходить через поперечний переріз русла річки за рік. Величину об'єму стоку за рік можна визначити через значення річної витрати води

$$W = Q \cdot T = Q \cdot 31,54 \cdot 10^6 \text{ (м}^3\text{)}. \quad (2.1)$$

Число $T = 31,5 \cdot 10^6$ - це кількість секунд у році.

Середня багаторічна витрата води або середній багаторічний об'єм стоку є показниками водоносності річок.

Шар стоку Y (мм) показує висоту шару води, яку можна одержати, якщо весь об'єм води, який стікає з водозбору за будь-який інтервал часу T , рівномірно розподілити по всій площі водозбору річки, до якої цей об'єм належить

$$Y = \frac{Q \cdot T}{F \cdot 10^3} = \frac{W}{F \cdot 10^3} \quad (2.2)$$

де F - площа водозбору, км².

При розрахунках шару стоку за рік формула (2.2) набуває вигляду

$$Y = \frac{Q \cdot T}{F \cdot 10^3} = \frac{Q \cdot 31.54 \cdot 10^5}{F} \quad (2.3)$$

Модуль стоку q або M (л/(с·км²)) визначається як об'єм води, який стікає у одиницю часу з одиниці площі водозбору за проміжок часу T

$$q = M = \frac{W \cdot 10^3}{F \cdot T} = \frac{Q \cdot 10^3}{F} = \frac{Y \cdot 10^6}{T} \quad (2.4)$$

При розрахунках модуля стоку за рік формула (2.4) набуває вигляду

$$q = M = \frac{W \cdot 10^3}{F \cdot T} = \frac{Q \cdot 10^3}{F} = \frac{Y \cdot 10^6}{T} = 31,54 \cdot Y \quad (2.5)$$

Величина річного стоку використовується як інтегральна характеристика водних ресурсів великих територій та держав (О.І. Чеботарьов, 1978).

Водність річок характеризується кількістю води, що виноситься річкою за будь-який період часу у порівнянні із середнім значенням за цей же період часу.

Для характеристики водності використовується поняття про модульні коефіцієнти стоку

$$k_i = \frac{q_i}{\bar{q}} = \frac{Q_i}{\bar{Q}} = \frac{W_i}{\bar{W}} = \frac{Y_i}{\bar{Y}}, \quad (2.6)$$

де q , Q , W , Y - середні багаторічні величини стоку.

Середнє багаторічне значення модульного коефіцієнта k завжди дорівнює одиниці.

Коефіцієнт стоку η являє собою відношення шару стоку (Y) у замикальному створі до шару опадів X , які випали на площу водозбору вище створу та

сформували шар стоку за будь-який проміжок часу. Ця величина характеризує внесок опадів у формування стоку $\eta = \frac{Y}{X}$.

Здебільшого коефіцієнти стоку η розраховуються з використанням середніх багаторічних значень стоку (Y) та опадів X .

3.2 Циклічність та тенденції в часових рядах характеристик річного стоку

Дослідження закономірностей коливань річного стоку у часі та по території дозволяють судити про можливість і доцільність використання водних ресурсів держави для забезпечення її потреб.

Річний стік є базовою характеристикою при розробці нових методів гідрологічних розрахунків. Насамперед для річного стоку розробляється більшість гідрологічних моделей, досліджуються питання циклічності коливань стоку річок, наслідки впливу антропогенних чинників, включаючи глобальне потепління, а вже потім відбувається перехід до визначення характеристик стоку у внутрішньорічні фази його формування (весняне водопілля, дощові паводки, зимова та літня або літньо-осіння межень).

Аналіз хронологічних рядів коливань річного стоку річок України протягом тривалого часу показує, що коливання мають циклічний характер. Це виражається у послідовній зміні багатоводних та маловодних груп, що розрізняються за тривалістю та ступеням відхилення від середнього значення стоку за період спостережень. Коливання водності річок пов'язані з кліматичними змінами клімату і залежать від циркуляції атмосфери, що визначає розподіл опадів та випаровування території. Повні цикли (маловодні та багатоводні фази) це відрізок часу, на протязі якого взаємно компенсуються відхилення стоку від середнього значення. Мірою оцінки коливань річного стоку відносно його середнього значення є коефіцієнт варіації C_v .

Мінливість річного стоку на території України в цілому зростає з півночі на південь. Коефіцієнт варіації у Поліссі переважно становить 0.4-0.5, на півдні

досягає 0.8-1.0. Мінливість стоку у Карпатах дорівнює 0.3- 0.4. Виключенням є річки Донбасу та Приазов'я, які мають порівняно сталий стік ($C_v=0.5$), що зв'язано з додатковим надходженням води із шахт, каналів і водоводів, що зменшує мінливість стоку.

Основними чинниками, які впливають на формування угруповань років однієї і тієї ж водності, вважаються:

- загальна циркуляція атмосфери, зумовлена розподілом сонячної радіації навколо земної кулі;
- обертання Землі навколо своєї осі та навколо Сонця;
- зміни сонячної активності.

Для аналізу величини річного стоку обрано 17 діючих на сьогодні гідрологічних постів з часовими рядами спостережень середньорічних модулів стоку від початку спостережень по 2020 рік, включно, з площами від 126 км² (р. Серебрянка – с. Бакалея) до 14200 км² (р. Сула – с. Лубни).

Циклічність у часових рядах за допомогою побудови різницево-інтегральних кривих, які представлені на рис. 3.1. Направленість лінії вгору свідчить про багатоводну фазу, а вниз – маловодну фазу. Розглянуто 17 водозборів в більшості випадках з 2006 року мають маловодну фазу водності.

Шляхом віднімання середньої багаторічної величини від кожного члену ряду побудовані відповідні хронологічні графіки відхилень від норми для водозборів басейну Кременчуцького водосховища. Розглянемо такий хронологічний графік для р. Рось - с. Круподеринці (рис. 3.2).

Як видно з рис. 3.2 за останні 35 років 29 років спостерігалися середньорічні модулі стоку менші за багаторічну величину, тобто норму. А тому маємо від'ємний значущий тренд для цих величин.

Всі роки які знаходяться над віссю – це багатоводні роки, а під віссю (від'ємні) – це маловодні роки. Подібні графіки побудовані для всіх 17 водозборів та приведені у додатку А. Для кожного ряду проведено лінію тренду та оцінена її значимість. Розрахункове значення коефіцієнта кореляції вважається значущим, якщо виконується умова $\hat{r}(1) \geq 2\hat{\sigma}_{r(1)}$. Результати зведені у табл. 3.1.

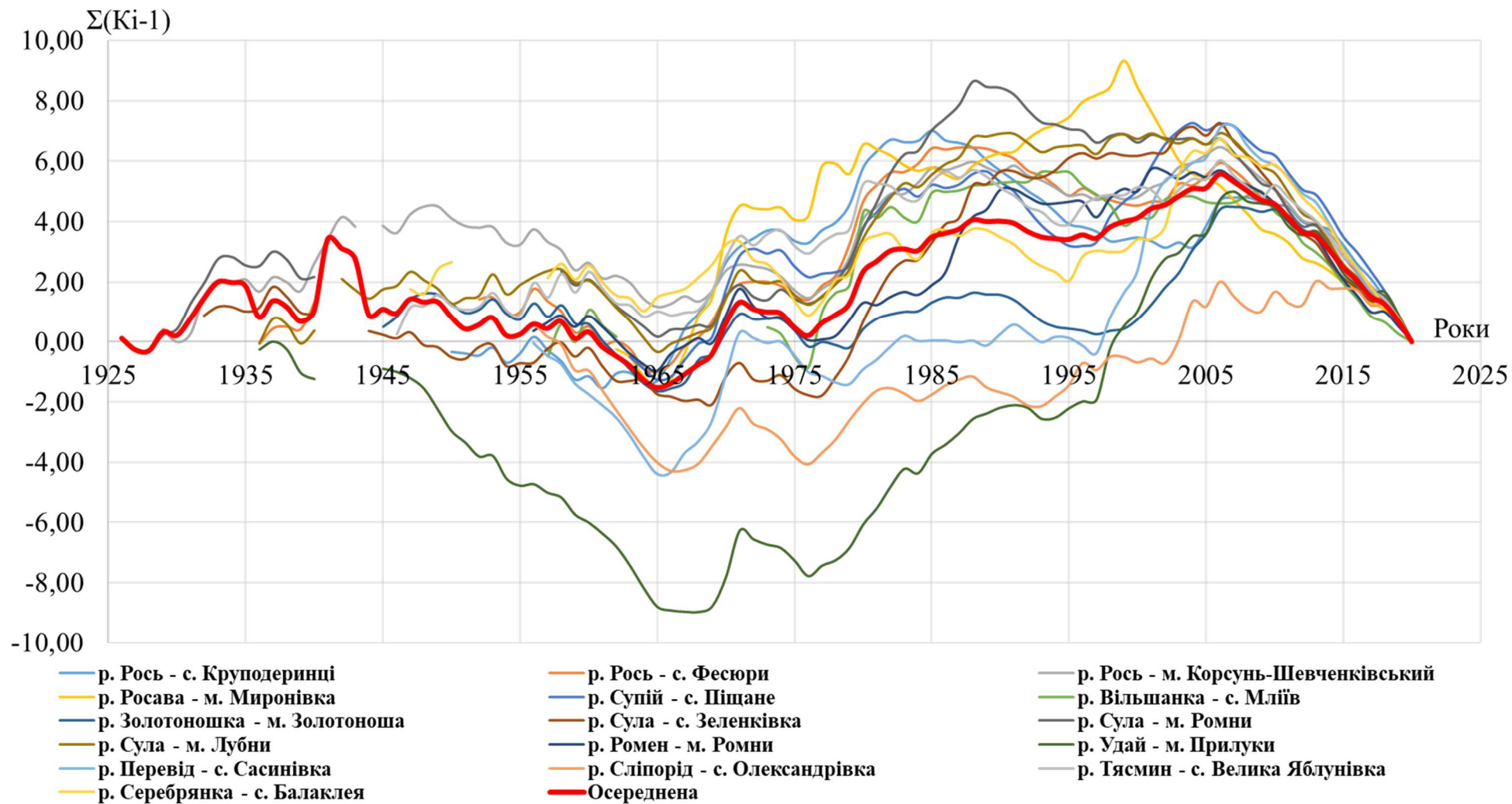


Рисунок 3.1 – Різницево-інтегральні криві середньорічних модулів стоку річок, що впадають в Кременчуцьке водосховище, та їх приток

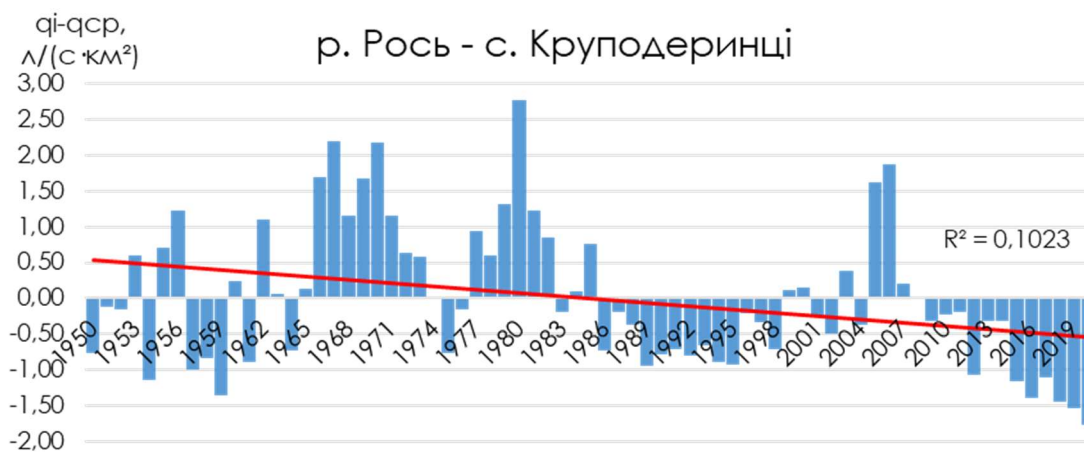


Рисунок 3.2 – Хронологічні графіки відхилень середньорічних модулів стоку річок, що впадають в кременчуцьке водосховище від середнього багаторічного модуля стоку

Результати оцінки трендів по досліджуваних рядах показав, що по 6 водозборах відмічається не значущих тренд та маємо 10 трендів направлених вниз, що каже про тенденцію зменшення величини середнього річного модуля стоку.

3.3 Визначення та просторово-часова мінливість характеристик річного стоку річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище

Статистична обробка часових рядів стокових характеристик паводків частіше усього спирається на метод моментів, а в останні роки - і на метод найбільшої правдоподібності. У першому випадку безпосередньо по наявних рядах розраховуються параметри статистичного розподілу: середнє арифметичне рядів \bar{x} , коефіцієнтів варіації C_v і асиметрії C_s , у другому - середнє, C_v і співвідношення C_s/C_v .

Для оцінки статистичних параметрів часових рядів середньорічних модулів стоку використані метод моментів та метод найбільшої правдоподібності. Для аналізу використані дані по 17 водозборах з періодом спостереження від 54 до 91 року. Дані по 2020 рік.

Таблиця 3.1 - Визначення трендів у рядах середньорічних модулів стоку річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище, та їх приток

№ за/п	Код поста	Річка - пост	Плща водозбору, F км ²	n, роки спостережень	r ²	r	σ_r	2 σ_r	Висновок
1	80292	Рось - с. Круподеринці	618	71	0,1023	0,320	0,11	0,213	значущий
2	80295	Рось - с. Фесюри	3 900	74	0,1053	0,324	0,10	0,208	значущий
3	80302	Рось - м. Корсунь-Шевченківський	10 300	91	0,0994	0,315	0,09	0,189	значущий
4	80320	Росава - м. Миронівка	846	59	0,1953	0,442	0,10	0,210	значущий
5	80344	Супій - с. Піщане	1 900	58	0,1727	0,416	0,11	0,217	значущий
6	80346	Вільшанка - с. Мліїв	749	54	0,0595	0,244	0,13	0,256	значущий
7	80350	Золотоношка - м. Золотоноша	431	76	0,0192	0,139	0,11	0,225	не значущий
8	80354	Сула - с. Зеленківка	427	86	0,029	0,170	0,10	0,209	не значущий
9	80355	Сула - м. Ромни	4 020	78	0,1096	0,331	0,10	0,202	значущий
10	80359	Сула - м. Лубни	14 200	84	0,0835	0,289	0,10	0,200	значущий
11	80369	Ромен - м. Ромни	1 650	65	0,0903	0,300	0,11	0,226	значущий
12	80372	Удай - м. Прилуки	1 520	81	0,0399	0,200	0,11	0,213	не значущий
13	80380	Перевід - с. Сасинівка	745	65	0,0051	0,071	0,12	0,247	не значущий
14	80386	Сліпорід - с. Олександрівка	527	66	0,0157	0,125	0,12	0,242	не значущий
15	80391	Оржиця - с. Маяківка	1 950	58	0,0473	0,217	0,13	0,250	не значущий
16	80395	Тясмин - с. Велика Яблунівка	1 780	75	0,1031	0,321	0,10	0,207	значущий
17	80401	Серебрянка - с. Балаклея	126	68	0,0867	0,294	0,11	0,222	значущий

Результати визначення статистичних параметрів часових рядів середньорічних модулів стоку представлені у табл. 3.2.

Маємо що середньорічний модуль стоку змінюється по території від 0,91 л/(с·км²) до 3,01 л/(с·км²). Коефіцієнт варіації як за методом моментів так і за методом найбільшої правдоподібності оцінюється як 0,32-0,60 та середнє співвідношення $C_s/C_v = 1,8$

Похибка середньої багаторічної величини коливається від 4,2 % до 8,1 %, а середня 5,8% і це менше допустимої похибки у 10%

Похибка коефіцієнтів варіації в середньому складає 6,6%, це також менше допустимої 15%.

Отже ряди репрезентативні, а тому середні багаторічні величини модулів стоку можна вважати як норма.

Предсталяє проаналізувати як розподіляється річний об'єм стоку по місяцях року. Для цього за багаторічний період спостереження розраховано типовий розподіл стоку за рік та представлено на рис. 3.3 та зведено у табл. 3.2.

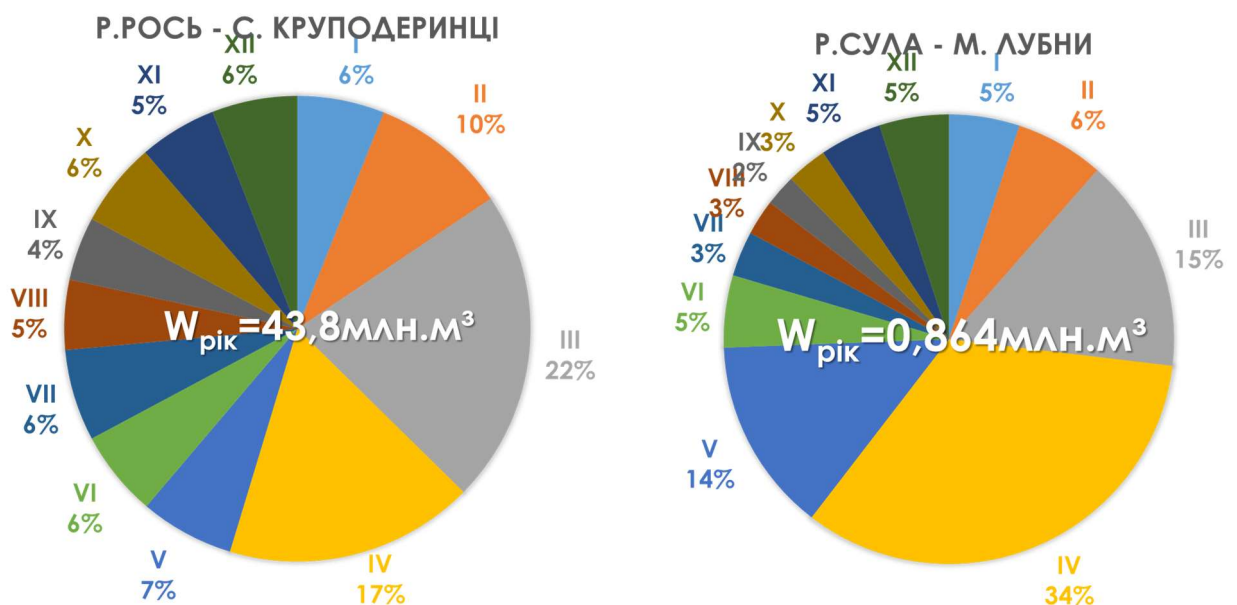


Рисунок 3.3 - Розподіл об'єму стоку у % по місяцях в середньому за багаторічний період р. Рось- с. Куподеринці (права притока) та р. Сула – м. Лубни (ліва притока)

Таблиця 3.2 - Статистичні параметри часових рядів спостереження середньорічних модулів стоку водозборів, які впадають в Кременчуцьке водосховище, та їх приток

№ за/п	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	п, років	Q _{ср} , л/(с·км ²)	Метод моментів				Метод найбільшої правдоподібності		
					Cv	Cs	r(1)	Cs/Cv	Cv	Cs	Cs/Cv
1	Рось - с. Круподеринці	618	71	2,25	0,44	0,67	0,606	1,5	0,44	0,73	1,6
2	Рось - с. Фесюри	3 900	74	2,15	0,44	0,71	0,516	1,6	0,44	0,77	1,8
3	Рось - м. Корсунь-Шевченківський	10 300	91	2,05	0,42	0,69	0,437	1,6	0,42	0,73	1,7
4	Росава - м. Миронівка	846	59	0,91	0,58	1,40	0,502	2,4	0,59	1,64	2,8
5	Супій - с. Піщане	1 900	58	1,15	0,53	0,71	0,69	1,3	0,54	0,79	1,5
6	Вільшанка - с. Мліїв	749	54	1,47	0,60	1,98	0,049	3,3	0,60	2,41	4,0
7	Золотоношка – м. Золотоноша	431	76	1,69	0,38	0,26	0,534	0,7	0,38	0,30	0,8
8	Сула - с. Зеленківка	427	86	3,01	0,45	0,45	0,454	1,0	0,45	0,48	1,1
9	Сула - м. Ромни	4 020	78	2,22	0,45	0,51	0,571	1,1	0,46	0,55	1,2
10	Сула - м. Лубни	14 200	84	1,93	0,47	0,77	0,354	1,6	0,47	0,81	1,7
11	Ромен - м. Ромни	1 650	65	1,75	0,43	0,58	0,411	1,3	0,43	0,63	1,4
12	Удай - м. Прилуки	1 520	81	2,34	0,53	0,80	0,553	1,5	0,54	0,86	1,6
13	Перевід - с. Сасинівка	745	65	1,42	0,59	1,25	0,664	2,1	0,60	1,42	2,4
14	Сліпорід - с. Олександрівка	527	66	1,36	0,46	0,45	0,34	1,0	0,46	0,49	1,1
15	Оржиця - с. Маяківка	1 950	58	1,64	0,32	0,75	0,447	2,3	0,32	0,82	2,6
16	Тясмин - с. Велика Яблунівка	1 780	75	1,56	0,48	0,73	0,129	1,5	0,48	0,75	1,6
17	Серебрянка - с. Балаклея	126	68	1,67	0,55	1,02	0,323	1,9	0,55	1,11	2,0
								1,6			1,8

На прикладі водозбору р. Рось – с. Куподеринці (права притока) маємо, що найбільша частка стоку надходить до водосховища весною 46%, при цьому у березні 22 %. Подібний розподіл маємо і для р. Сула – м. Лубни (ліва притока), де весною надходить 63% стоку, але 34 % у квітні.

Графіки розподілу по всіх інших водозборах приведені у додатку Б.

Аналіз табл. 3.3 показав, що розподіл стоку по місяцях дуже не рівномірний як в межах року, так по території. Об'єм стоку за рік в межах розглянутих водозборів змінюється від 0,864 млн м³ (р. Сула - м. Лубни) до 665 млн м³ (р. р.Рось - м. Корсунь-Шевченківський).

Так маємо у літньо-осінній період стік за місяць коливається від 2,2-4,4% до 6,3-7,3%, у зимовий період діапазон коливання від 4,4-4,7% до 6,3-9,4%.

На рис. 3.4 представлено осереднений розподіл з відміткою найбільших і найменших значень по кожному місяцю для річок досліджуваної території. Як видно у березні-квітні в середньому формується по 20-21% стоку при діапазоні від 13-14 % до 30-33,5%. Тобто стік за календарну весну буде в середньому 49% при діапазоні коливань за багаторічний період спостережень від 32,2 % до 77,7%.

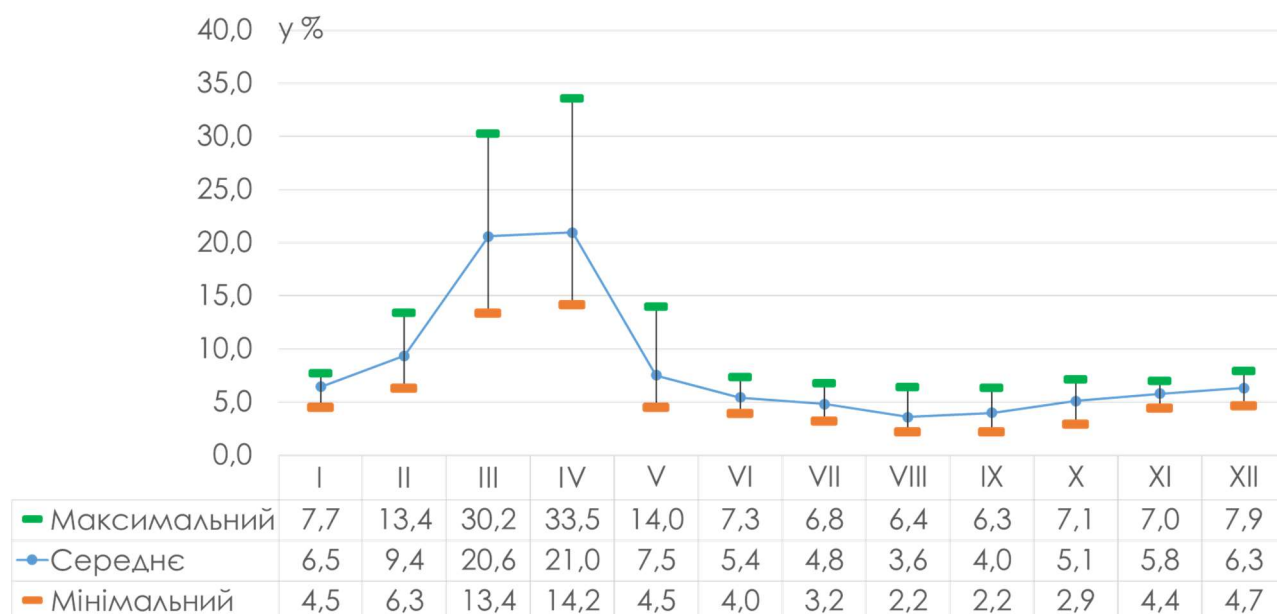


Рисунок 3.4 - Осереднений в межах досліджуваної території розподілу стоку річок у % по місяцях

Таблиця 3.3 – Об'єм стоку за рік на річках, що впадають у Кременчуцьке водосховище, та їх притока і розрахунок його розподіл у % по місяцях

№ за/п	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	Об'єм стоку за рік, млн м ³	Розподіл по місяцях у %											
				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	р.Рось - с. Круподеринці	618	43,8	6,0	9,5	21,8	17,3	6,5	6,0	6,3	4,9	4,4	5,9	5,4	5,9
2	р.Рось - с. Фесюри	3 900	264,00	7,3	9,7	20,2	19,1	5,8	4,6	5,1	3,9	4,6	6,6	6,5	6,6
3	р.Рось - м. Корсунь-Шевченківський	10 300	665,00	6,3	8,8	19,2	19,9	6,1	5,5	6,2	4,6	5,3	6,4	6,0	5,8
4	р.Росава - м. Миронівка	846	24,00	6,3	10,4	21,0	14,8	7,3	5,8	6,3	4,6	4,6	6,0	6,4	6,5
5	р.Супій - с. Піщане	1 900	68,80	7,5	9,4	16,5	17,3	7,9	5,9	4,8	4,0	5,8	7,1	6,5	7,4
6	р.Вільшанка - с. Мліїв	749	34,70	7,6	10,5	13,4	14,9	6,7	6,4	6,8	6,4	6,3	7,0	7,0	7,1
7	р.Золотоношка - м. Золотоноша	431	23,00	7,7	9,9	21,1	19,9	7,8	5,3	4,1	3,0	3,0	4,1	6,4	7,7
8	р.Сула - с. Зеленківка	427	40,70	4,5	8,8	30,2	24,6	4,5	4,0	3,2	2,2	3,5	4,7	5,1	4,7
9	р.Сула - м. Ромни	4 020	282,00	4,8	6,3	21,3	31,5	8,4	4,7	4,1	2,7	2,6	3,6	4,8	5,1
10	р.Сула - м. Лубни	14 200	0,86	5,1	6,4	15,4	33,5	14,0	5,2	3,2	2,6	2,2	2,9	4,4	5,0
11	р.Ромен - м. Ромни	1 650	91,20	5,4	8,2	19,9	28,8	8,2	5,4	4,5	2,6	2,8	3,7	4,9	5,6
12	р.Удай - м. Прилуки	1 520	112,00	4,8	6,3	19,5	31,1	10,7	5,4	3,5	2,4	2,2	3,4	5,0	5,7
13	р.Перевід - с. Сасинівка	745	33,40	7,0	8,4	15,0	19,3	10,3	7,0	4,7	3,5	5,4	6,0	6,2	7,1
14	р.Сліпорід - с. Олександрівка	527	22,70	7,5	12,3	26,5	19,3	5,7	4,2	3,7	2,6	2,7	3,6	5,3	6,8
15	р.Оржиця - с. Маяківка	1 950	103,00	7,4	9,3	17,2	16,3	8,6	7,3	6,1	4,2	3,9	5,0	6,6	7,9
16	р.Тясмин - с. Велика Яблунівка	1 780	45,10	7,0	11,8	26,5	14,5	4,8	5,2	4,8	3,2	4,3	5,8	6,0	6,0
17	р.Серебрянка - с. Балаклея	126	6,62	7,5	13,4	25,2	14,2	4,7	4,3	4,7	3,8	4,3	5,1	5,9	6,7

4 РОЗРАХУНОК РІЧНОГО СТОКУ РІЧОК, ЩО ВПАДАЮТЬ У КРЕМЕНЧУЦЬКЕ ВОДОСХОВИЩ

У гідрологічній практиці рівняння водного балансу широко застосовують не тільки для зв'язку та контролю його складових, а й для визначення невідомих та важко вимірюваних величин. Дійсно, в межах водозбору безпосередньо вимірюються тільки опади X та сумарний стік Y . Вимірювання випаровування з усієї поверхні водозбору пов'язаного з великими труднощами. Обчислення випаровування E за рівнянням водного балансу при відомих значеннях стоку та опадів, особливо для багаторічного періоду великих труднощів не створює. Для коротких часових інтервалів при визначенні E за рівнянням необхідно мати також дані про зміну вологи на водозборі $\pm w$. Аналогічні труднощі виникають і при обчисленні випаровування з поверхні тих водозборів, які не дрениують підземні води.

Для багаторічного періоду зміна запасів вологи в межах річкового водозбору буде близькою до нуля ($\pm \Delta w = 0$), тоді

$$\bar{X} = \bar{E} + \bar{Y}, \quad (4.1)$$

де X - середня багаторічна величина опадів;

E - середня багаторічна величина випаровування з поверхні суші;

Y - середня багаторічна величина стоку.

Основним джерелом живлення річок України є атмосферні опади. Дощові та талі снігові води частково випаровуються, частково стікають по поверхні водозбору в річкову мережу. Деяка їх частка проникає в ґрунти, поповнюючи запаси підземних вод. Підземні води перехоплюються річковими долинами та руслами і також живлять ріки. Таким чином, визначають снігове, дощове та підземне живлення річок України.

На переважній частині України 8-15% опадів у вигляді снігу формують 40-80% річного стоку. У північній частині, де сніг досягає великої міцності і умови

стоку дощових вод сприятливі, річки відносяться до типу змішаного живлення з переваженням снігового (>50%), доля дощового живлення – 24%, підземного – 26%. На південь кількість опадів знижується, річки мають переважно снігове живлення зі значною часткою підземного живлення і малою – дощового живлення. Частка дощового живлення зменшується з півночі на південь (від 30% до 5% річного стоку).

Підземне живлення річок України доцільно розглядати по основних геоморфологічних районах.

Інтенсивність підземного живлення у межах Українського кристалічного масиву зменшується з північного заходу на південний схід і залежить від кліматичних умов, водопроникності покривних викладів, розгалуженості ярів і балок.

Річки на північному заході кристалічного масиву (від р. Уборті до Тетерева) живляться підземними водами, частка яких у річному стоці досягає 20-30% (р.Уборть), для інших річок – 10-20%.

Правобережні притоки р. Дніпра, від р. Росі до Інгульця живляться ґрунтовими водами, частка їх у річному стоці – 10-15%. Живлення підземними водами лівобережних приток р. Дніпра, а також річок Приазов'я зумовлює не більш як 10-15% річного стоку.

Метод дослідження, які ґрунтується на співвідношенні між надходженням, витрачанням та акумуляцією води певних територій, водних об'єктів має назву метод водного балансу. Цей метод широко застосовуються при вивченні гідрологічних процесів та явищ, наприклад, формування річкового стоку, режиму озер, боліт, льодовиків, вологості ґрунту. З допомогою методу водного балансу можна надійно оцінити водні ресурси території, вплив господарської діяльності на гідрологічний режим водних об'єктів тощо.

В залежності від рельєфу місцевості, наявності метеостанцій та метеопостів, рівномірності їх розподілу по території розрахунок середньобагаторічної кількості опадів здійснюється за метод середнього арифметичного. Даний метод дає задовільні результати у випадку густої та рівномірної мережі метеостанцій на

рівнинній території. Використовуючи дані Кліматичного кадастру України сформувані вихідні дані по метеорологічних станціях і постах (табл. 4.1)

Таблиця 4.1 – Визначення опадів, розрахунок середнього багаторічного випаровування за температурою та вологістю повітря по метеостанціях досліджуваної території

№ за/п	Назва метеостанції	Широта	Область	t, °C	e, гПа	E _o , мм	X, мм	Y, мм
1	Біла Церква	49,50	КИЇВСЬКА	7,5	8,9	460	562	102
2	Фесюри		КИЇВСЬКА				556	
3	Миронівка	49,39	КИЇВСЬКА	7,6	8,8	455	561	106
4	Корсунь-Шевченківський		ЧЕРКАСЬКА				514	
5	Мліїв		ЧЕРКАСЬКА				548	
6	Балаклія		ЧЕРКАСЬКА				536	
7	Сміла	49,11	ЧЕРКАСЬКА	7,9	9	450	572	122
8	Адамівка		ЧЕРКАСЬКА				492	
9	Чигирин	49,04	ЧЕРКАСЬКА	8,2	9	455	555	100
10	Золотоноша	49,40	ЧЕРКАСЬКА	7,7	9,1	480	569	89
11	Канів	49,44	ЧЕРКАСЬКА	7,8	9,1	485	549	64
12	Яготин	50,13	КИЇВСЬКА	7,3	8,8	465	527	62
13	Прилуки	50,35	ЧЕРНІГІВСЬКА	7,1	8,8	460	618	158
14	Ромни	50,46	СУМСЬКА	6,7	8,8	450	628	178
15	Лубни	50,01	ПОЛТАВСЬКА	7,5	8,7	455	627	172
16	Олександрівка		ПОЛТАВСЬКА				546	
17	Маяківка		ПОЛТАВСЬКА				505	

Річна сума опадів по метеостанціях і постах в межах досліджуваного водозбору Кременчуцького водосховища змінюється від 492 мм (М Адамівка) до 628 мм (М Ромни).

Середнє багаторічне випаровування визначається за трьома методами: по карті ізоліній, за температурою та вологістю повітря (метод А.Р. Константинова) і за рівнянням зв'язку М.І. Будико.

В роботі багаторічне випаровування визначено за температурою та вологістю повітря методом А.Р. Константинова з використанням відповідних розрахункових номограм (результати див. у табл. 4.1).

Розрахунок середнього багаторічного стоку за рівнянням водного балансу. Складові рівняння: опади X_0 та випаровування, взагалі мають зональний розподіл за територією, за винятком гірських районів, де широтна закономірність змінюється з висотною. В силу зональної зміни за територією складових балансу рівняння, тій же закономірності підлягає і стік Y_0 .

На відміну від метеорологічних величин, які належать до тієї точки простору, в якій вони виміряні, стокові величини мають інтегральний характер. Вони відносяться не до місця вимірювання стоку, а до центра ваги водозбору. У простішому випадку центр ваги розміщений як точка перетину великої та малої осі водозбору.

Розрахунок середнього багаторічного річного стоку у шарах виконується за формулою:

$$Y_0 = 31,54 q_0, \quad (4.2)$$

де q_0 – модуль річного стоку, визначений по карті стоку.

Рівняння водного балансу для багаторічного періоду має вигляд (4.1), тоді шар стоку буде розраховуватись, як

$$Y_0 = X_0 - E_0 \quad (4.3)$$

Визначений за рівнянням (4.3) шар стоку на досліджуваних водозборах коливається від 62 мм до 178 мм.

Щоб порівняти отримані результати із даними статистичної обробки часових рядів спостереження необхідно побудувати залежність цих величин від широтного положення (рис. 4.1)

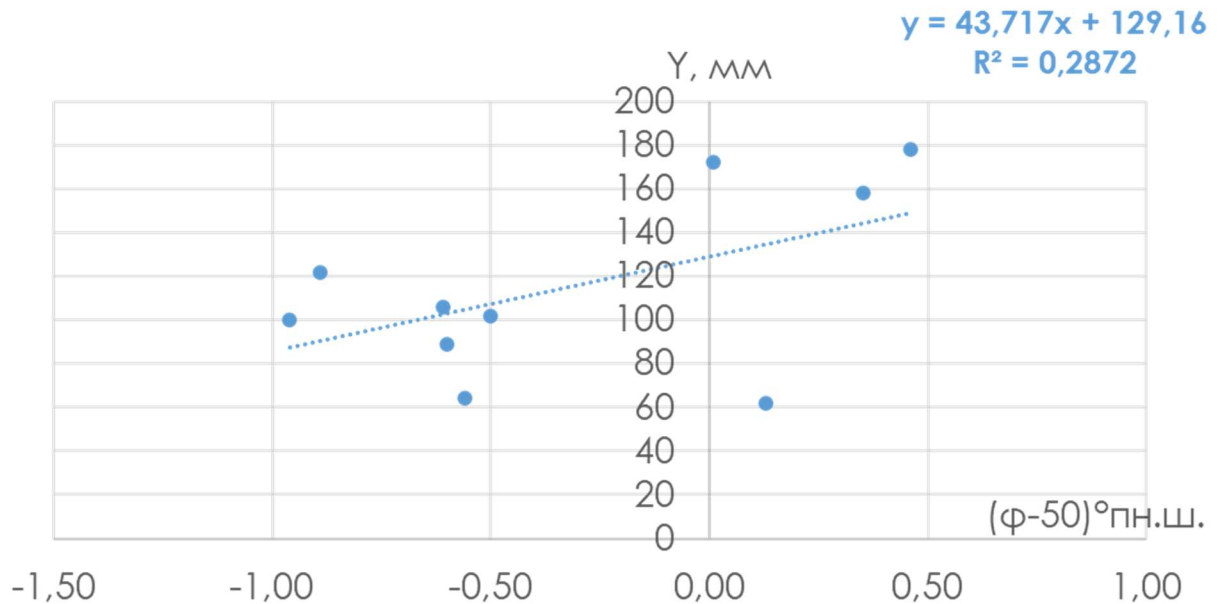


Рисунок 4.1 – Залежність величини шару стоку за рік від широтного положення метеостанцій

Отримане рівняння дозволяє перерахувати отримані величини по метеостанціях для центрів водозборів. Потім було виконано порівняння отриманих величин на рис. 4.2.

Як видно, отримали завищені більше ніж у 2 рази величини при визначені за рівнянням водного балансу та даних Кліматичного кадастру України 1961-1990 рр. У подальших дослідженнях слід більш детально розглянути методи визначення складників водного балансу та обрати більш точні.

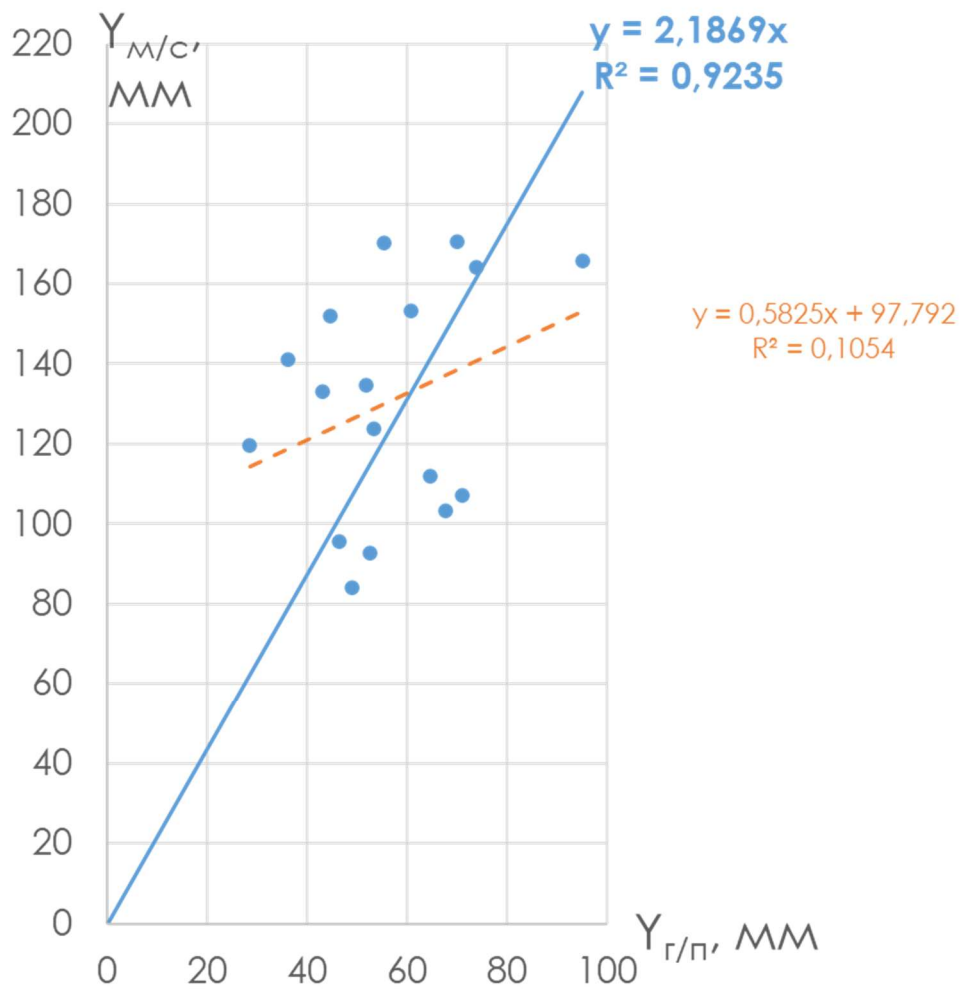


Рисунок 4.2 – Графік порівняння величин шарів стоку за рік визначених по гідрологічних постах та метеостанціях і постах

ВИСНОВКИ

Основна мета кваліфікаційної роботи бакалавра досягнута, а саме виконано розрахунок річного стоку для річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище, проаналізовано стокові ряди середньорічних витрат води та оцінено внутрішньорічний розподіл річного об'єму стоку. В результаті виконання завдань кваліфікаційної роботи бакалавра можна відмітити наступні висновки:

- 1) Боковий приплив до Кременчуцького водосховища формується стоком таких річок, як Рось, Вільшанка, Тясмин, Супій, Сула та їх притоки. Досліджувана територія розташована в центральній частині України лісостепової зони. Басейн загалом характеризується помірно континентальним кліматом, сприятливим як для життєдіяльності людини, так і для господарської сфери. У цьому регіоні склалося оптимальне співвідношення між температурою повітря і кількістю опадів;
- 2) Дослідження циклічності у часових рядах показав, що з 2006 року розглянуті водозбори мають маловодну фазу водності, а до цього 20-40 років багатоводну;
- 3) Результати оцінки трендів по досліджуваних рядах показав, що по 6 водозборах відмічається не значущих тренд та маємо 10 трендів направлених вниз, що каже про тенденцію зменшення величини середнього річного модуля стоку;
- 4) Середньорічний модуль стоку змінюється по території від 0,91 л/(с·км²) до 3,01 л/(с·км²). Коефіцієнт варіації як за методом моментів так і за методом найбільшої правдоподібності оцінюється як 0,32-0,60 та середнє співвідношення $C_s/C_v = 1,8$. Похибка середньої багаторічної величини коливається від 4,2 % до 8,1 %, а середня 5,8% і це менше допустимої похибки у 10%. Похибка коефіцієнтів варіації в середньому складає 6,6%, це також менше допустимої 15%;
- 5) Об'єм стоку за рік в межах розглянутих водозборів змінюється від 0,864 млн м³ (р. Сула - м. Лубни) до 665 млн м³ (р. Рось - м. Корсунь-

Шевченківський). У літньо-осінній період стік за місяць коливається від 2,2-4,4% до 6,3-7,3%, у зимовий період діапазон коливання від 4,4-4,7% до 6,3-9,4%. осереднений розподіл з відміткою найбільших і найменших значень по кожному місяцю для річок досліджуваної території. У березні-квітні в середньому формується по 20-21% стоку при діапазоні від 13-14 % до 30-33,5%. За весну стік буде в середньому 49% при діапазоні коливань за багаторічний період спостережень від 32,2 % до 77,7%;

- 6) Результати перевірки визначення величин шарів стоку за рік за даними часових рядів та визначених за рівнянням водного балансу показав завищення майже у 2 рази.
- 7) У подальших дослідженнях слід більш детально розглянути методи визначення складників водного балансу та обрати більш точні.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Гідроекологічний стан басейну річки Рось / В.К. Хільчевський, С.М. Курило, С.С. Дубняк. — К.: Ніка-Центр, 2009. 116 с.
2. Портал «Природа України» [Електронний ресурс] <https://geomap.land.kiev.ua/>
3. Вишневський В. І. Косовець О. О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ: Ніка-Центр, 2003. 324 с
4. Швебс Г.І., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України: Навчально-довідковий посібник. Одеса: Астропринт, 2003. 392 с.
5. Юденіч О. По річках України. 1968 р. 135 с.
6. Гідрологічні розрахунки: підручник / Є.Д. Гопченко, Н.С. Лобода, В.А. Овчарук. Одеса: ТЕС, 2014. 484 с.
7. Кравченко Д.Ю. Поверхнєве живлення Кременчуцького водосховища // Матеріали студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету, 10 – 17 травня 2023р. Одеса: ОДЕКУ. 2023. С.426-427
8. Кравченко Д.Ю., ст. ГО-20 Оцінка характеристик річного стоку річок, що живлять Кременчуцьке водосховище // Матеріали Студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету, 10 – 19 квітня 2024 р. Одеса: ОДЕКУ. 2024. С.100-101.

Додаток А

Хронологічні графіки відхилень середньорічних модулів стоку річок, що впадають в Кременчуцьке водосховище, та їх приток від середнього багаторічного модуля стоку

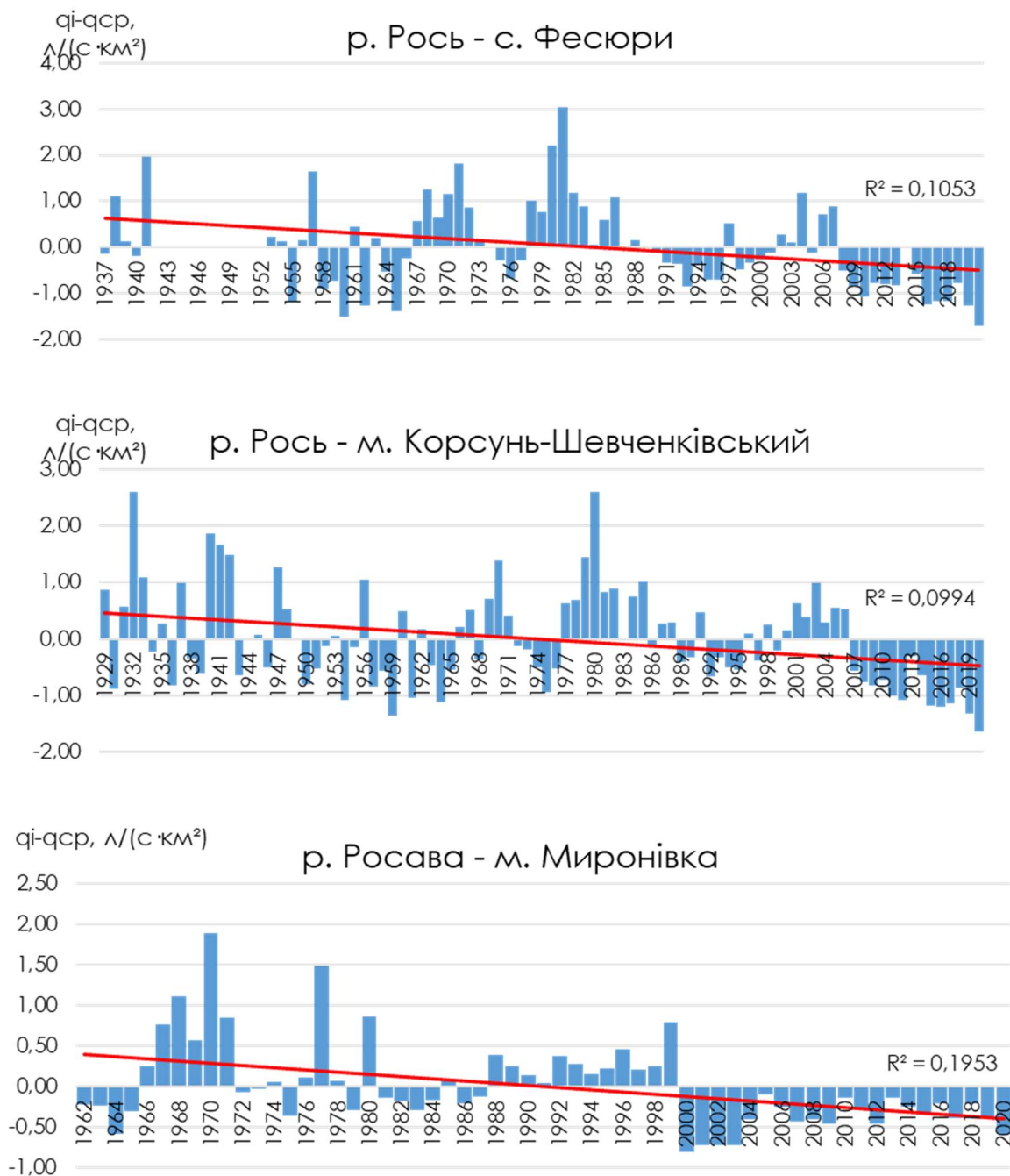


Рисунок А.1 - Хронологічні графіки відхилень середньорічних модулів стоку від середнього багаторічного модуля стоку

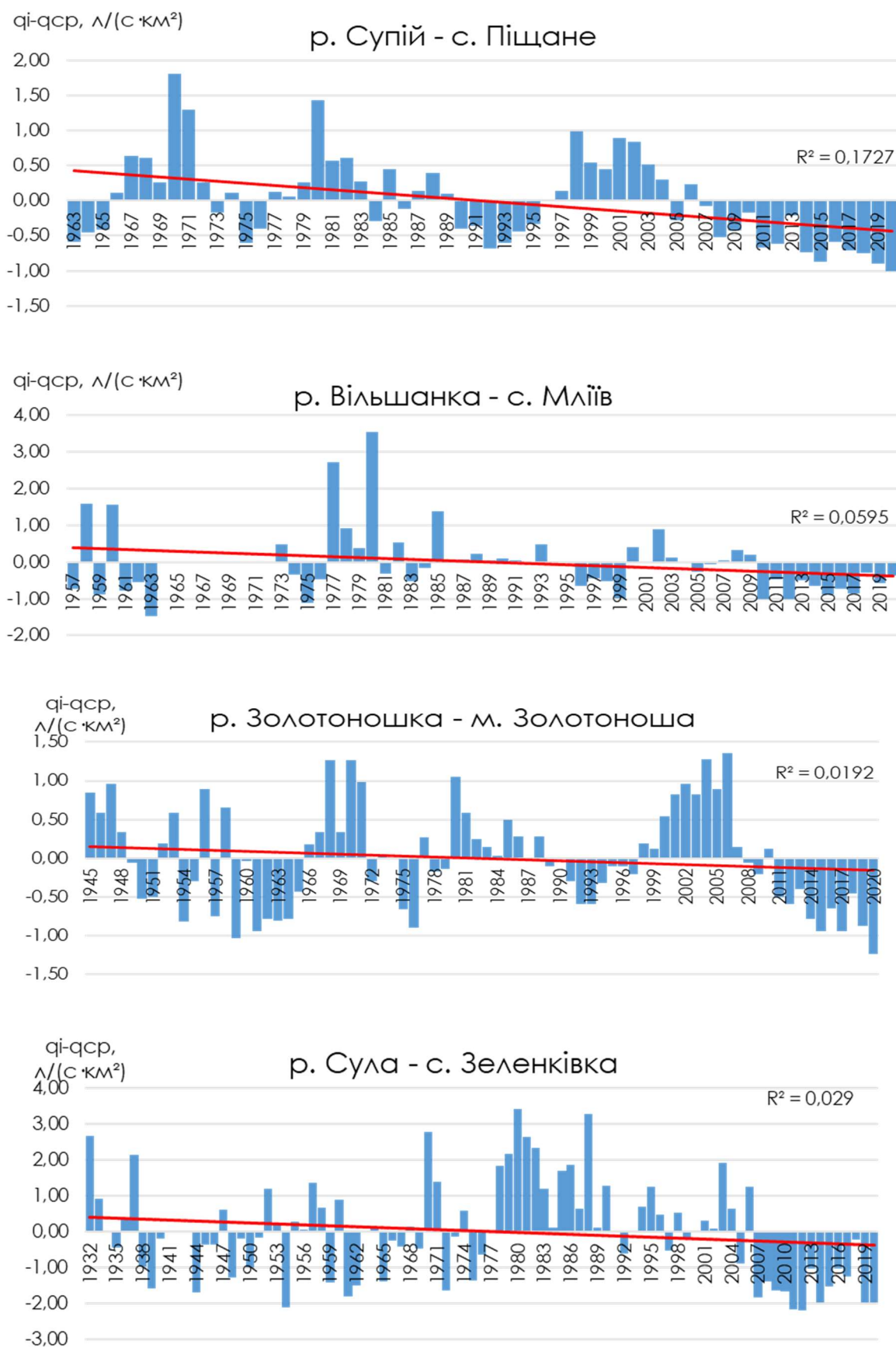


Рисунок А.2 - Хронологічні графіки відхилень середньорічних модулів стоку від середнього багаторічного модуля стоку

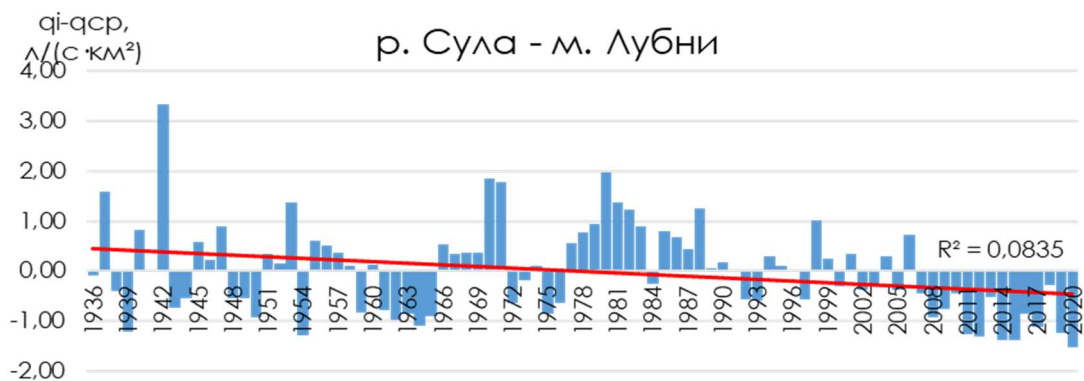


Рисунок А.3 - Хронологічні графіки відхилень середньорічних модулів стоку від середнього багаторічного модуля стоку

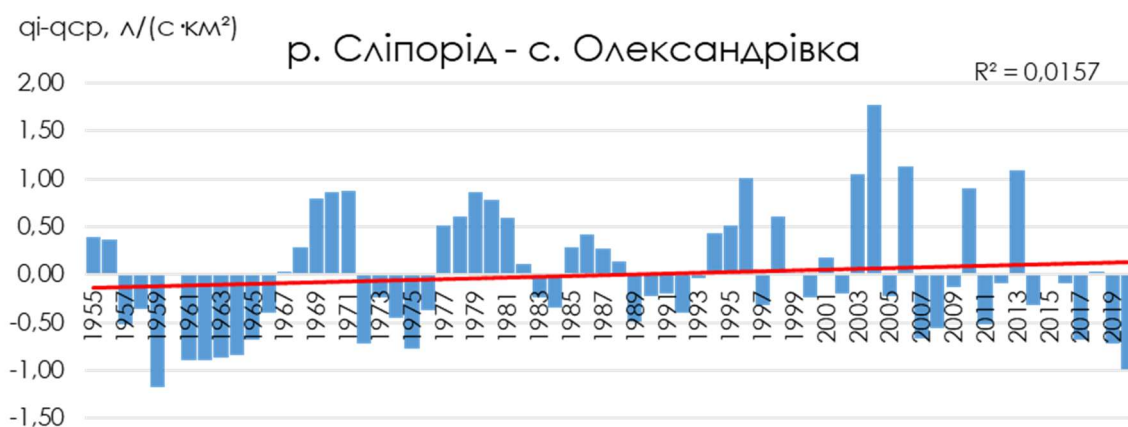


Рисунок А.4 - Хронологічні графіки відхилень середньорічних модулів стоку від середнього багаторічного модуля стоку



Рисунок А.5 - Хронологічні графіки відхилень середньорічних модулів стоку від середнього багаторічного модуля стоку

Додаток Б

Розподіл об'єму стоку у % по місяцях в середньому за багаторічний період для річок, що впадають у Кременчуцьке водосховище, та їх приток

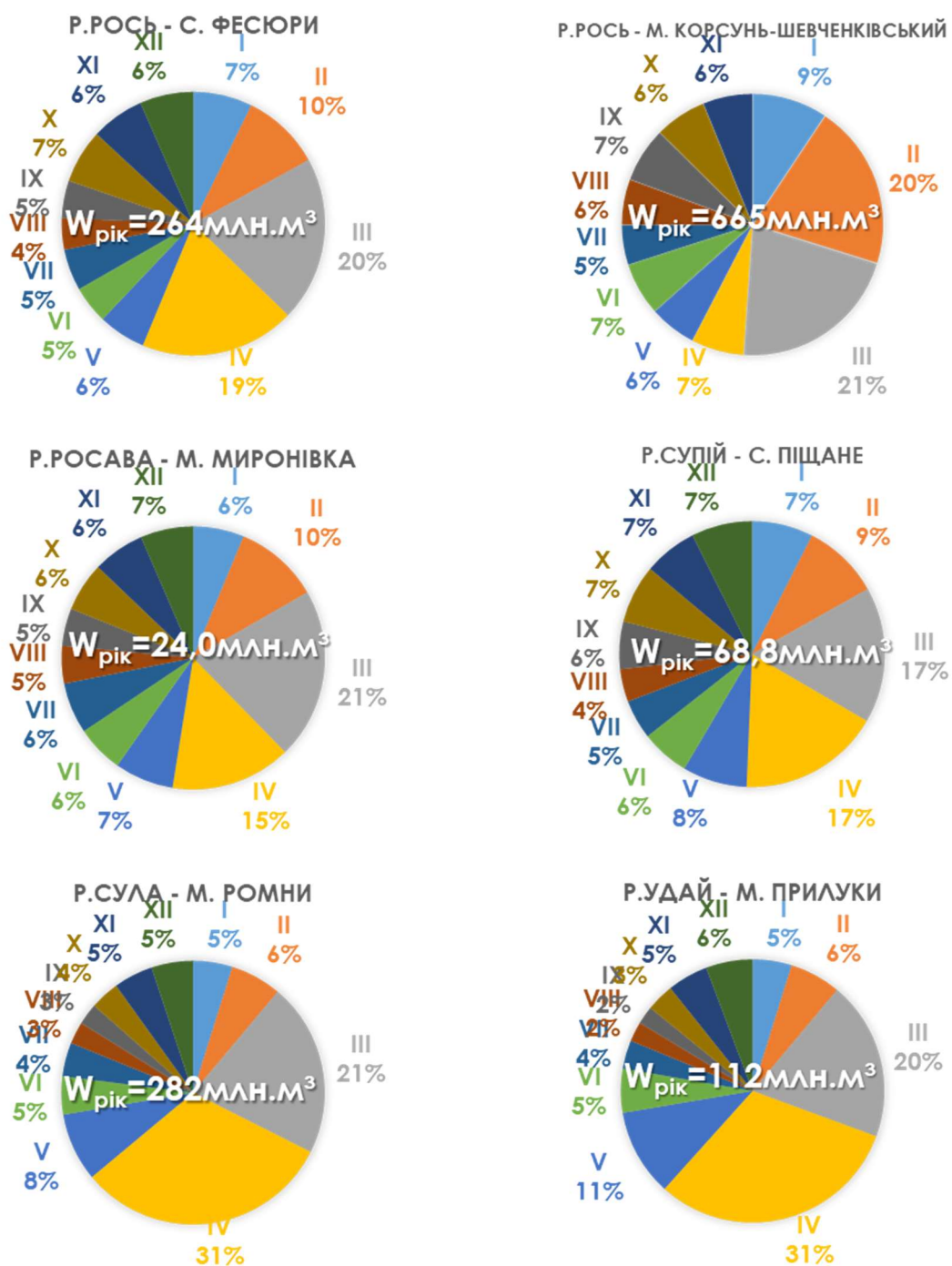


Рисунок Б.1 – Розподіл стоку у % по місяцях в середньому за багаторічний період

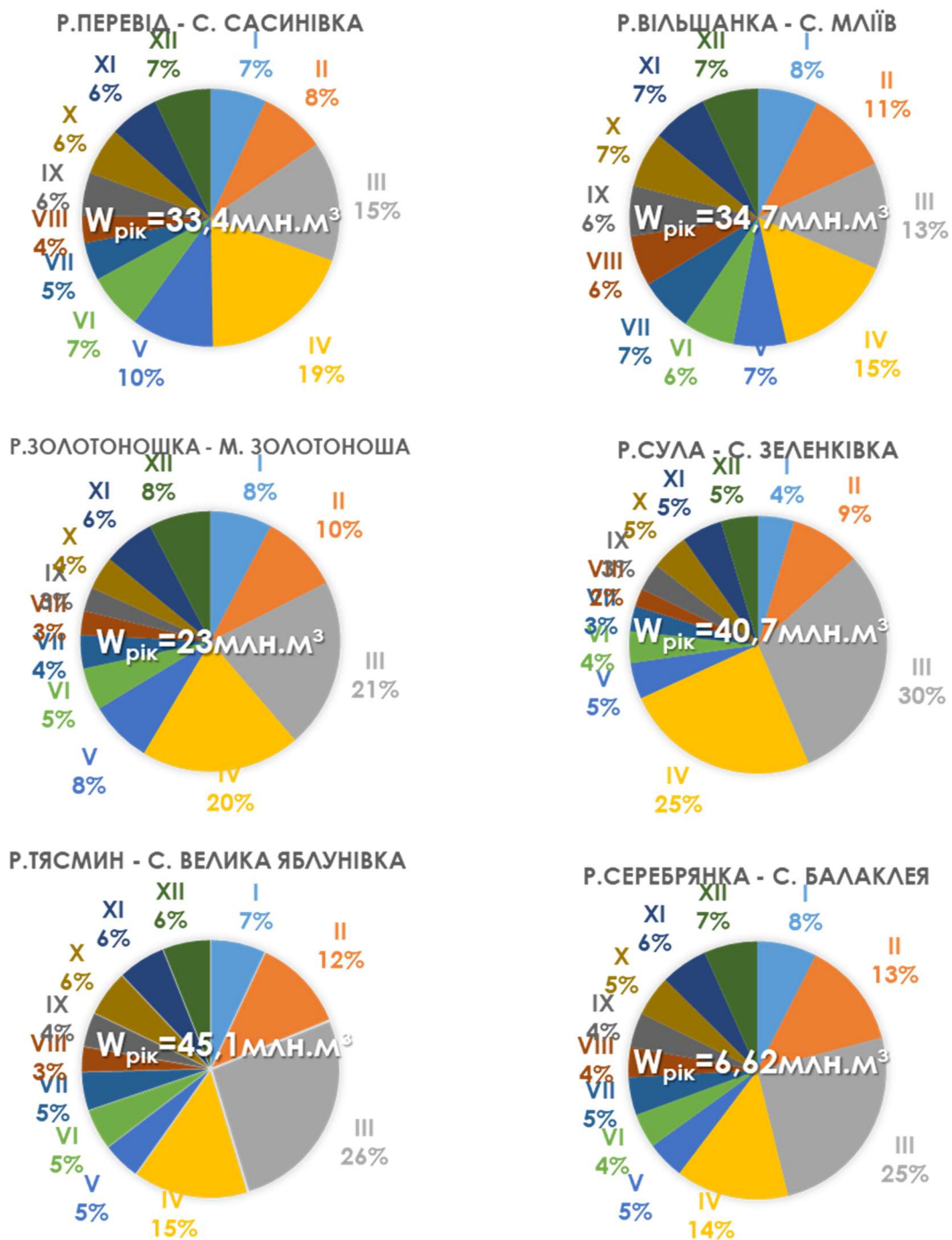


Рисунок Б.2 – Розподіл стоку у % по місяцях в середньому за багаторічний період

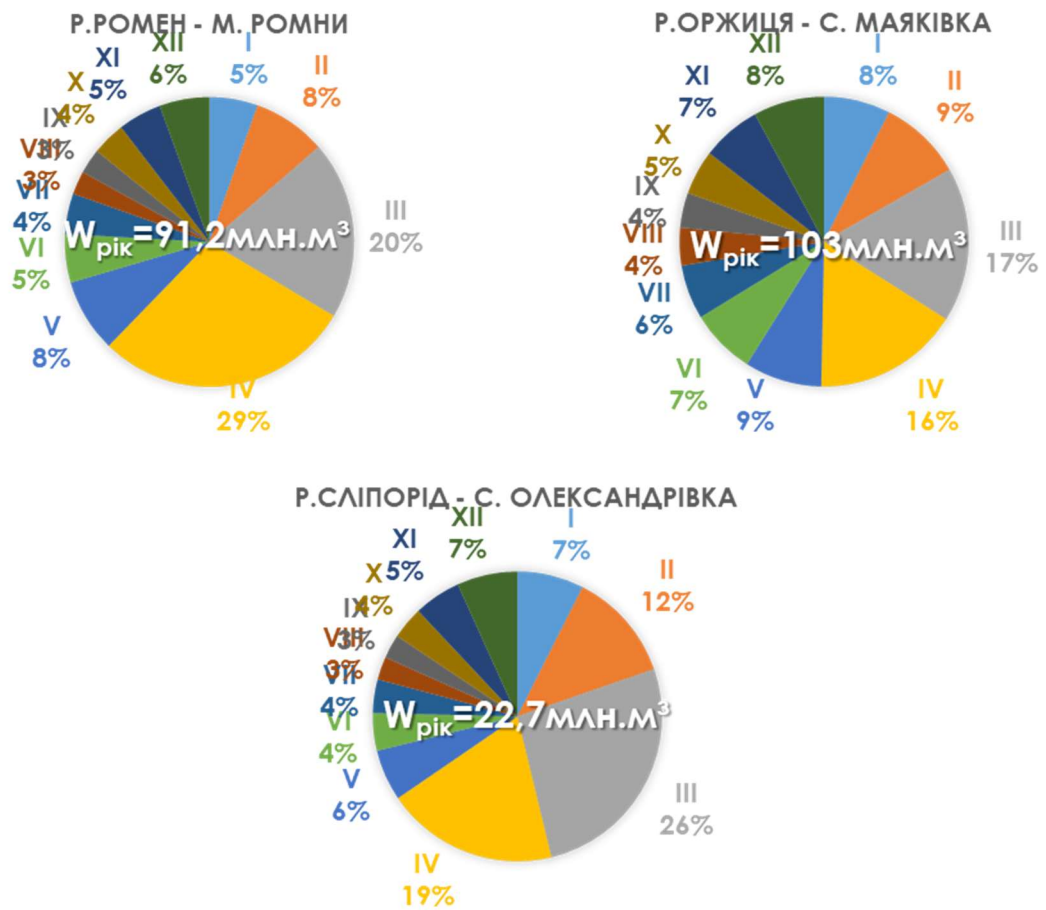


Рисунок Б.3 – Розподіл стоку у % по місяцях в середньому за багаторічний період