

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра гідрології суші

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: Річний стік та його характеристики в басейні р. Південний Буг

Виконала студентка групи ГО-41
спеціальності 103 Науки про Землю
Джураєва Гульсевар

Керівник канд. геогр. наук, доц.
Бурлуцька Марія Едуардівна

Консультант _____

Рецензент канд. геогр. наук, доц.
Романчук Марина Євгенівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Гідрометеорологічний інститут
Кафедра Гідрології суші
Рівень вищої освіти бакалавр
Спеціальність 103 «Науки про Землю»
(шифр і назва)
Освітня програма Гідрометеорологія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри гідрології суші

Шакірманова Ж.Р.

“ 05 ” травня 2021 року

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

студенту(ці) Джураєвій Гульсевар
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Річний стік та його характеристики в басейні р. Південний Буг

керівник роботи Бурлуцька Марія Едуардівна, канд. геогр. наук., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ОДЕКУ від “18” грудня 2020 року №254 «С»

2. Строк подання студентом роботи 31.05.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи середньорічні модулі стоку басейну, отримані з ОГХ, фізико-географічна характеристика району, рельєф, кліматична характеристика, отримані з ресурсів поверхневих вод СССР.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) По отриманим даним спостережень за річним стоком території басейну р.Південний Буг виконати статистичну обробку часових рядів, перевірити їх на однорідність, по неоднорідним постам побудувти хронологічні графіки та визначити часові тренди. Проаналізувати циклічність неоднорідних стокових рядів. Визначити норму і мінливість річного стоку, Узагальнити ці характеристики

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

Карта фізико-географічного положення басейну р.Південний Буг

Картосхема розташування гідрологічних постів, хронологічні графіки визначення тренду, графіки різницеових інтегральних кривих, залежності середньорічних модулів стоку від широтного положення та лісистості досліджуваного району. Карти ізоліній розподілу по території норми річного стоку та коефіцієнтів варіації

Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 05.05.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Збір вихідних матеріалів.	05.05.- 07.05.2021	60	задов.
2	Статистичну обробку часових рядів річного соку басейну р.Південний Буг та аналіз	07.05- 09.05.2021	70	задов.
3	Перевірка на однорідність і визначення часових трендів	09.05- 11.05.2021	60	задов.
	Рубіжна атестація	11.05- 15.05.2021	70	ат.
4	Визначення циклічності часових рядів річного стоку досліджуваного району	11.05- 14.05.2021	60	задов.
5	Просторове узагальнення по території характеристик річного стоку Перевірочні розрахунки та виводи	14.05.- 27.05.2021	70	задов.
6	Перевірочні розрахунки та висновки	27.05- 01.06.2021	65	задов.
	Перевірка роботи на плагіат	01.06- 02.06.2021		
	Підготовка доповіді, презентації	01.06- 14.06.2021		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		64	задов.

Студент

(підпис)

Джурасва Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Бурлуцька М.Е.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Стисла фізико-географічна характеристика басейну річки Південний Буг	7
1.1 Геологічна будова і рельєф	8
1.2 Ґрунти і рослинність	8
1.3 Кліматична характеристика річкового басейну.....	10
1.4 Гідрологічна вивченість і особливості режиму стоку річок.....	14
1.5 Водний режим річки Південний Буг	18
2 Існуючі методи гідрологічних розрахунків річного стоку.....	20
2.1 Розрахунок статистичних параметрів річного стоку при наявності тривалих рядів спостережень	20
2.2 Вибір розрахункового періоду для визначення норми річного стоку. Методи згладжування хронологічних рядів	23
2.3 Метод різницевих інтегральних кривих	24
3 Статистичні методи дослідження стоку в басейні річки Південний Буг	26
3.1 Метод моментів	26
3.2 Метод найбільшої правдоподібності	29
3.3 Точність обчислення параметрів статистичного розподілу	30
3.4 Статистична обробка рядів середньорічних модулів стоку в басейні річки Південний Буг	32
3.5 Дослідження статичної однорідності часових рядів середньорічних норм стоку	35
4 Обґрунтування методики розрахунку річного стоку в басейні р. Південний Буг	40
4.1 Просторове узагальнення характеристик норми річного стоку в басейні р.Південний Буг	40
4.2 Перевірочні розрахунки	47

Висновки.....	50
Перелік посилань.....	52
Додаток А.....	54
Додаток Б	58

ВСТУП

Річковий стік розглядає процеси, які відбуваються в басейні річки та визначають її водність. Значну роль вчення про стік має в умовах території України, багатою річками, безпосередні вимірювання на яких гідрометричними методами неможливі. Тому важливе значення набуває вивчення законів формування та розподілу стоку під час і простір на основі узагальнення спостережень порівняно невеликого числа опорних гідрометричних пунктів.

Важливе значення при розрахунках річного стоку мають такі характеристики, як норма стоку та мінливість.

Характеристикою стоку будь-якої річки є його середнє значення за багаторічний період – норма річного стоку. Норма річного стоку має важливе значення при розрахунках стоку та водогосподарському проектуванні. Допустима похибка обчислення норми річного стоку, враховуючи точність вихідної інформації, знаходиться у межах 5- 10% .

У багаторічному розподіленні річний стік коливається в широких межах. Головною причиною коливань величин річного стоку є мінливість з року в рік кліматичних чинників, які пов'язані з особливостями циркуляції атмосфери. Мірою оцінки коливань річного стоку відносно його норми є коефіцієнт варіації.

Мета бакалаврської кваліфікаційної роботи визначення і узагальнення характеристик річного стоку в басейні р. Південний Буг. У роботі використані данні спостережень по 24 гідрологічним постам. Робота складається з 4 глав.

Перша - описує географічне положення досліджуваного району, геологічну будову, клімат, температурний режим та гідрологічну вивченість. Друга глава описує існуючим методам розрахунку річного стоку.

У третій проводилась статистична обробка часових рядів середньо річних модулів стоку за даними фондових матеріалів навчальної лабораторії гідрологічної інформації та розрахунків Одеського державного екологічного університету. Четверта глава присвячена узагальненню характеристик річного стоку на річках басейна Південного Буга.

1. СТИСЛА ФІЗИКО – ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ

Територія описуваного району басейну річки Південний Буг розташована в лісостеповій і степовій зонах. На півночі і сході межа району проходить по вододілу Дніпра (рисунок 1.1) [1]. В межах досліджуваної території розташовані значні частини Хмельницької, Вінницької, Черкаської, Кіровоградської, Одеської і Миколаївської областей

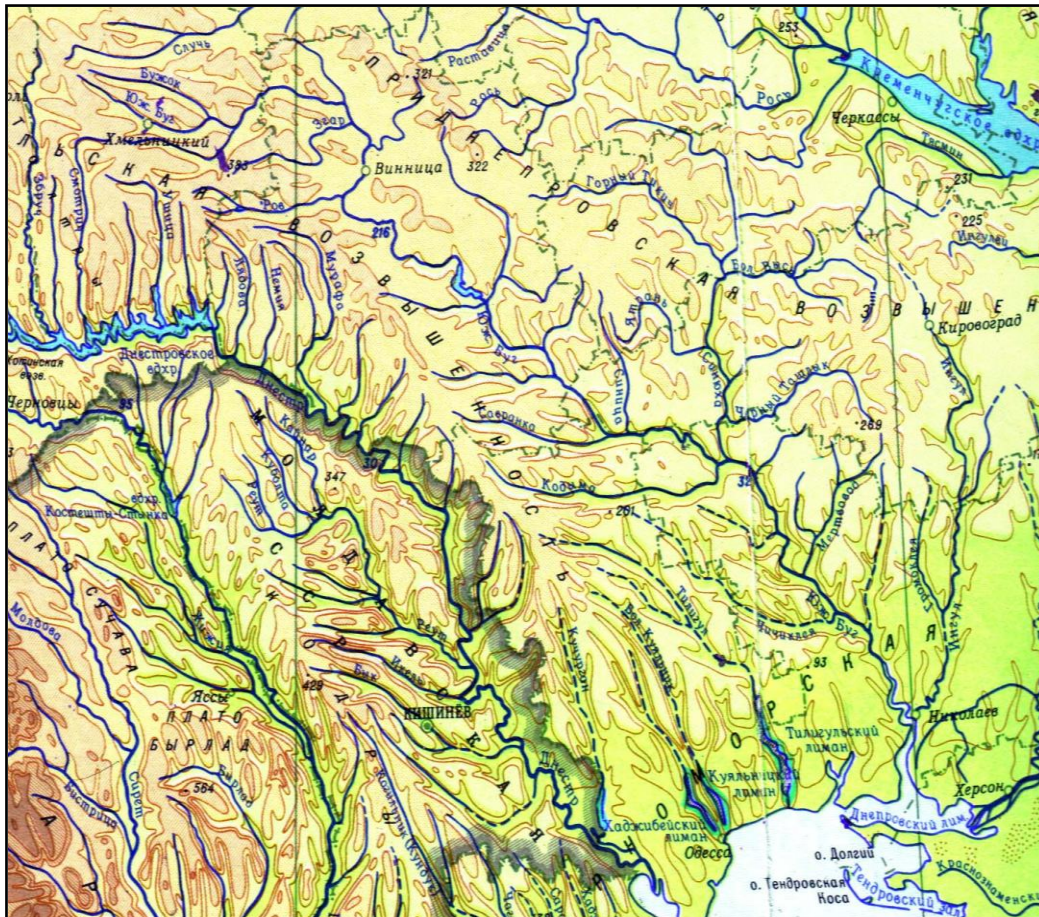


Рисунок 1.1 – Карта фізико-географічного положення басейну
р.Південний Буг

1.1 Геологічна будова і рельєф

Річка Південний Буг належить до великих річок басейну Чорного моря, бере початок в піднесеній частині вільного Подільського плато в 2 км на північний захід від с. Холодець Волочиського району Хмельницької області. Впадає в лиман Дніпро - Бугський, утворюючи нижче гирло р. Інгул (м. Миколаїв). Бугський лиман довжиною 47 км, шириною 2,7 – 8 км.

У басейні Південного Бугу в межах Українського Кристалічного щита значно поширені відкладення полтавської свити – піски з лінзами і прослоями глин, що залягають на глауконітових пісках Харківського ярусу або більш старих відкладеннях [2].

У Причорномор'ї в гирлі Південного Бугу відомі вапняки, що залягають значно нижче за базис ерозії. Контур розподілу меотичних піщано-глинистих відкладень ще більше зміщується на південь. З північного кордону вони представлені піщано-глинистими відкладеннями, південніше – переважно глинистими.

1.2 Ґрунти і рослинність

Ґрунт. До ґрунтоутворюючих порід зони Лісостепу в межах даного басейну відносяться четвертинні відкладення і продукти вивітрювання крейдяних мергелів, що виходять на поверхню, третинних вапняків, піщаників, піски і щільні глини, а також продукти вивітрювання магматичних порід в межах поширення Українського кристалічного щита.

З четвертинних відкладень найбільш поширені леси, лесовидні породи різного генезису, механічного складу і різної міри карбонатності. Леси залягають двома-трьома ярусами на лесових рівнинах. По механічному складу вони бувають пиловато - легкосуглинисті [3].

З четвертинних відкладень як ґрунтоутворюючі породи поширені також делювіальні і алювіальні відкладення.

Делювіальні відкладення розвинені по долинах балок і річкових долинах. Алювіальні відкладення поширені в заплавах терасах, де вони часто мають легкий (піщаний, супіщаний) механічний склад, особливо на Українському Кристалічному щиті.

У долинах Південного Бугу ґрунти формуються на сучасних і старих алювіальних відкладеннях механічного складу.

Серед старих відкладень переважають піски і сучасний алювій переважно суглинний. У заплавах Південного Бугу значне поширення мають піщані і супіщані алювіальні відкладення. Пануючими ґрунтами в південних районах басейну річки (лісостепова зона) є чорноземи [3].

Карбонатність ґрунтоутворюючих порід в умовах непромивного водного режиму зумовили високу насиченість чорноземів кальцієм.

Рослинність. В межах лісостепової зони знаходиться велика частина басейну Південного Бугу. По географічному районуванню ця територія включає наступні округи: Дністровсько - Бугський з дубовими лісами і луговими степами, правобережно-південно-західний з дубовими і грабово-дубовими лісами, лугові степи. Центральнo-подільський з грабово-дубовими, степові ділянки майже не збереглися Правобережно-центральної (з дубовими і грабовими лісами і луговими степами). Правобережно-північно-західний (з грабово-дубовими і дубовими лісами, лугами і луговими степами).

Територія характеризується сильною рослинністю, поширенням крутосклоних поверхонь, переважанням великих площ зернових культур, стрімким таненням снігів і частковими льодовиками. Близько 60-70% всіх округів зачеплено процесами змивання. Природна рослинність займає лише 12% всій площі. 11% доводиться на ліси, близько 1% на луги і 0,5% на болота. Степи збереглися лише на дуже незначних, непридатних ділянках ґрунту [3].

Грабово-дубові ліси поширені переважно в північних округах і складають близько 30% всіх лісів. Займають вони вододіли і пологі схили з ясно сірими ґрунтами.

Дубові ліси з округу Дністровсько - Бугського складають близько 15% всіх лісів. Приурочені ці ліси до південних схилів і вододілів.

Луги на даній території збереглися лише в заплавах Південного Бугу, де вони займають близько 30% площі. Представлені вони в основному болотистими луками. Справжні луги складають близько 60% всіх лугових масивів. Найбільші їх площі зосереджені в заплавах середнього перебігу річки. Болотисті луги складають близько 30% всіх лугових масивів. Вони характерніші для заплави верхньої течії річки [1].

1.3 Кліматична характеристика річкового басейну

Територія описуваного району представляє дуже складну в кліматичному відношенні місцевість. У формуванні клімату велику роль грають Карпати, що займають південно-західну частину України. Висота над рівнем моря, велика пересіченість місцевості, напрям і експозиція схилів - все це сприяє своєрідному розподілу метеорологічних елементів у горах. [4].

У холодний період посилюється роль циркуляційного чинника. У вересні - жовтні починає виявлятися дії відрогів підвищеного тиску, орієнтованих зі сходу. Тут вони обумовлюють похмуру погоду біля 0°C, опадами, що мжичать туманами і ожеледдю. Циклони, що переміщуються з Середземного і Чорного морів взимку, викликають інтенсивні снігопади і завірюхи на навітряних південно-західних і західних схилах Карпат. Північно-західні і західні циклони та улоговини проходять по північним ділянкам території, обумовлюючи інтенсивні снігопади, завірюхи і сильний поривчастий вітер.

Перехід до теплого сезону характеризується ослабленням відрогів східних антициклонів, поступовим припиненням арктичних дій і посиленням відрогів

Азовського антициклону. У зв'язку з частою зміною повітряних мас весна тут не стійка - суха тепла погода змінювалася дощовою і прохолодною.

Влітку найбільшого розвитку досягають відроги і ядра Азовського антициклону, з яким зв'язані періоди сухої жаркої погоди. Над рівнинними районами території відбувається при цьому інтенсивна трансформація повітря [5].

Восени здійснюється перехід від літніх процесів до зимових. З другої половини жовтня і в листопаді через Україну часто проходять циклонні утворення північного заходу, заходу і південного заходу, обумовлюючи опади, ожеледь і сильний вітер.

Південні райони омиваються Чорним морем, яке впливає на клімат прибережних районів: влітку температура повітря тут нижче, взимку - вище, ніж в північних районах. [5].

Температура повітря. Середня річна температура на даній території змінюється від 6,7°C на півночі до 8,5°C на півдні. Найхолодніший місяць січень. Його середня температура вагається від 5,6° до -4,8°C. Абсолютні мінімуми доводяться на січень і лютий місяць і досягають на півночі -32°C. Абсолютний максимум температури досягає 39°C. Весна починається з переходом температури повітря через 0°C і руйнування стійкого снігового покриву. Весна настає близько 11.03 на півдні, потім просувається на північ, куди личить близько 16-17.03. Найбільш жарка частина літа з середньою добовою температурою вище 15°C продовжується 3-4 місяці, приблизно з другої декади (на півдні) до останньої декади серпня [6].

Настання осені пов'язане з переходом температури через 10°C. Триває осінь 2-3 місяці. У другій половині осіннього періоду можливі потепління, для пізньої осені характерна похмура погода. Протягом другої половини листопада осінь переважає нестійкою погодою, частими туманами, ожеледями та короткочасними утвореннями снігового покриву. Найбільш холодна частина зими збігається з переходом температури повітря через -5°C, що зазвичай відбувається в першій декаді січня. Зима триває 2-3 місяці. Найбільш низькі температури

спостерігаються дуже рідко, у виключно холодні зими і, як правило, поширюються на велику територію.

Абсолютний мінімум температури повітря більшою мірою, чим середні місячні і навіть середні мінімальні температури, залежить від місцевих умов, особливо від форми рельєфу. У замкнених пониженнях рельєфу абсолютні мінімуми в зимові місяці можуть бути на декілька градусів нижче, ніж на поруч розташованих підвищеннях рельєфу. У теплий період року подібні відмінності зменшуються унаслідок меншої тривалості вихолодження в короткі літні ночі. У горах на розподілі абсолютних мінімумів позначаються інверсії температури.

Абсолютні максимальні температури змінюються від року до року в меншій мірі, чим мінімальні [6].

В період крутого підйому температури (березень – травень) абсолютні її максимуми спостерігаються зазвичай у кінці місяця, а в періоди пониження температури восени – на початку місяця.

Абсолютний максимум в північній частині водозбору спостерігався в серпні - 37°C, в центрі - 38°C, в липні і серпні, а в південній частині - 39°C в червні і в серпні.

Настання першого морозу в ґрунті значно запізнюється, порівняно з повітрям. Восени ж морози в ґрунті припиняються раніше, ніж у повітрі.

Опади. Атмосферні опади відрізняються значною мінливістю по роках. Річні суми опадів вагаються від 570 мм на півдні до 654 мм на півночі. В окремі періоди можуть спостерігатися засухи.

На даній території в перебігу всього року атмосферні опади визначаються головним чином циклонною діяльністю. У літній період істотну роль грають і внутрішньо масові опади, пов'язані з розвитком конвекції. На побережжі Чорного моря випадає найменша кількість опадів.

У Південному степу за рік випадає 400 мм опадів, а на самому побережжі Чорного моря - близько 300 мм.

Південно-західні схили отримують приблизно на 100 мм більше, ніж північно-східні на тих же висотах [4].

З річної кількості опадів на фактичний холодний період доводиться приблизно 20 - 25%, а на теплий 75 - 80% річної суми опадів. У теплий період кількість опадів змінюється від 200 мм на крайньому півдні до 400 - 500 мм на заході, тобто кількість опадів зменшується з північного заходу на південний схід більш ніж у два рази. На західному і частково південному навітряних схилах Волино - Подільської піднесеності опадів випадає помітно більше, ніж в навколишніх районах. На Україні спостерігається континентальний тип річного ходу опадів з максимумом влітку. Місяцями з найменшими сумами опадів є лютий і березень Південного берега. У місяць максимуму опадів їх кількість по території вагається в межах 40-160 мм, у місяць мінімуму переважає кількість опадів 20-100 мм. Середня річна амплітуда опадів (різниця між максимальною і мінімальною середньою місячною сумою) вагається від 20 до 120 мм. Зміна місячних сум опадів по території в холодний період року менше, ніж у теплий.

У рівнинній частині України кількість опадів, що випали за добу, складає 150-175 мм в різних фізико-географічних зонах. На побережжі абсолютні максимуми за добу складають найменші суми в порівнянні з іншими районами України, а саме 110 - 150 мм [4].

Кількість опадів характеризується заввишки шаруючи води (у міліметрах), рясних зростав і туману, снігу, що розтанув, граду, снігової крупи і відсутності стоку, а також просочування і випари.

Розподіл опадів по території залежить не лише від загально циркуляційних чинників, але й від підстильної поверхні. Вплив на розподіл опадів роблять висота місця, форми наявності лісових масивів, водоймищ і річкових долин. Максимум зазвичай доводиться на навітряний схил або вершину піднесеності або гори.

Сніговий покрив. Сніговий покрив в межах описуваної території характеризується значною нестійкістю. Середнє число днів з сніговим покривом складає 82 дні. Середня дата появи стійкого снігового покриву 27.12, руйнування 6.03. У певні зими він практично відсутній. У холодний період року сніговий покрив досягає великої висоти і стійко стримується тривалий час.

Стійким він буває також і на північному сході лісостепу, але в напрямі на південь його висота і тривалість швидко зменшуються. У степу і на крайньому півдні стійким сніговий покрив утворюється не щозими і тримається недовго. Сніговий покрив є чинником, що робить істотний вплив на формування клімату в зимовий сезон, головним чином унаслідок великої відбивної здатності поверхні снігу. Він добре захищає ґрунт від холодів силу малої теплопровідності снігу. Тому глибина промерзання ґрунту під сніговим покривом, якщо зимові морози почалися після його освіти, завжди невелика [5].

Сніговий покрив є важливим джерелом зволоження ґрунту весною. Весняне танення снігу в умовах України викликає водопілля, що грає велику роль в режимі поверхневих вод і в господарському житті. Мінімальні температури повітря в зонах Полісся і лісостепу бувають в окремі роки 34-40°C, а в східній частині степової зони знижуються до 40-42°C [6].

В середньому в степовій зоні руйнування стійкого снігового покриву відбувається в кінці лютого - початку березня, в лісостеповій зоні - в середині березня. Середня тривалість періоду із стійким сніговим покривом в лісостепу складає 80-100 днів, а в степовій зоні 60 - 80 днів. Число снігового покриву змінюється від 115 до 20, убуття величин йде з півночі на південь [5].

1.4 Гідрологічна вивченість і особливості режиму стоку річок

Гідрологічна вивченість. У басейні річки Південний Буг ведуться гідрологічні спостереження на 24 гідрологічних постах. Схема розташування гідрологічних постів наведена на рис.1.2

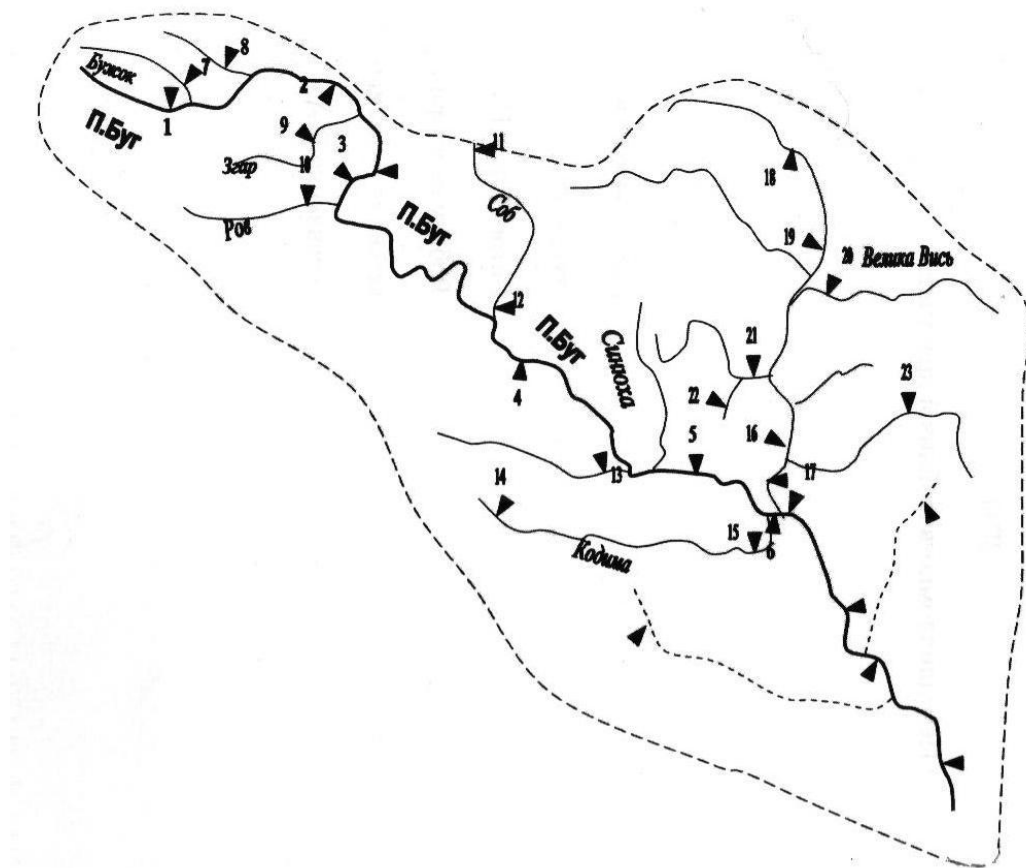


Рисунок 1.2 – Схема гідрологічних постів басейна р. Південний Буг

По території вони розподілені нерівномірно. З них на головній річці розташовано 5 постів, по 2 пости на р.Соб, р.Синюха, р.Гнилий Тікіч, р.Чорний Ташлик, р.Кодима і по 1 посту на річках Іква, Згар, Велика Вись, Рів, Савранка, Велика Вись, Ятрань, Циганка. Розподіл постів за довжиною спостережень наведений у таблиці 1.2. Найбільш тривалий період спостережень з 1916 по 2010 рр. відмічений на р.Рів – с.Демидівка, найбільш короткий (1955 – 1975 рр.) відмічений на р. Гнилий Тікіч – с.Лоташевська [7]. Основні гідрологічні характеристики басейну р. Південний Буг наведені у таблиці 1.1.

Враховуючи вимоги [8] європейських стандартів та ВРДЄС стосовно дослідження річкової мережі, в даному розділі виконана класифікація річок за площею водозборів та визначена їх категорія. Розподіл постів за довжиною спостережень і площею водозборів наведений у таблицях 1.2.,1.3

Ухили річок вагаються в межах від 0,3‰ до 4,4‰. Лісистість водозборів змінюється від 1% до 19% [9].

Таблиця 1.1 – Основні гідрологічні характеристики басейну
р. Південний Буг

№ Поста	Річка – пост	F , км ²	L , км	I , ‰	H , м	f_{ϕ} , %	f_{λ} , %
1	Південний Буг - с.Пирогівці	827	76	0,6	320	3	8
2	Південний Буг - с.Лелітка	4000	152	0,3	320	5	8
3	Південний Буг - м.Сабарів	9010	235	0,3	310	6	11
4	Південний Буг – с.Тростянчик	17400	436	0,3	310	4	11
5	Південний Буг - с.Підгір'я	24600	587	0,4	-	3	14
6	Південний Буг – Первомайська ГЕС	27300		0,4		3	10
7	Бужок - смт Меджибіж	698	72	0,6	320	7	1
8	Іква - смт Стара Синява	439	45	0,7	310	4	5
9	Згар - смт Літин	692	59	0,7	320	11	13
10	Рів – с.Демидівка	1130	97	0,7	310	4	12
11	Соб - с.Зозів	92,5	13	2,9	290	0	3
12	Соб – Дмітренківська ГЕС	2840		0,7	240	<1	10
13	Савранка - с.Осички	1740	91	1,1	200	2	15
14	Кодима - с.Обжила	145	12	4,0	230	2	19
15	Кодима - с.Катеринка	2390	137	0,6	170	<1	11
16	Синюха – с. Червонохуторська	16500		0,6	190	1	5
17	Синюха - с.Синюхин Брід	16700	99	0,6	190	1	5
18	Гнилий Тікіч – смт Лисянка	1450	82	0,7	210	<1	5
19	Гнилий Тікіч – с.Лоташевська	3140		0,6	200	<1	10
20	Велика Вись - с.Ямпіль	2820	156	0,3	180	1	3
21	Ятрань - с.Покотилове	2140	99	1,3	200	<1	7
22	Циганка - с.Червонопілля	248	16	4,4	180	1	12
23	Чорний Ташлик – с.Піщаний Брід	1830	66	1,0	200	<1	2
24	Чорний Ташлик - с.Тарасівка	2230	117	0,8	200	<1	2

Таблиця 1.2 – Розподіл постів за довжиною спостережень в басейні
р. Південний Буг

Кількість років спостережень					
<20	20 – 40	40 – 60	60 – 80	>80	Усього
0	7	6	10	1	24

Таблиця 1.3 – Розподіл постів за площею водозборів в басейні
р. Південний Буг

Площа, км ²				Усього
10-100 малі	100-1000 середні	1000-10000 Великі	>10000 дуже великі	
1	6	12	5	

Характеристика мережі гідрографії. Природні умови, в першу чергу клімат, рельєф, геологічна будова і гідрогеологічні особливості зумовили основні риси мережі гідрографії [10] на території Західної України і Молдавії . До складу району входить ряд різних в орографічному і кліматичному стосунків частин: Східні Карпати, Волино - Подільська, Бесарабська і Придніпровська піднесеності, а також Причорноморська низовина. Добре розвинена річкова мережа на Волино - Подільській піднесеності; густина її відповідно дорівнює 0,7 – 0,8 і 0,3 км/км². Рівнинна – степова частина території, де опадів мало і клімат сухий, значно бідніше річками[9].Густина річкової мережі складає тут всього 0,1 – 0,3км/км², а в низов'ях Дністра (по лівобережжю) і Південного Бугу 0,06 – 0,083км/км²; зустрічаються безстічні простори загальною площею, що перевищує 600 км². Басейн Південного Бугу розташований на Волино-Подільській і Придніпровській височинах; нижня частина басейну знаходиться на Чорноморській низовині. Форма басейну неправильна, грушовидна у верхів'ї різко звужена; у середній і

нижній частині басейн різко асиметричний. Середня висота водозбору у верхів'ях 500 – 320 м, в пониззі 50 - 20 м. Річкова мережа має видний рисунок; середня густина її близько 0,35 км/км², в басейнах деяких річок перевищує 0,6 – 0,7 км/км²[9].

Більше 97% водоймищ є неглибокими озерами, водосховищами і ставками невеликих розмірів з площею повного дзеркала в межах 0,1 – 0,5 км². Заплавні озера в основному малих розмірів, проте, зустрічаються, але великі в десятки і сотні гектарів; одні з них округлі, вальні, інші — вузькі, витягнуті. Залежно від фази водного режиму глибина їх піддається істотним змінам. Найбільш повноводні вони навесні, влітку сильно усихають. Проте в окремих водоймищах навіть влітку зберігаються глибини, що перевищують 10 - 12 м. Дно їх переважно піщане, покрите мулом різної потужності. Фізико - географічні умови не сприяють розвитку боліт в описуваному районі. Болота і заболочені землі розподілені по території вельми нерівномірно і характер їх різний [9].

Торф'яні болота зустрічаються дуже рідко (заплави Південного Бугу, Інгулу); площа їх від 12 га до 612 га (переважають до 100 га). Максимальна потужність торф'яного покладу 1,5 м, середня - менше 1,0 м.

1.5 Водний режим річки Південний Буг

На території України нараховується 63119 річок і струмків загальною довжиною понад 206 тис. км. До великих річок України належить р. Південний Буг [7].

Басейн Південного Бугу розташований на Волино-Подільський і Придніпровській височинах, нижня частина басейну — на Причорноморській низовині. Річкова сітка має деревоподібну структуру, середня густина її — близько 0,33 км/км² [9]. Це єдина велика річка, басейн якої повністю розміщений в межах України [7]. Характерною особливістю басейну, що виділяє його з-поміж інших великих річок, є дуже велика зарегульованість стоку штучними водоймами [10].

Головними притоками Південного Бугу є річки Синюха та Інгул [7].

Загальна характеристика водного режиму і живлення річки. Водний режим визначається кліматичними, гідрогеологічними, орографічними і гідрографічними особливостями території [11]. Досліджуваний район знаходиться в різко змінних кліматичних і орографічних умовах, у зв'язку з чим процеси формування стоку на різних його частинах вельми складні і обумовлюють істотні відмінності у водному режимі. Літня і зимова межінь на цих річках характеризується стійкістю, маловодістю і значною тривалістю; осінні підйоми спостерігаються після обложних дощів. Інколи межінь порушується невеликими дощовими паводками. Річний хід рівня на річках різних гідрологічних районів неоднаковий [11].

Мінералізація вод різко збільшується в межінь у порівнянні з періодом весняного водопілля: склад води з карбонатно-сульфатного змінився на сульфатний, сульфатно - хлоридний і хлоридний.

Жорсткість річкових вод змінюється відповідно загальній мінералізації в різних ландшафтних районах території та в різні сезони року [10].

Вплив кліматичних умов на водний режим річок. Кліматичні умови безпосередньо впливають на повний режим річки Південний Буг. На даній річці спостерігається взаємозв'язок кліматичних умов зі стоком річки. В період від'ємних температур спостерігається інтенсивне щоденне випадіння твердих опадів і що лише один раз уривається рідкими. У період підвищення температури повітря спостерігається середній за густиною льодохід і заторні явища [12]. Танення льоду і снігу призводить до формування короткочасної повені. Подальше формування літньо - осінніх і зимових паводків, проходить за рахунок атмосферних опадів [12]. Поряд з ним на річці спостерігається лише три періоди короткочасної межіні в січні, липні і вересні. Стійкий льодостав починається в січні і закінчується в середині лютого. Стік річки залежить від атмосферних опадів і має паводочний тип [11].

2. ІСНУЮЧІ МЕТОДИ ГІДРОЛОГІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ РІЧНОГО СТОКУ

Стік у широкому розумінні – це головний елемент материкового глобального кругообігу речовини та енергії.

Стік води (водний стік) – це одночасно й процес стікання води в річкових системах і характеристика кількості води, що стікає. Стік води – один із найважливіших фізико-географічних і геологічних факторів, вивчення якого є головним завданням гідрології [13].

До основних характеристик стоку води належать витрата води, об'єм стоку, шар стоку, модуль стоку та коефіцієнт стоку.

Найголовнішою з характеристик стоку води річки і єдиною яка вимірюється, є витрата води .

Однією з головних характеристик водних ресурсів річок є норма стоку. Норма стоку може бути виражена як середньорічна витрата води $\bar{Q}$ м³/с, середній річний об'єм стоку W в м³ або км³, середній річний модуль стоку $\bar{q}$ в л/скм², середній річний шар стоку $\bar{Y}$ в мм, віднесений до площі водозбору F км².

Важливість значення норми річного стоку полягає у тому, що вона є базовою та стійкою характеристикою водних ресурсів даного регіону [14].

Багаторічний ряд спостережень, за яким визначається норма стоку, повинен включати не менше двох повних циклів коливань водності. Цикли водності складаються з двох фаз – багатоводної та маловодної.

2.1 Розрахунок статистичних параметрів річного стоку при наявності тривалих рядів спостережень

Норма річного стоку при тривалому періоді спостережень (N років) визначається як середньоарифметичне значення річних величин стоку

$$\bar{q}_N = \frac{q_1 + q_2 + \dots + q_{n-1} + q_n}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N q_i}{N}, \quad (2.1)$$

де $q_1, q_2, \dots, q_n$ – середньорічні величини стоку;

N – кількість років спостережень.

Внаслідок недостатньої тривалості фактичних рядів спостережень за річним стоком, які частіше за все, не перевищують 60-80 років та складають 20 - 40 років, норма річного стоку [14], розрахована за формулою (2.1), буде відрізнятися від істинного середнього значення $\bar{q}_N$ при $N \rightarrow \infty$ на деяку величину σ_{q_n} , тобто

$$\bar{q}_n = \bar{q}_n \pm \sigma_{q_n}, \quad (2.2)$$

де $\bar{q}_n$ - середня величина річного стоку за обмежений період спостережень (n років);

σ_{q_n} - середня квадратична похибка n -річної середньої.

Для оцінки точності визначення норми стоку річок використовують відносне значення середньої квадратичної похибки [15]. Так, якщо виразити σ_{q_n} у відсотках від $\bar{q}_n$, то отримаємо відносну середню квадратичну похибку норми стоку, яка розрахована за обмеженим рядом спостережень n років:

$$\sigma_n = \pm \frac{\sigma_q}{\bar{q}_n \sqrt{n}} \cdot 100\% = \pm \frac{100 C_v}{\sqrt{n}} \%, \quad (2.3)$$

де $C_v = \frac{\sigma_q}{\bar{q}_n}$ - коефіцієнт варіації річних величин стоку за n років спостережень, прийнятих для визначення норми стоку[15].

Коефіцієнт варіації рекомендується визначати за методом моментів:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - 1)^2}{n - 1}}, \quad (2.4)$$

де $K_i = \frac{q_i}{\bar{q}_n}$ - модульний коефіцієнт.

Стандартна похибка коефіцієнта варіації σ_{C_v} обчислюється за формулою:

$$\sigma_{C_v} = \sqrt{\frac{1 + C_v^2}{2n}} 100\%. \quad (2.5)$$

Випадкові середні квадратичні помилки вибірових середніх визначаються за наближеною залежністю:

$$\sigma_{\bar{q}} = \frac{\sigma_q}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{1 + r_1}{1 - r_1}} \quad (2.6)$$

яка застосовується при коефіцієнтах автокореляції між суміжними членами ряду ($r_1 \leq 0.5$).

При коефіцієнтах автокореляції ($r_1 \geq 0.5$) використовується формула:

$$\sigma_{\bar{q}} = \frac{\sigma_q}{\sqrt{n}} \sqrt{1 + \frac{2}{n} \cdot \frac{r_1}{1-r_1} n \cdot \frac{1-r_1^n}{1-r_1}}, \quad (2.7)$$

де r_1 - коефіцієнт кореляції між суміжними величинами стоку.

У свою чергу r_1 розраховується за формулою:

$$r_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (q_i - \bar{q}_1) \cdot (q_{i+1} - \bar{q}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} (q_i - \bar{q}_1)^2 \cdot \sum_{i=2}^n (q_i - \bar{q}_2)^2}}, \quad (2.8)$$

$$\text{де } \bar{q}_1 = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{q_i}{n-1}; \quad \bar{q}_2 = \sum_{i=2}^n \frac{q_i}{n-1}.$$

Для більшої частини території СНГ норма річного стоку розраховується як його середнє значення за такою тривалістю спостережень, при якій воно є достатньо стійким для практичних розрахунків, тобто з похибкою не більше 5% (для зони достатнього зволоження), або 10% (для зони недостатнього зволоження), та з похибкою коефіцієнта варіації $\sigma_{C_v} \leq 15\%$ [15].

2.2 Вибір розрахункового періоду для визначення норми річного стоку. Методи згладжування хронологічних рядів

Циклічність коливань річного стоку тієї чи іншої річки можна досліджувати за хронологічними графіками.

Однак ці календарні графіки зміни річних величин стоку не завжди дають достатньо повне уявлення про циклічні коливання стоку, внаслідок наявності малих циклів на загальному фоні багаторічних коливань водності річки [14].

Наявність достатньо суттєвих випадкових коливань річного стоку заважає виявленню закономірностей їх часового ходу, які виражені у формі довготривалих циклів зміни річного стоку.

Для виявлення таких циклів застосовуються засоби згладжування або фільтрації.

2.3 Метод різницевих інтегральних кривих

Різницеві інтегральні криві відхилень річних величин стоку від його середнього значення будують у відносних величинах, тобто у модульних коефіцієнтах. Для побудування такої кривої послідовно сумують відхилення модульних коефіцієнтів хронологічного ряду від їх середнього багаторічного значення, який дорівнює одиниці [14].

Поточні ординати різницевої інтегральної кривої на кінець t -го року від початку побудування кривої визначають за рівнянням:

$$\sum_{i=1}^t (K_i - 1) = f(t), \quad (2.9)$$

де K_i - модульний коефіцієнт.

При побудуванні різницевої інтегральної кривої розраховують наростаючу суму відхилень з урахуванням знаку.

Різницева інтегральна крива має ту властивість, що тангенс кута α прямої, яка поєднує дві точки інтегральної кривої із віссю абсцис, характеризує середню величину підінтегральної функції за період m років, тобто:

$$\operatorname{tg} \alpha = (K_i - 1)_{cp} = \frac{l_k - l_n}{m}, \quad (2.10)$$

де l_k, l_n - відповідно кінцева та початкова ординати інтегральної кривої для періоду часу, який розглядається;

m – число років у періоді часу.

Період часу, для якого об'єднуюча пряма лінія інтегральної кривої відхиляється вгору відносно осі абсцис та значення $(K_i - 1)_{cp}$ позитивне, відповідає багатоводній фазі коливань стоку [14].

Період же, для якого об'єднуюча лінія нахилена вниз та $(K_i - 1)_{cp}$ має негативне значення, відповідає маловодній фазі.

3. СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТОКУ В БАСЕЙНІ Р. ПІВДЕННИЙ БУГ

Відповідно рекомендаціям СНіП 2.01.14.83, статистичну обробку рядів середньорічних модулів стоку виконують з використанням методів моментів та найбільшої правдоподібності [16].

3.1 Метод моментів

Для описування властивостей кривих розподілу широко використовуються початкові та центральні статистичні моменти [17].

Початковим моментом s -го порядку α дискретної випадкової величини X є сума

$$\alpha_s = \sum_{i=1}^n x_i^s p_i . \quad (3.1)$$

Для безперервної випадкової величини сума (3.1) виражається через інтеграл, а

$$\alpha_s = \int_{-\infty}^{\infty} x^s f(x) dx . \quad (3.2)$$

Якщо прийняти $s=1$, то (3.1) набуде вигляду

$$\alpha_1 = m_x = \sum_{i=1}^n x_i p_i . \quad (3.3)$$

Центральним моментом дискретних випадкових величин називається математичне очікування

$$\beta_s = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^s p_i}{n}. \quad (3.4)$$

Для емпіричних розподілів замість m_x використовується $\bar{x}$, а

$$\beta_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^s. \quad (3.5)$$

При $s=1$

$$\beta_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{x} = 0, \quad (3.6)$$

тобто перший центральний момент дорівнює нулю.

При $s=2$

$$\beta_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2. \quad (3.7)$$

Другий центральний момент характеризує розсіювання випадкової величини відносно середнього та носить назву дисперсії D_x [17].

Квадратний корінь з дисперсії, співпадаючий за розмірністю з ознакою випадкової величини, називається середнім квадратичним відхиленням або стандартом:

$$\sigma_x = \sqrt{D_x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}. \quad (3.8)$$

За наявності обмежених вибірок, а вони найчастіше в гідрології не виходять за межі 40-50 років другий центральний момент має від'ємний зсув (систематичне заниження) [17]. Для його усунення в (3.8) вводиться поправка, з урахуванням якої отримують більш загальний вираз для σ_x

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}}. \quad (3.9)$$

Для порівняння мінливості різномасштабних випадкових величин приймають безрозмірний параметр, отримавший назву коефіцієнта варіації або мінливості:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - 1)^2}{(n-1)}}. \quad (3.10)$$

При $s=3$

$$\beta_3 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3. \quad (3.11)$$

Третій центральний момент характеризує ступінь несиметричності розподілу випадкової величини відносно математичного очікування. Будучи непарним, третій центральний момент може бути як додатним, так і від'ємним. Якщо $\beta_3=0$, то крива стає симетричною [17].

Нормування дозволяє отримати безрозмірний параметр статистичного розподілу, названий коефіцієнтом асиметрії.

$$C_s = \beta_3 / \sigma_x^3 = \left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \right] / (n \sigma_x^3). \quad (3.12)$$

Винісши за дужки x^3 та поділив на цю величину чисельник і знаменник, отримаємо

$$C_s = \frac{\left[\sum_{i=1}^n (K_i - 1)^3 \right]}{nC_v^3}. \quad (3.13)$$

Як і C_v , параметр C_s є зміщеною оцінкою. У простому випадку від'ємна зміщеність може бути усунена шляхом введення в (3.13) поправки, запропонованої Є.Г. Блохіновим: $\delta_s = n^2 / [(n-1)(n-2)]$. З урахуванням цього

$$C_s = \left[n \sum_{i=1}^n (K_i - 1)^3 / [(n-1)(n-2)C_v^3] \right]. \quad (3.14)$$

При $C_s > 0$ крива розподілу випадкової величини має додатну асиметрію, при $C_s < 0$ - від'ємну, а при $C_s = 0$ розподіл є симетричним [17].

3.2 Метод найбільшої правдоподібності

В гідрологічну практику цей метод введений С.Н. Крицьким та М.Ф. Менкелем. Розрахунок статистичних параметрів методом найбільшої правдоподібності, на відміну від викладеного вище метода моментів, є більш складним. Тому в цілях спрощення розрахункової схеми Є.Г. Блохінов запропонував спочатку обчислювати статистики [15]:

$$\lambda_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad (3.15)$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lg K_i; \quad (3.16)$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_i \lg K_i. \quad (3.17)$$

Як видно із рівняння (3.15), статистика λ повністю співпадає з середнім арифметичним $\bar{x}$ в методі моментів. Коефіцієнти мінливості C_v та асиметрії C_s встановлюються за спеціально складеними для цих цілей номограмами.

Метод найбільшої правдоподібності рекомендується для визначення параметрів, коли використовується крива трипараметричного гама-розподілу, а також заслуговує на перевагу при $C_v > 0.5$. При $C_v < 0.5$ метод найбільшої правдоподібності та моментів приводять практично до однакових результатів[15].

3.3 Точність обчислення параметрів статистичного розподілу

Визначення числових характеристик випадкових величин є найважливішим етапом статистичного аналізу. У гідрології при розрахунках імовірнісних значень статистичних рядів найчастіше спираються на біноміальний і трьохпараметричний гама-розподіл. І той, й інший передбачають наявність трьох статистичних параметрів: середнього значення вибірки, коефіцієнтів варіації і асиметрії. Моменти вищих порядків із-за великих помилок їх обчислення при коротких рядах зазвичай не використовуються [17].

Оскільки матеріали вимірювання стоку завжди обмежені, а, згідно граничних теорем розподілу, для отримання параметрів потрібні нескінченно довгі сукупності, то в практичних розрахунках обчислюються не самі параметри, а їх наближені значення – оцінки. Очевидно, чим більша довжина вибірок, тим

вище ступінь наближення оцінок розподілу до їх шуканих параметрів. З цієї причини вибірковий аналіз обов'язково припускає не тільки обчислення оцінок, але й встановлення точності, з якою вони визначені по наявних рядах. Мірою точності є середня квадратична погрішність [15]. При відсутності внутрішньорядних зв'язків відносна середня квадратична похибка обчислення n -річних середніх стокових рядів (в %) може бути визначена за формулою:

$$\sigma_x = \frac{100C_v}{\sqrt{n}}. \quad (3.18)$$

З формули (3.18) видно, що погрішність прямо пропорційна коефіцієнту варіації C_v і обернено пропорційна числу членів вибірки n . Більшість гідрологічних величин розраховується з точністю $\pm 10\%$, що при коефіцієнтах варіації 0,2 – 1,0 для обчислення середнього $\bar{x}$ потребує мати ряди тривалістю 20 – 30 років [15].

Для статистичних сукупностей з наявністю внутрішньорядних зв'язків:

$$\sigma_x = \frac{100C_v \sqrt{(1+r)(1-r)}}{\sqrt{n}}, \quad (3.19)$$

де r - коефіцієнт кореляції між суміжними членами ряду.

Похибки, обчислені по (3.18), при тих же значеннях C_v і n будуть більшими, ніж по (3.19), так як $(1+r)/(1-r) \geq 1,0$. Пояснюється це тим, що при внутрішньорядній скорельованості у вихідних рядах незалежної інформації зберігається менше.

Стандартні похибки вибірових коефіцієнтів варіації C_v (в %) обчислених методом моментів, знаходяться за формулою:

$$\sigma_{C_v} = \sqrt{(1 + C_v^2)/(2n)} \cdot 100. \quad (3.20)$$

Якщо коефіцієнти варіації встановлюються за допомогою метода найбільшої правдоподібності, то

$$\sigma_{C_v} = \sqrt{3/[2n(3 + C_v^2)]} \cdot 100. \quad (3.21)$$

При здійсненні гідрологічних розрахунків значення коефіцієнтів варіації повинні визначатися з похибкою не більше 15%. Якщо виходити із значень $C_v = 0,2 - 1,0$, то для цього потрібні ряди 25 – 45 років (при використанні метода моментів) або 17 – 22 роки (при використанні метода найбільшої правдоподібності) [17].

3.4 Статистична обробка рядів середньорічних модулів стоку в басейні р. Південний Буг

Статистична обробка часових рядів річного стоку в басейні р.Південний Буг проводилась методам моментів та найбільшої правдоподібності. Обчислювались стандартні параметри ($\bar{q}, C_v, C_s$ і C_s / C_v) за формулами (3.7), (3.10), (3.13). Середньорічні модулі річного стоку знаходяться у межах від 0,75 м³/с*км² (р. Кодима - с.Катеринка) до 5,30 м³/с*км² (р.Південний Буг - с.Пирогівці). Значення коефіцієнтів варіації, які отримані за методом моментів і методом найбільшої правдоподібності майже однакові і змінюються від 0,30 (р. Південний Буг - с.Підгір'я) до 0,59 (р. Чорний Ташлик – с.Піщаний Брід).

Коефіцієнт асиметрії змінюється від 1,70 (р. Ятрань - с.Покотилове,) до – 0,19 (р. Соб - с.Зозів,). Співвідношення C_s / C_v в середньому знаходиться на рівні 2,17, що відповідає рекомендаціям СНіП 2.01.14-83 [16].

Середня квадратична похибка середньорічних модулів стоку в басейні р. Південний Буг обчислювалась за формулою (3.18) і дорівнює $\sigma_{\bar{q}} = 6,0\%$. Результати розрахунків наведені у табл. 3.1 та табл. 3.2.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку статистичних параметрів часових рядів річного стоку в басейні р. Південний Буг

№ пос та	Річка – пост	$F, \text{км}^2$	n , ро ки	$\bar{q},$ $\text{м}^3/\text{с}$ км^2	Метод моментів		Метод найб.правд..	
					C_v	C_s	C_v	C_s / C_v
1	Південний Буг - с.Пирогівці	827	46	5,30	0,35	0,52	0,35	1,8
2	Південний Буг - с.Лелітка	4000	63	3,59	0,34	0,26	0,33	0,9
3	Південний Буг - м.Сабарів	9010	57	3,25	0,39	0,31	0,39	0,9
4	Південний Буг – с.Тростянчик	17400	68	2,70	0,32	0,45	0,32	1,5
5	Південний Буг - с.Підгір'я	24600	66	2,42	0,30	0,39	0,30	1,4
6	Південний Буг – Первомайська ГЕС	27300	39	1,44	0,42	0,52	0,42	1,3
7	Бужок - смт Меджибіж	698	36	3,59	0,44	0,62	0,44	1,5
8	Іква - смт Стара Синява	439	64	4,47	0,32	0,23	0,32	0,8
9	Згар - смт Літин	692	76	3,05	0,41	0,17	0,41	0,5
10	Рів – с.Демидівка	1130	86	3,30	0,41	0,48	0,40	1,2
11	Соб - с.Зозів	92,5	59	2,98	0,33	-0,19	0,33	-0,3
12	Соб – Дмітренківська ГЕС	2840	35	2,08	0,51	3,35	0,51	10,8
13	Савранка - с.Осички	1740	69	1,51	0,35	0,76	0,35	2,3
14	Кодима - с.Обжила	145	43	1,09	0,41	1,69	0,41	5,0
15	Кодима - с.Катеринка	2390	73	0,75	0,57	1,01	0,57	1,9
16	Синюха – с. Червонохуторська	16500	24	1,70	0,41	0,48	0,41	1,3
17	Синюха - с.Синюхин Брід	16700	79	1,59	0,44	1,20	0,43	2,9
18	Гнилий Тікіч – смт Лисянка	1450	54	1,42	0,51	0,72	0,51	1,5
19	Гнилий Тікіч – с.Лоташевська	3140	21	1,75	0,42	0,25	0,42	0,8
20	Велика Вись - с.Ямпіль	2820	80	1,21	0,48	1,30	0,48	2,9
21	Ятрань - с.Покотилове	2140	55	1,85	0,42	1,70	0,42	4,7

Продовження таблиці 3.1

22	Циганка - с.Червонопілля	248	30	1,74	0,33	0,56	0,33	1,9
23	Чорний Ташлик – с.Піщаний Брід	1830	23	1,10	0,59	1,20	0,60	2,5
24	Чорний Ташлик - с.Тарасівка	2230	74	1,40	0,52	1,06	0,52	2,1
Середнє								2,17

Таблиця 3.2 – Розрахунок похибки норми річного стоку та коефіцієнта варіації в басейні р. Південний Буг

№ пос та	Річка – пост	$F, \text{км}^2$	$n, \text{років}$	$\bar{q}, \text{л/с*км}^2$	C_v	$\sigma_{\bar{q}}, \%$	$\sigma_{C_v}, \%$
1	Південний Буг - с.Пирогівці	827	46	5,30	0,35	5,16	11,05
2	Південний Буг - с.Лелітка	4000	63	3,59	0,33	4,16	9,38
3	Південний Буг - м.Сабарів	9010	57	3,25	0,39	5,17	10,05
4	Південний Буг – с.Тростянчик	17400	68	2,70	0,32	3,88	9,00
5	Південний Буг - с.Підгір'я	24600	66	2,42	0,30	3,69	9,09
6	Південний Буг – Первомайська ГЕС	27300	39	1,44	0,42	6,73	12,28
7	Бужок - смт Меджибіж	698	36	3,59	0,44	7,33	12,88
8	Іква - смт Стара Синява	439	64	4,47	0,32	4,00	9,28
9	Згар - смт Літин	692	76	3,05	0,41	4,70	8,77
10	Рів – с.Демидівка	1130	86	3,30	0,40	4,31	8,21
11	Соб - с.Зозів	92,5	59	2,98	0,33	4,30	9,69
12	Соб – Дмітренківська ГЕС	2840	35	2,08	0,51	8,62	13,42
13	Савранка - с.Осички	1740	69	1,51	0,35	4,21	9,02
14	Кодима - с.Обжила	145	43	1,09	0,41	6,25	11,65
15	Кодима - с.Катеринка	2390	73	0,75	0,57	6,67	9,53
16	Синюха – с. Червонохуторська	16500	24	1,70	0,41	8,37	15,60
17	Синюха - с.Синюхин Брід	16700	79	1,59	0,43	4,84	8,66
18	Гнилий Тікіч – смт Лисянка	1450	54	1,42	0,51	6,94	10,80

Продовження таблиці 3.2

19	Гнилий Тікіч – с.Лоташевська	3140	21	1,75	0,42	9,17	16,74
20	Велика Вись - с.Ямпіль	2820	80	1,21	0,48	5,37	8,77
21	Ятрань - с.Покотилове	2140	55	1,85	0,42	5,66	10,34
22	Циганка - с.Червонопілля	248	30	1,74	0,33	6,02	13,59
23	Чорний Ташлик – с.Піщаний Брід	1830	23	1,10	0,60	12,51	17,19
24	Чорний Ташлик - с.Тарасівка	2230	74	1,40	0,52	6,04	9,26
Середнє значення						6,0	11,01

3.5 Дослідження статистичної однорідності часових рядів середньорічних норм стоку

Перевірка часових рядів річного стоку на однорідність в басейні р.Південний Буг була виконана за критеріями Фішера, Стюдента та Вілкоксона[17] . Результати наведені у табл. 3.3. Неоднорідними виявились вісім постів (р.Південний Буг - с.Пирогівці, р. Південний Буг - м.Сабарів, Південний Буг – Первомайська ГЕС, р. Згар - смт Літин, р. Рів – с.Демидівка, р. Кодима - с.Обжила, р.Кодима – с.Катеринка). По цих постах були визначені тренди. Результати складових для визначення тренду представлені у табл. 3.4, а графіки тренду – у додатку А.

З вихідних даних не можна зробити однозначних висновків стосовно причин такої неоднорідності. Відомо, що на р.Південний Буг – Первомайська ГЕС була побудована електростанція, яка могла вплинути на порушення однорідності часового ряду річного стоку. Між іншим, табл.3.4 свідчить про те, що це мало ймовірно, бо z та $z_{кр}$ змінюються майже в одних і тих же межах, що й по річках р.Південний Буг - с.Пирогівці й р. Південний Буг – м.Сабарів. Більш того по р. Південний Буг – Первомайська ГЕС часовий ряд гідрологічних спостережень є самим коротким (39 років).

При розрахунку норми річного стоку можливою вимогою є наявність у розрахункових періодах однакової кількості багатоводних і маловодних суміжних фаз. Тому у першу чергу необхідно керуватись аналізом циклічності[17] .

Таблиця 3.3 – Перевірка часових рядів стоку на однорідність середніх квадратичних відхилень за критеріями Фішера, Ст'юдента і Вілкоксона в басейні р. Південний Буг

№ п/п	Річка – пост	n, років	Рівень значущості	Критерій Фішера		Висновок	Критерій Ст'юдента		Висновок	Критерій Вілкоксона	Загальний висновок
				F	F _{кр}		t	t _{кр}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Південний Буг - с.Пирогівці	46	5%	1,15	2,51	Одн.	2,64	2,02	Неодн.	Неодн.	Неодн.
2	Південний Буг - с.Лелітка	63	5%	1,52	2,13	Одн.	0,90	2,0	Одн.	Одн.	Одн.
3	Південний Буг - м.Сабарів	57	5%	1,16	2,19	Одн.	4,30	2,0	Неодн.	Неодн.	Неодн.
4	Південний Буг – с.Тростяничик	68	5%	1,62	2,10	Одн.	0,01	2,0	Одн.	Одн.	Одн.
5	Південний Буг - с.Підгір'я	66	5%	1,35	2,10	Одн.	1,07	2,0	Одн.	Одн.	Одн.
6	Південний Буг – Первомайська ГЕС	39	5%	3,94	2,86	Неодн.	6,44	2,04	Неодн.	Неодн.	Неодн.
7	Бужок - смт Меджибіж	36	5%	1,60	3,09	Одн.	1,66	2,05	Одн.	Одн.	Одн.
8	Іква - смт Стара Синява	64	5%	1,43	2,12	Одн.	0,77	2,0	Одн.	Одн.	Одн.
9	Згар - смт Літин	76	5%	1,33	2,02	Одн.	2,87	2,0	Неодн.	Неод.	Неодн.
10	Рів – с.Демидівка	86	5%	1,75	1,91	Одн.	6,13	1,99	Неодн.	Неодн.	Неодн.
11	Соб - с.Зозів	59	5%	1,90	2,17	Одн.	0,38	2,0	Одн.	Одн.	Одн.
12	Соб – Дмітренківська ГЕС	35	5%	2,93	3,09	Одн.	0,36	2,05	Одн.	Одн.	Одн.
13	Савранка - с.Осички	69	5%	1,17	2,08	Одн.	1,72	2,0	Одн.	Одн.	Одн.
14	Кодима - с.Обжила	43	5%	1,78	2,62	Одн.	3,29	2,03	Неодн.	Неодн.	Неодн.
15	Кодима - с.Катеринка	73	5%	1,69	2,04	Одн.	3,78	1,99	Неодн.	Неодн.	Неодн.

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	Синюха – с. Червонохуторська	24	5%	3,73	3,80	Одн.	1,77	2,09	Одн.	Одн.	Одн.
17	Синюха - с.Синюхин Брід	79	5%	1,35	1,98	Одн.	0,77	1,99	Одн.	Одн.	Одн.
18	Гнилий Тікіч – смт Лисянка	54	5%	1,39	2,23	Одн.	2,88	2,01	Неодн.	Неодн.	Неодн.
19	Гнилий Тікіч – с.Лоташевська	21	5%	1,78	3,91	Одн.	0,58	2,09	Одн.	Одн.	Одн.
20	Велика Вись - с.Ямпіль	80	5%	1,78	1,98	Одн.	0,74	2,0	Одн.	Одн.	Одн.
21	Ятрань - с.Покотилове	55	5%	2,56	2,21	Неодн.	1,58	2,01	Одн.	Одн.	Одн.
22	Циганка - с.Червонопілля	30	5%	1,18	3,44	Одн.	1,11	2,07	Одн.	Одн.	Одн.
23	Чорний Ташлик – с.Піщаний Брід	23	5%	1,14	3,91	Одн.	0,45	2,09	Одн.	Одн.	Одн.
24	Чорний Ташлик - с.Тарасівка	74	5%	1,92	2,04	Одн.	0,56	2,0	Одн.	Одн.	Одн.

Таблиця 3.4 – Розрахунок складових для визначення тренда в часових рядах стоку

№ п/п	Річка-пост	n лет	F , км ²	S^2	σ_q^2	Z	$Z_{кр}$	Тренд
1	Південний Буг - с.Пирогівці	46	827	1,44	3,57	0,40	0,76	присутній
2	Південний Буг - м.Сабарів	57	9010	0,79	1,63	0,48	0,78	присутній
3	Південний Буг – Первомайська ГЕС	39	27300	0,17	0,38	0,44	0,74	присутній
4	Згар - смт Літин	76	692	0,94	1,55	0,61	0,80	присутній
5	Рів – с.Демидівка	86	1130	0,74	1,81	0,41	0,81	присутній
6	Кодима - с.Обжила	43	145	0,12	0,21	0,55	0,76	присутній
7	Кодима - с.Катеринка	73	2390	0,13	0,19	0,69	0,82	присутній
8	Гнилий Тікіч – смт Лисянка	54	1450	0,34	0,53	0,64	0,78	присутній

В практиці гідрологічних розрахунків для виділення фаз і циклів водності використовуються різницеві інтегральні криві. Їх ординати являють собою послідовне накопичення відхилень величин стоку від середнього значення [14].

На підстав цього були розглянуті різницеві інтегральні криві по найбільш тривалих часових рядах (р.Згар - смт Літин, 76 років; р. Рів – с.Демидівка, 86 років; р. Кодима - с.Катеринка, 73 роки), які наведені в додатку Б. Порівнювальний аналіз усіх цих кривих з тривалими рядами спостережень свідчить про те, що ряди по р.Рів – с.Демидівка, р. Кодима - с.Катеринка, р. Згар - смт Літин майже повною мірою утворюють замкнутий цикл коливання водності. Деякі криві мали розриви, але суттєво на норму річного стоку вони не впливають. Взагалі усі наявні ряди спостережень можуть використовуватись для подальшого розрахунку .

4. ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ РІЧНОГО СТОКУ В БАСЕЙНІ Р. ПІВДЕННИЙ БУГ

Завершальним етапом виконаної роботи є просторове узагальнення характеристик річного стоку досліджуваного району.

За відсутності систематичних вимірювань стоку і відповідно часових рядів норма стоку визначається непрямими методами[14] .

Просторове узагальнення характеристик річного стоку може бути у вигляді карт ізоліній для річок, на яких не велись спостереження за стоком[14] .

Також за відсутністю спостережень норму стоку та коефіцієнт варіації можна визначити на підставі регіональних залежностей від фізико-географічних факторів.

4.1 Просторове узагальнення характеристик річного стоку в басейні р. Південний Буг

На значення норми річного стоку можуть впливати такі фактори, як широта, висота водозборів та місцеві фактори (залісеність, заболоченість) [13] . Внаслідок цього були побудовані залежності середньорічних модулів стоку від широти геометричних центрів водозборів, висоти та залісеності

На рис. 4.1 наведена залежність q_{cp} (л/с·км²) від широти геометричних центрів водозборів. Описати їх можна рівнянням

$$q_{cp} = 1.92(\varphi^\circ - 49) + (q_{cp})_{\varphi=49}; \quad r = 0.83 \quad (4.1)$$

де φ° - широта центру водозбору;

$(q_{cp})_{\varphi=49}$ - середній модуль стоку, приведений до умовної широти $\varphi = 49^\circ$ п.ш.

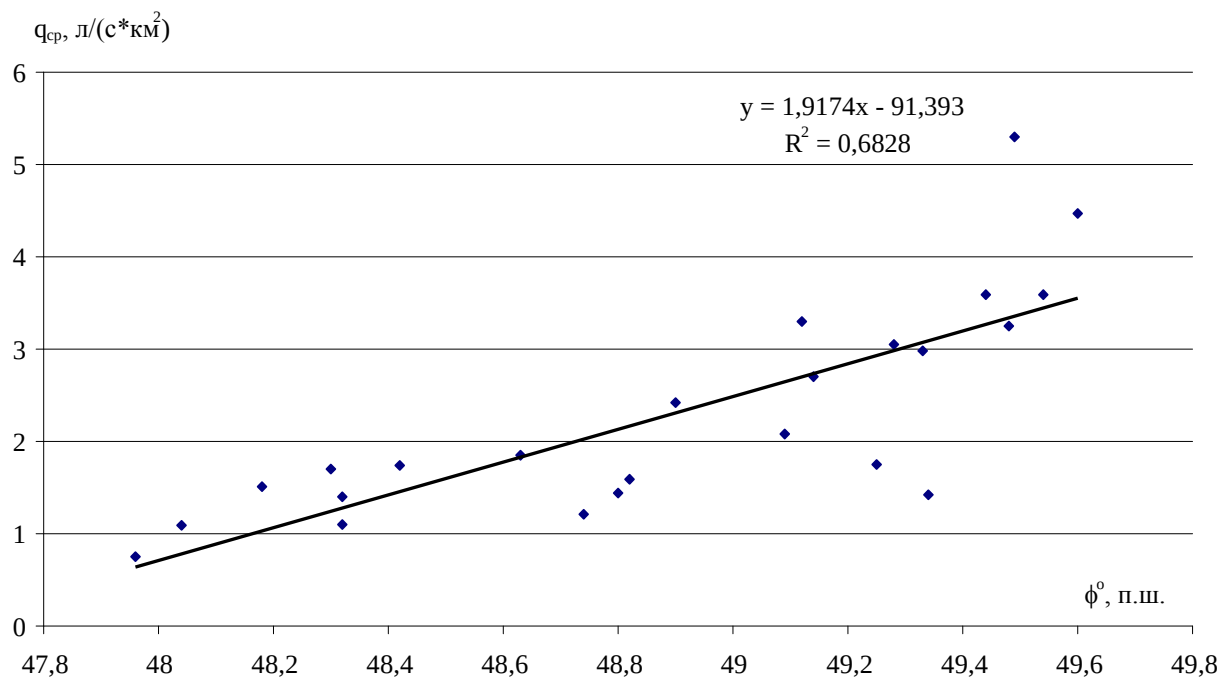


Рисунок 4.1 - Залежність модуля середнього річного стоку, л/(с*км) від широти водозборів в басейні р.Південний Буг

Коефіцієнт кореляції цієї залежності r є суттєво значущим і дорівнює 0,83.

Таким чином, розподіл по території модуля q_{cp} (л/с*км²) в основному зумовлений географічним положенням водозбору. Але з іншого боку на модуль річного стоку можуть також впливати місцеві фактори – залісеність, заболоченість, закарстованість. Ось чому, використовуючи (4.1), були визначені для всіх постів і приведені до умовної широти середні модулі $(q_{cp})_{\phi=49}$ (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 - Вихідні дані для побудови залежності $\bar{q}$ (л/с*км²) від широти геометричних центрів водозборів і залісеності в басейні р.Південний Буг

№ за кар-тою	Річка-пост	$\varphi, ^\circ$ п.ш.	$\bar{q},$ л/с*км ²	$\bar{q}_{cp, \varphi=49}$ л/с*км ²	$lg(f_l + 1)$
1	Південний Буг - с.Пирогівці	49,49	5,30	4,36	0,95
2	Південний Буг - с.Лелітка	49,44	3,59	2,75	0,95
3	Південний Буг - м.Сабарів	49,48	3,25	2,33	1,08
4	Південний Буг – с.Тростянчик	49,14	2,70	2,43	1,08
5	Південний Буг - с.Підгір'я	48,90	2,42	2,61	1,18
6	Південний Буг – Первомайська ГЕС	48,80	1,44	1,82	1,04
7	Бужок - смт Меджибіж	49,54	3,59	2,55	0,30
8	Іква - смт Стара Синява	49,60	4,47	3,32	0,78
9	Згар - смт Літин	49,28	3,05	2,51	1,15
10	Рів – с.Демидівка	49,12	3,30	3,07	1,11
11	Соб - с.Зозів	49,33	2,98	2,35	0,60
12	Соб – Дмітренківська ГЕС	49,09	2,08	1,91	1,04
13	Савранка - с.Осички	48,18	1,51	3,08	1,20
14	Кодима - с.Обжила	48,04	1,09	2,93	1,30
15	Кодима - с.Катеринка	47,96	0,75	2,75	1,08
16	Синюха – с.Червонохуторська	48,30	1,70	3,04	0,78
17	Синюха - с.Синюхин Брід	48,82	1,59	1,94	0,78

Продовження табл. 4.1

18	Гнилий Тікіч – смт Лисянка	49,34	1,42	0,77	0,78
19	Гнилий Тікіч – с.Лоташевська	49,25	1,75	1,27	1,04
20	Велика Вись - с.Ямпіль	48,74	1,21	1,71	0,60
21	Ятрань - с.Покотилове	48,63	1,85	2,56	0,90
22	Циганка - с.Червонопілля	48,42	1,74	2,85	1,11
23	Чорний Ташлик – с.Піщаний Брід	48,32	1,10	2,41	0,48
24	Чорний Ташлик - с.Тарасівка	48,32	1,40	2,71	0,48

На основі табл. 4.1 побудована залежність $(q_{cp})_{\varphi=49}$ від лісистості водозборів $f_{л}(\%)$. Наведена залежність на рис. 4.2.

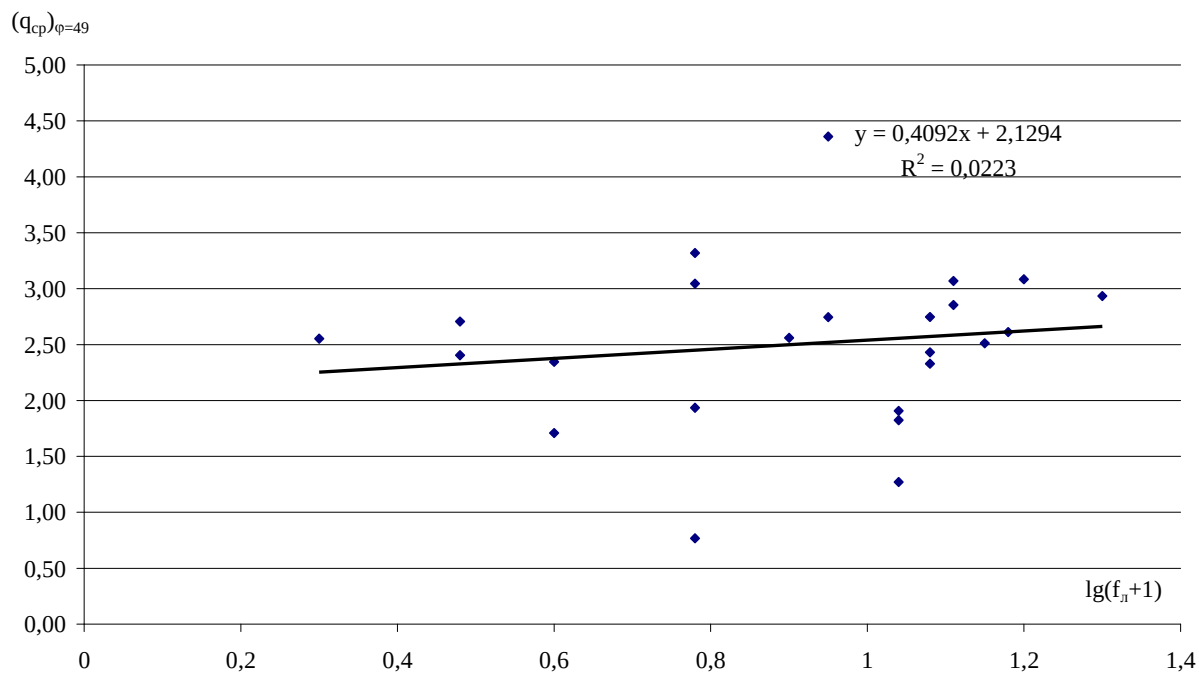


Рисунок 4.2 - Залежність $(q_{cp})_{\varphi=49}$ від залісності водозборів в басейні р.Південний Буг

Коефіцієнт кореляції цієї залежності відноситься до незначущих ($r = 0,15$). А тому залежність можна не враховувати при розрахунку середнього багаторічного модулю стоку річок.

Щодо заболоченості, то її вплив на q_{cp} (л/с·км²) дослідити неможливо, оскільки в басейні р. Південний Буг вона майже відсутня.

На основі викладеного можна зробити висновок, що обчислені по наявних рядах модулі стоку $\bar{q}$ (л/с·км²) можна картувати. Вихідні дані по середньорічних модулях стоку для побудови карти, надаються у табл. 4.1.

При картуванні всі величини q_{cp} (л/с·км²) відносяться до геометричних центрів водозборів (рис. 4.3). З карти видно, що модулі $\bar{q}$ змінюються у напрямку з північного заходу на південний схід від 5,0 л/с·км² до 0,5 л/с·км². Причому через відсутність даних спостережень у пониззі р.Південний Буг ізолінії 0,5 л/с·км² проведені орієнтовно і у подальшому потребують уточнення[18].

Коефіцієнт варіації річного стоку це характеристика багаторічної мінливості ряду стоку. Чим більша величина стоку, тим менша його мінливість. У зоні надлишкового і достатнього зволоження значення коефіцієнтів варіації малі, у зоні недостатнього зволоження вони зростають [14]. Таким чином коефіцієнт варіації підлягає географічній зональності і може представлятись картою ізоліній.

Картування коефіцієнта варіації здійснено по 24 водозборах. По віднесених до геометричних центрів водозборів коефіцієнтів варіації проведені ізолінії. Карта ізоліній C_v представлена на рис. 4.4. Ізолінії по території досліджуваного водозбору проведені через 0,10 і змінюються у напрямку з північного заходу на південний схід від 0,40 до 0,60 [18].

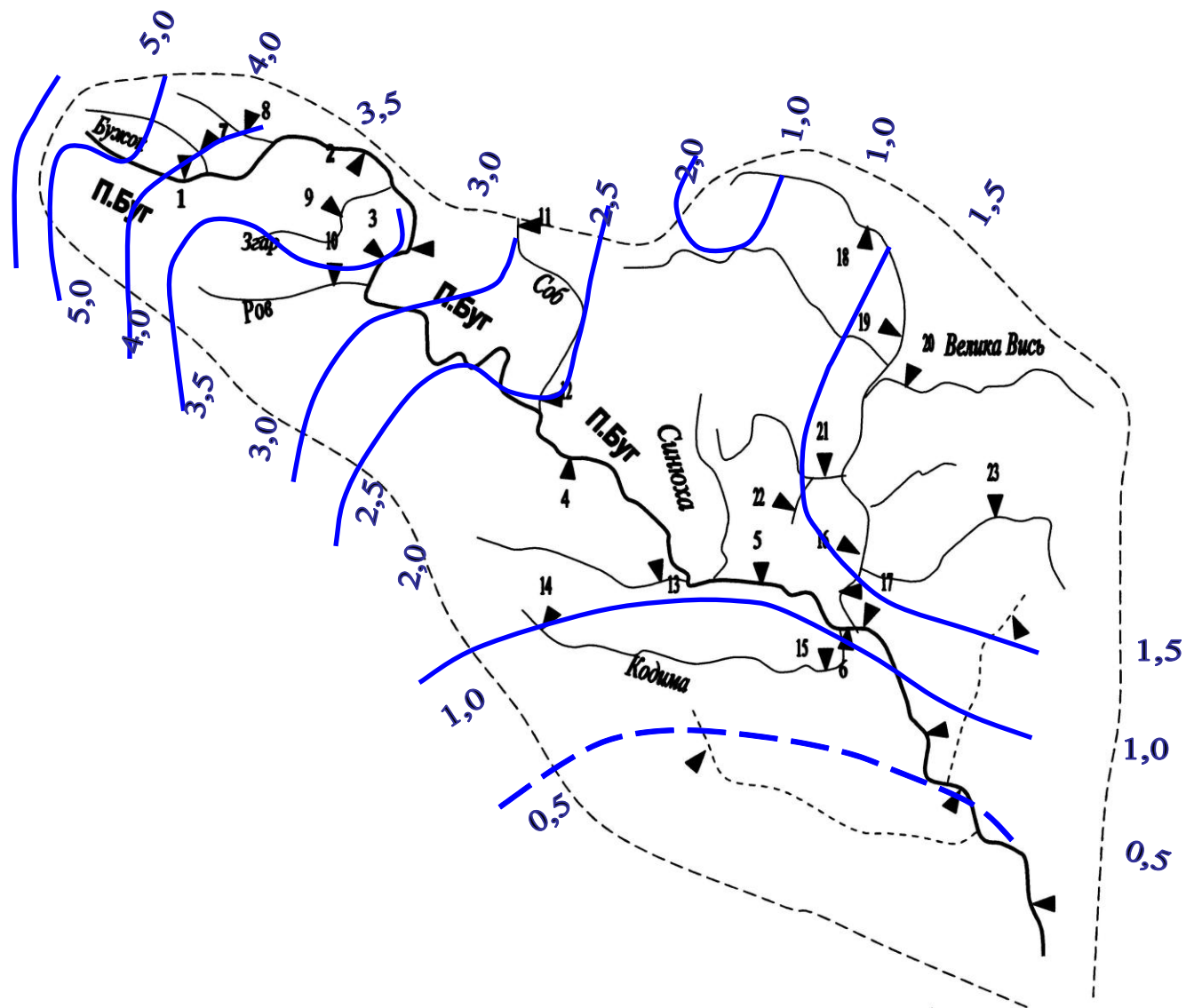


Рисунок 4.3 -Картосхема ізолій річного стоку в басейні р. Південний Буг, $\text{l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$

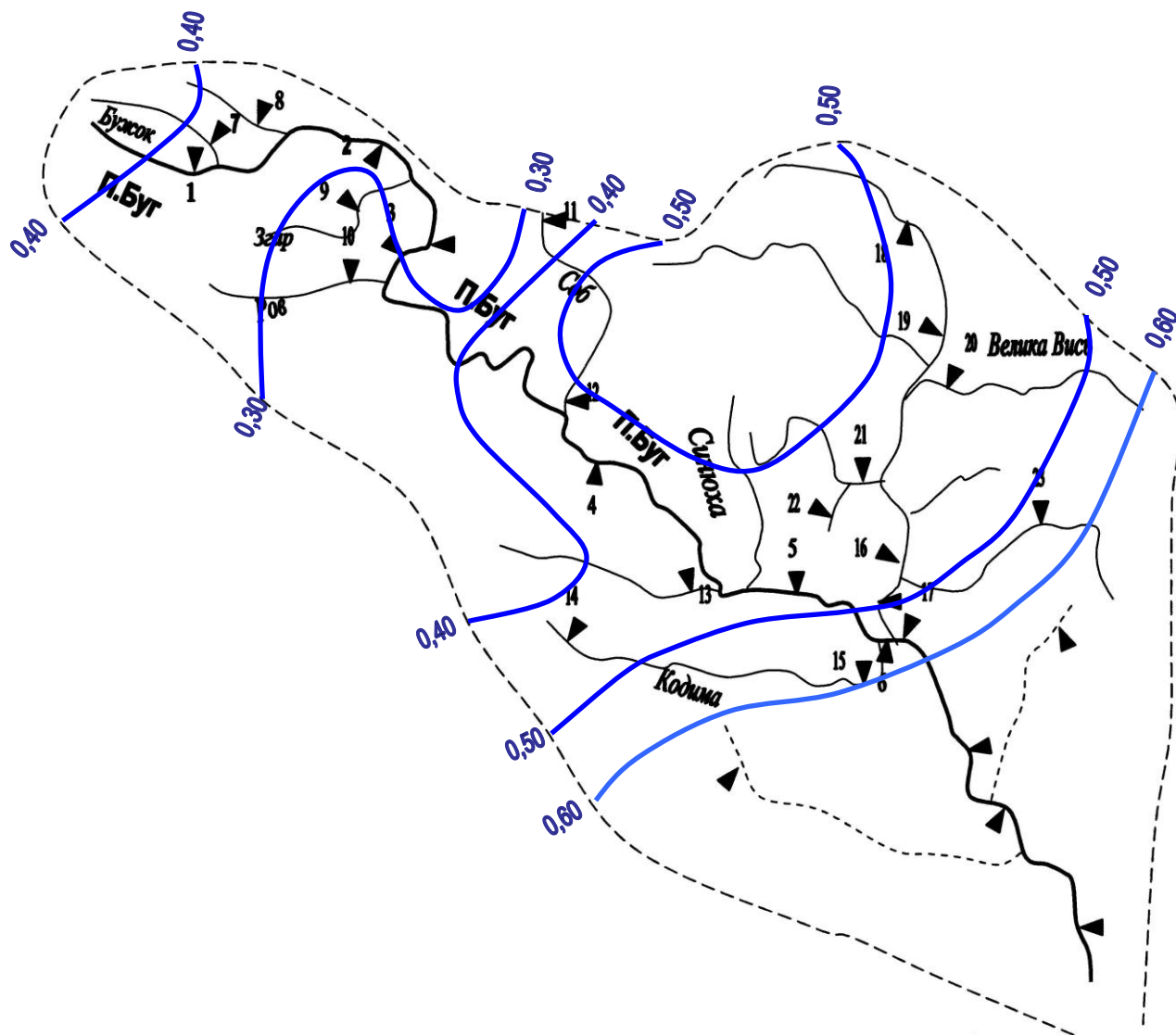


Рисунок 4.4 – Розподіл по території коефіцієнтів варіації річного стоку в басейні р. Південний Буг

4.2 Перевірочні розрахунки

Перевірочні розрахунки норм річного стоку і коефіцієнтів варіації виконувались за формулами [14] :

$$\Delta q = \frac{|q_p - q_\phi|}{q_\phi} \cdot 100\% \quad (4.2)$$

$$\Delta C_v = \frac{|C_{vp} - C_{v\phi}|}{C_{v\phi}} \cdot 100\% \quad (4.3)$$

Результати перевірки наведені у табл. 4.2. Похибки середньорічних модулів стоку змінюються від 0,45 (л/с·км²) до 38,8 (л/с·км²). Точність значень норми річного стоку знятих з карти дорівнює $\Delta \bar{q} = 10,3\%$, що відповідає точності вихідної інформації, яка дорівнює $\sigma_{\bar{q}} = 6,0\%$.

Для коефіцієнту варіації похибки змінюються від 1,67% до 36,4%. Точність вихідної інформації розрахована за формулою (3.20) і дорівнює $\sigma_{C_v} = 11,01\%$. А середнє відхилення дорівнює $\Delta C_v = 12,3\%$, що відповідає точності вихідних даних [18].

Точність знятих з карт значень $\bar{q}$ (л/с·км²) та коефіцієнтів варіації C_v відповідає вимогам СНіП 2.01.14-83 ($\sigma_{\bar{x}} = 5-10\%$; $\sigma_{C_v} = 15\%$)[16] .

Таким чином, запропоновану методику можна рекомендувати для визначення норми річного стоку для річок басейна Південний Буг за відсутністю спостережень.

Таблиця 4.2 – Перевірочні розрахунки характеристик норм річного стоку в басейні р. Південний Буг

№ поста	Річка – пост	$F, \text{ км}^2$	$\bar{q}_p, \text{ л/(с·км}^2\text{)}$	$\bar{q}_\phi, \text{ л/(с·км}^2\text{)}$	$ \Delta\bar{q} , \%$	C_{vp}	$C_{v\phi}$	$ \Delta C_v $
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Південний Буг - с.Пирогівці	827	4,50	5,30	15,1	0,38	0,35	8,57
2	Південний Буг - с.Лелітка	4000	3,70	3,59	3,06	0,35	0,33	6,06
3	Південний Буг - м.Сабарів	9010	3,50	3,25	7,69	0,33	0,39	15,4
4	Південний Буг – с.Тростянчик	17400	2,80	2,70	3,70	0,34	0,32	6,25
5	Південний Буг - с.Підгір'я	24600	2,40	2,42	0,83	0,38	0,30	26,7
6	Південний Буг – Первомайська ГЕС	27300	2,00	1,44	38,9	0,44	0,42	4,76
7	Бужок - смт Меджибіж	698	4,0	3,59	11,4	0,43	0,44	2,27
8	Іква - смт Стара Синява	439	4,45	4,47	0,45	0,38	0,32	18,7
9	Згар - смт Літин	692	3,0	3,05	1,64	0,31	0,41	24,4
10	Рів – с.Демидівка	1130	3,31	3,30	0,30	0,30	0,40	25,0
11	Соб - с.Зозів	92,5	2,80	2,98	6,04	0,35	0,33	6,06
12	Соб – Дмітренківська ГЕС	2840	2,30	2,08	10,6	0,50	0,51	1,96
13	Савранка - с.Осички	1740	1,40	1,51	7,28	0,39	0,35	11,4
14	Кодима - с.Обжила	145	1,03	1,09	5,50	0,42	0,41	2,44
15	Кодима - с.Катеринка	2390	0,8	0,75	6,67	0,52	0,57	8,77
16	Синюха – с. Червонохуторська	16500	1,75	1,70	2,94	0,50	0,41	21,9
17	Синюха - с.Синюхин Брід	16700	1,50	1,59	5,66	0,50	0,43	16,3
18	Гнилий Тікіч – смт Лисянка	1450	1,50	1,42	5,63	0,50	0,51	1,96
19	Гнилий Тікіч – с.Лоташевська	3140	1,50	1,75	14,3	0,50	0,42	19,1
20	Велика Вись - с.Ямпіль	2820	1,50	1,21	23,9	0,50	0,48	4,17
21	Ятрань - с.Покотилове	2140	1,50	1,85	18,9	0,50	0,42	19,1

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
22	Циганка - с.Червонопілля	248	1,50	1,74	13,8	0,45	0,33	36,4
23	Чорний Ташлик – с.Піщаний Бріd	1830	1,50	1,10	36,4	0,59	0,60	1,67
24	Чорний Ташлик - с.Тарасівка	2230	1,50	1,40	7,14	0,55	0,52	5,77
Середнє значення					10,3			12,3

ВИСНОВКИ

На основі виконаних розрахунків можна зробити такі висновки:

1. Базові характеристики отримані по 24 водозборах з площами від 145 км² (р.Кодима - с.Обжила) до 27300 км² (р. Південний Буг – Первомайська ГЕС) тп періодами спостережень від 21 (р. Гнилий Тікіч – с.Лоташевська) до 86 років (р. Рів – с.Демидівка).

2. Статистична обробка головних характеристик річного стоку виконувалась за методом моментів та методом найбільшої правдоподібності. Коефіцієнти варіації C_v за двома методами мають приблизно однакові значення і змінюються від 0,30 до 0,60. Співвідношення C_s / C_v знаходиться на рівні 2,17. Середнє значення похибки вихідної інформації для $\sigma_{\bar{q}}$ % дорівнює 6,0%, а коефіцієнта варіації σ_{C_v} % = 11,01%.

3. Перевірка часових рядів річного стоку на однорідність виконана за критеріями Фішера, Стьюдента і Вілкоксона на 5% рівні значності ($\alpha = 5\%$). Аналіз однорідності показав, що 8 постів є неоднорідні. По цих постах був визначений тренд.

4. По неоднорідним постам були побудовані різницеві інтегральні криві, які свідчать про те що деякі роки у рядах спостережень за стоком в басейні р. Південний Буг є маловодні, а інші багатоводні, що і пояснює неоднорідність і цих рядів.

Порівнювальний аналіз цих кривих (період спостережень постів від 73 років до 86 років) свідчить про те, що ряди майже повною мірою утворюють замкнуті цикли коливань водності. Таким чином, наявні ряди спостережень можуть використовуватись для розрахунку норми річного стоку.

5. Просторове узагальнення норми річного стоку та коефіцієнтів варіації здійснено у вигляді карти ізоліній. Змінюються $\bar{q}$ (л/с*км²) у напрямку з північного заходу на південний схід від 5.0 л/с*км² до 0.5 л/с*км²,

ізолінії проведені через 1.0 л/с*км^2 та у деяких частинах водозбору через 0.5 л/с*км^2 (р.Згар та р.Рів).

Коефіцієнти варіації C_v змінюються по території від 0.40 до 0.60 з північного заходу на південний схід. Ізолінії проведені через 0.10.

6. Перевірочні розрахунки показали, що в басейні р.Південний Буг точність розрахунку норми річного стоку за допомогою карти ізоліній становить $\Delta \bar{q} = 1,03\%$, коефіцієнта варіації $\Delta C_v = 12,3\%$. Що відповідає вимогам нормативного документу СНиП 2.01.14-83 (для $\sigma_{\bar{q}} = 5-10\%$, $\sigma_{C_v} = 10-15\%$) і точності вихідної інформації.

7. Побудовані карти ізоліній головних характеристик річного стоку і можна рекомендувати для використання на річках розглянутої території, за відсутністю систематичних вимірювань стоку.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6 Украина и Молдавия, вып. 1 (Западная Украина и Молдавия), Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 883 с.
2. Новосад Я.О. Геологія та гідрогеологія / Я.О. Новосад. Рівне: Вид-во Рівненського державного технічного університету, 2001. С.180.
3. Почвы Украины и повышение их плодородия. Т.2. К.: Урожай, 1988.С.176
4. В.Н. Бабиченко, М.Б. Барабаш, К.Т. Логвинов и др. Природа Украинской ССР. Климат. К.: Наукова думка, 1984. С.232
5. Липінський В.М, Дячук В.А., Бабіченко В.М./Клімат України. Київ: Видавництво Раєвського. 2003.С. 3543
6. Гончарова Л.Д.,Серга Е.М., Школьний Є.П. /Клімат і загальна циркуляція атмосфери: Навч.посібник. Одеса: ТЕС, 2005.С. 251
7. Швебс Г.І., Ігошин М.І.. Каталог річок і водойм України (навчально-довідковий посібник). Одеса: Астропрінт, 2003. 392 с.
8. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. Київ, 2006. С. 240 .
9. Вишневський В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України, К.: Ника-центр. 2003. 324 с.
10. Хільчевський В.К., Ободовський О.Г., Гребінь В.В. Загальна гідрологія: підручник. К.: КНУ, 2008. С.399 .
- 11.Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). К.: Ніка-Центр, 2010. С.315 .
- 12.Лобода Н.С. Водні ресурси України у зв'язку з кліматичними умовами / Н.С. Лобода, Е.Д. Гопченко // Зб. наук. пр. Укр. географ. тов. Україна: географічні проблеми сталого розвитку. 2004. С. 144-146.
- 13.Соколовский Д.Л. Речной сток. Л.: Гидрометеиздат, 1968. С.320 .

14. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки: підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2014. 484 с.
15. Гопченко Е.Д., Гушля А.В. Гидрология суши с основами водных мелiorаций : Навч. Посібник. Київ: ІСЛЮ, 1994. 296 с.
16. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 447 с.
17. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. Л.: Гидрометеиздат, 1974г. 424 с.
18. Джураєва Г. Методика узагальнення характеристик річного стоку в басейні р.Південний Буг. Матеріали Студентської наукової конференції 19-23 квітня 2021. Одеса: ОДЕКУ. 2021. С.

ДОДАТОК А

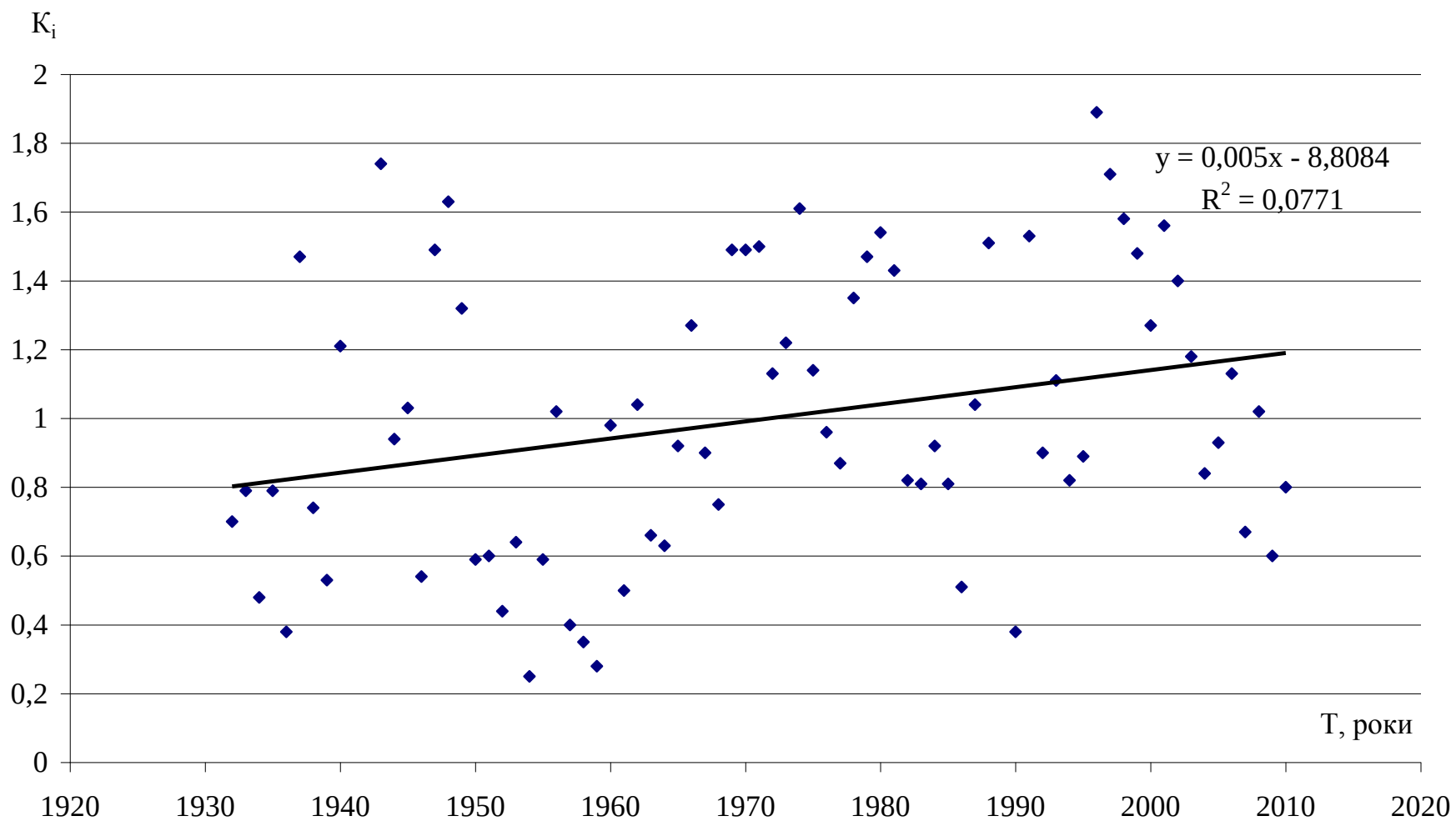


Рисунок А.1 - Визначення тренду річного стоку р.Згар- смт Літин

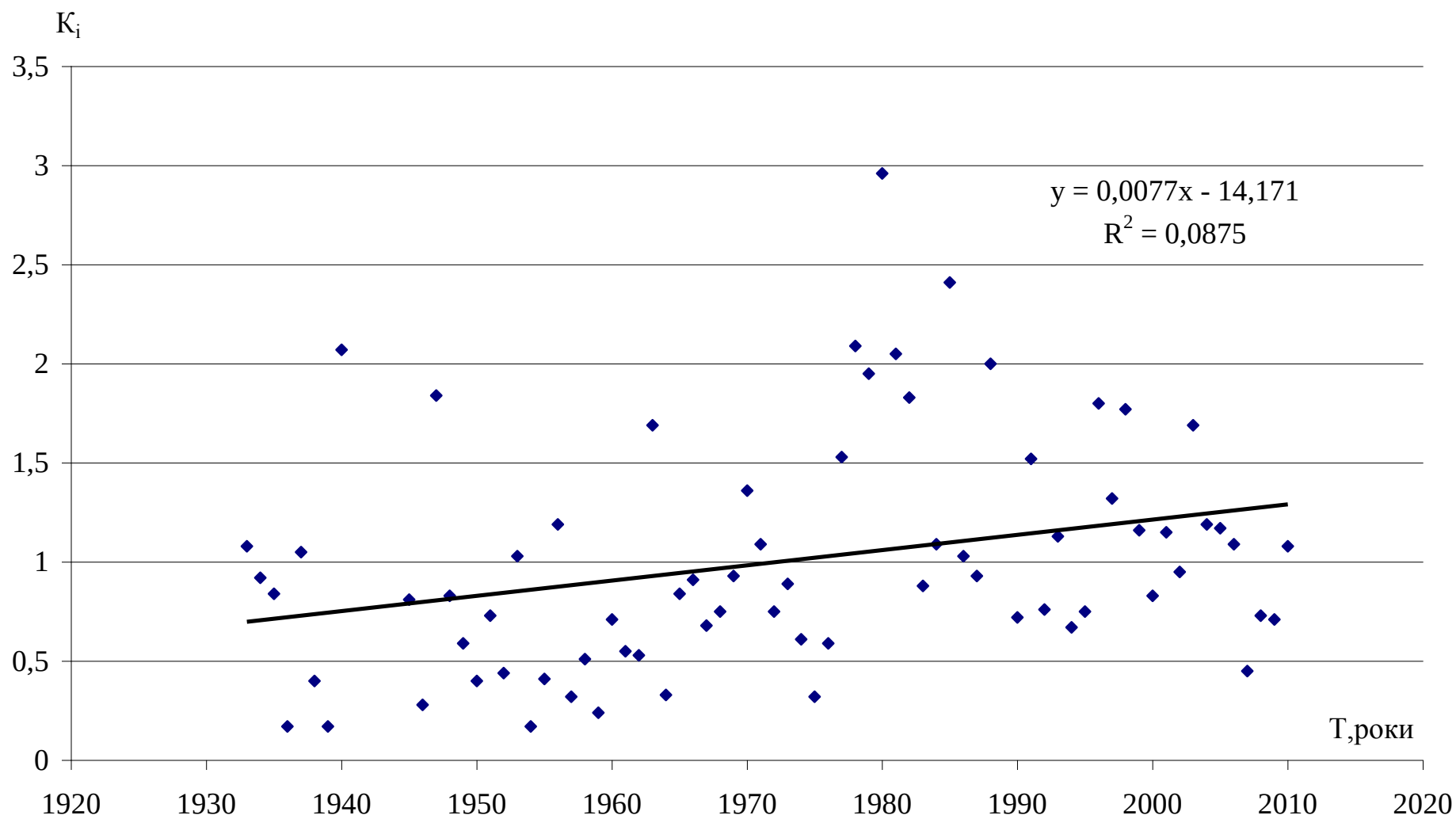


Рисунок А.3 - Визначення тренду річного стоку р. Кодима - с. Катеринка

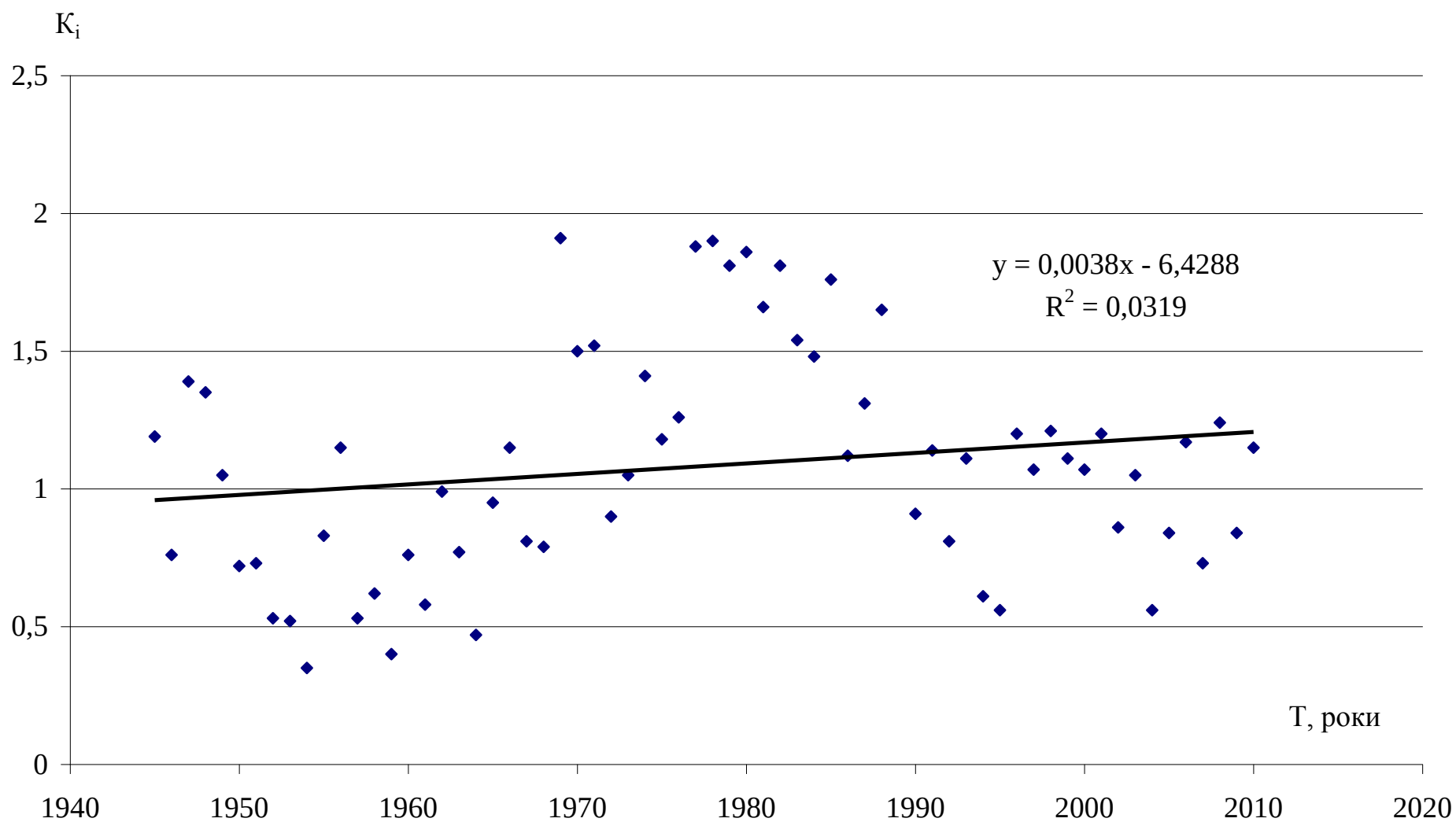


Рисунок А.2 - Визначення тренду річного стоку р.Рів-с.Демидівка

ДОДАТОК Б

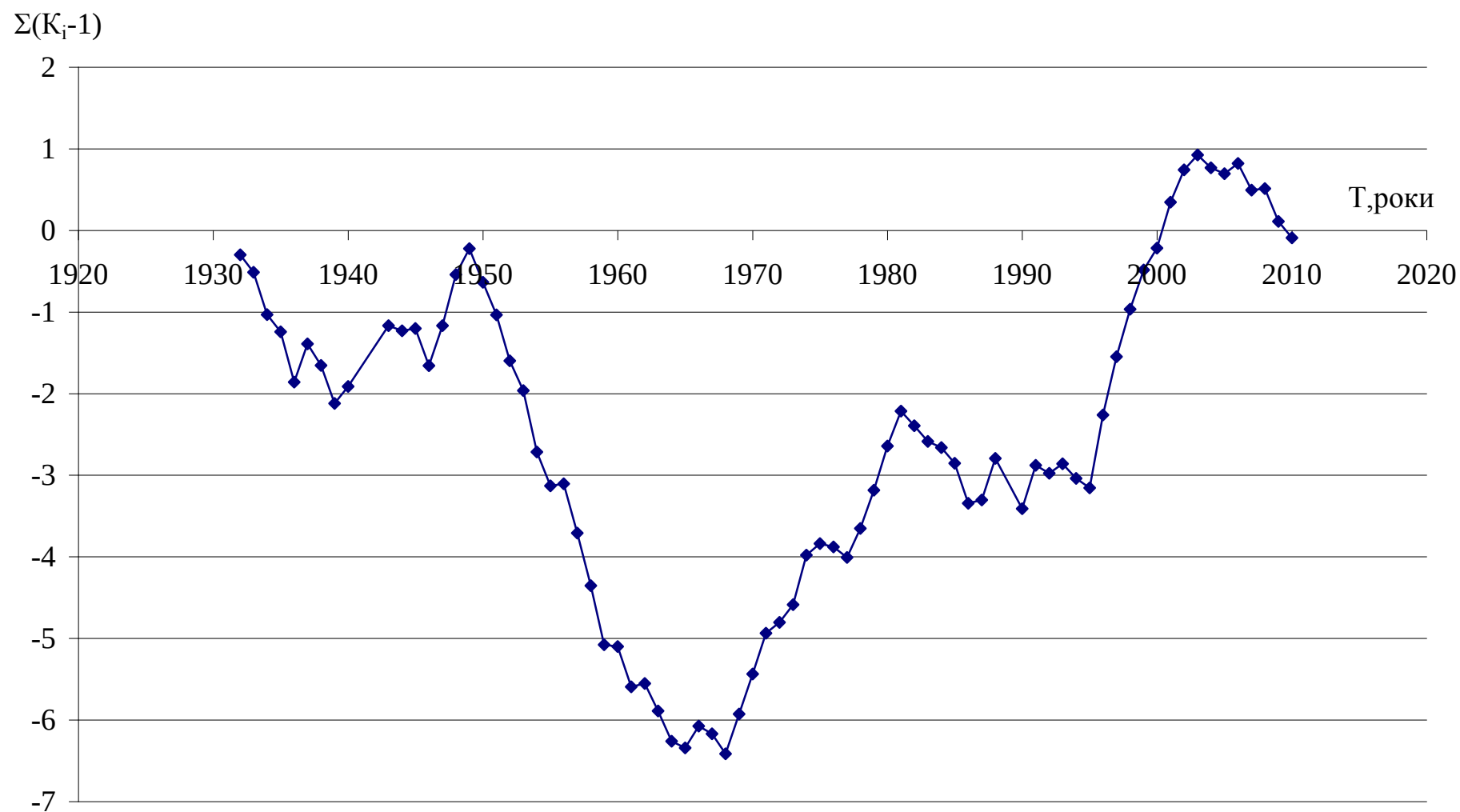


Рисунок Б.1 - Різницева інтегральна крива р.Згар - м.Літін

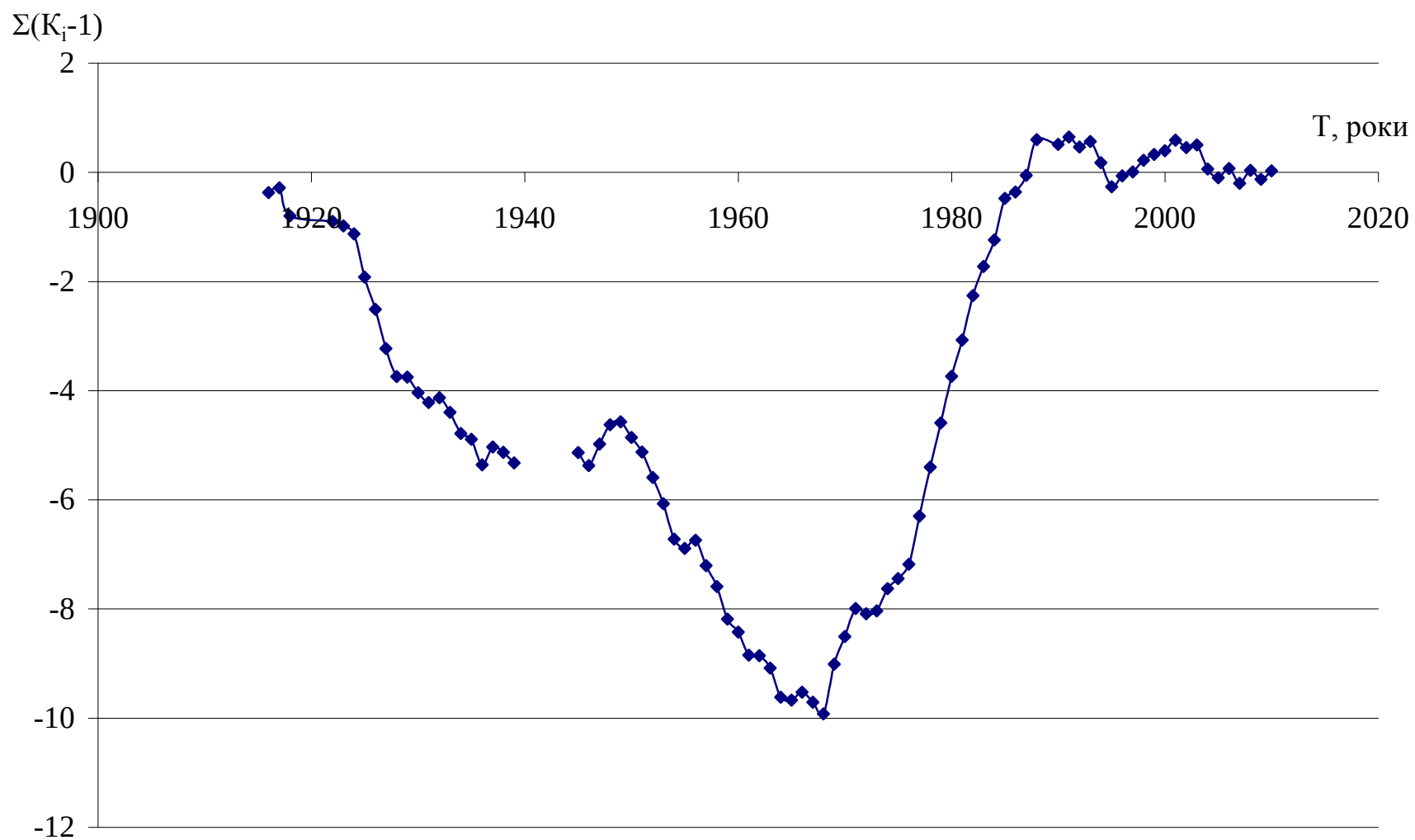


Рисунок Б.2 - Різницева інтегральна крива р.Рів - с.Демідовка

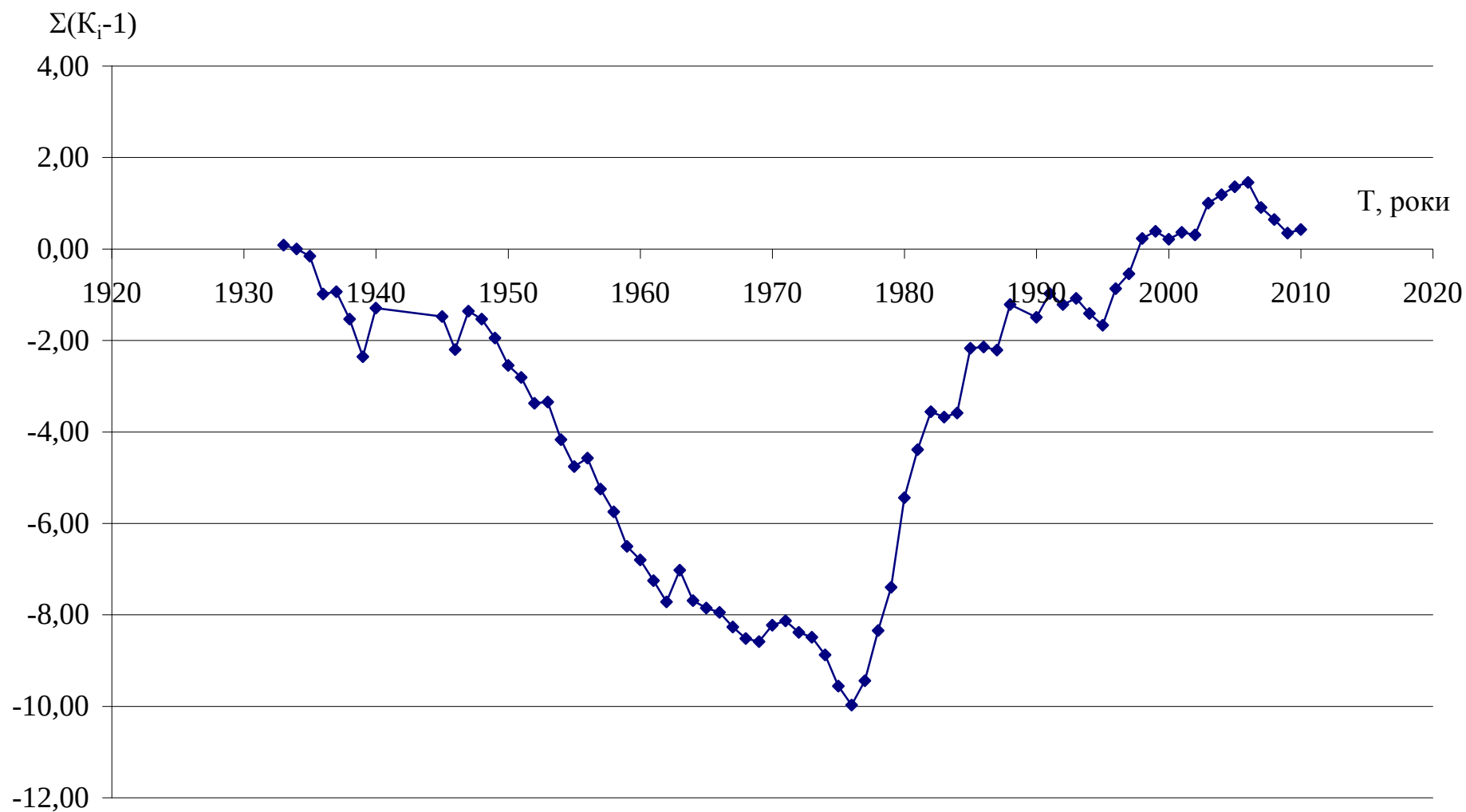


Рисунок Б.3 - Різницева інтегральна крива р.Кодима - с.Катеринка