

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут  
Кафедра гідрології суші

**Бакалаврська кваліфікаційна робота**

на тему: Розрахунки норми річного стоку річок Прикарпаття

Виконав студент 4-го року навчання  
групи ГО-41  
спеціальності 103 «Науки про Землю»  
Папуров Олександр Степанович

Керівник канд. геогр. наук, доцент  
Бурлуцька Марія Едуардівна

Консультант\_\_\_\_\_

Рецензент канд. геогр. наук, доцент  
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)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри гідрології суші

 д-р геогр. наук, проф. Шакірзанова Ж.Р.  
"27" квітня 2020 року

**З А В Д А Н Н Я**

**НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Папурову Олександрю Степановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розрахунки норми річного стоку річок Прикарпаття  
керівник роботи Бурлуцька Марія Едуардівна канд. геогр. наук, доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від "17" квітня 2020 року №40 «С»

2. Строк подання студентом роботи 30.05.2020 р.
3. Вихідні дані до роботи: середньорічні модулі стоку басейну річок Прикарпаття, отримані з ОГХ, фізико-географічна характеристика району, рельєф, кліматична характеристика, отримані з ресурсів поверхневих вод ССРСР.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) На основі отриманих даних спостережень за річним стоком розглянутої території виконати статистичну обробку часових рядів, описати існуючі методи визначення норми річного стоку. Проаналізувати циклічність у стокових рядах. Визначити норму річного стоку, виявити вплив на неї місцевих факторів в басейнах річок Прикарпаття. Узагальнити головну характеристику річного стоку (норму). Виконати перевірочні розрахунки по результатах узагальнення.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Карта-схема розташування гідрологічних постів, графік різницевої інтегральних кривих, залежності середньорічних модулів річного стоку від лісистості та висоти водозборів досліджуваного району

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 27.04.2020 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Збір матеріалів вихідних даних середньорічних модулів стоку досліджуваного басейну	27.04-03.05.2020	<b>75</b>	<b>добре</b>
2	Вступ, перший розділ	03.05-06.05.2020	<b>80</b>	<b>добре</b>
3	Виконати статистичну обробку часових рядів річного стоку річок Прикарпаття	06.05.-07.05.2020	<b>80</b>	<b>добре</b>
4	Визначення та аналіз циклічності у рядах річного стоку розглянутої території	07.05-09.05.2020	<b>70</b>	<b>задов.</b>
5	Визначення впливу місцевих чинників на норму річного стоку в басейні річок Прикарпаття	09.05-13.05.2020	<b>80</b>	<b>добре</b>
	<b>Рубіжна атестація</b>	<b>11.05-16.05.2020</b>		
6	Узагальнення норми річного стоку в басейні річок Прикарпаття	13.05.-18.05.2020	<b>80</b>	<b>добре</b>
7	Висновки	18.05-19.05.2020	<b>80</b>	<b>добре</b>
	Оформлення роботи	20.05-29.05.2020		
	Перевірка на плагіат, підписання авторського договору	30.05.2020		
	Підготовка доповіді, презентації			
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		<b>78</b>	<b>добре</b>

Студент Папуров О.С.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи Бурлуцька М.Е.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

Вступ .....	6
1 Стисла фізико-географічна характеристика річок Прикарпаття ...	8
1.1 Географічне положення і рельєф .....	8
1.2 Ґрунти і рослинність .....	15
1.3 Коротка кліматична характеристика .....	25
1.3.1 Вітровий режим .....	26
1.3.2 Термічний режим .....	26
1.3.3 Опади .....	27
1.3.4 Температурний режим .....	28
1.3.5 Кліматичне районування .....	30
1.4 Гідрологічна вивченість і особливості водного режиму .....	31
2 Існуючі методи гідрологічних розрахунків річного стоку .....	34
2.1 Розрахунок статистичних параметрів річного стоку при наявності тривалих рядів спостережень.....	34
2.2 Вибір розрахункового періоду для визначення норми річного стоку. Методи згладжування хронологічних рядів .....	34
2.2.1 Метод різницевих інтегральних кривих .....	37
2.3 Обчислення статистичних параметрів річного стоку при коротких рядах спостережень.....	38
2.3.1 Приведення статистичних параметрів річного стоку коротких рядів спостережень до багаторічного періоду графічним способом...	39
2.3.2 Приведення статистичних параметрів річного стоку коротких рядів спостережень до багаторічного періоду графо-аналітичним методом.....	41
2.3.3 Аналітичний спосіб приведення статистичних параметрів річного стоку.....	43
2.3.4 Приведення ряду до багаторічного періоду методом	

коефіцієнтів.....	45
3 Існуючі методи визначення статистичних параметрів у часових рядах річного стоку .....	47
3.1 Метод моментів.....	47
3.2 Метод найбільшої правдоподібності .....	50
3.3 Точність обчислення параметрів статистичного розподілу.....	51
3.4 Аналіз статистичної обробки часових рядів річного стоку в басейні річок Прикарпаття.....	53
4 Визначення методики розрахунку норми річного стоку на річках Прикарпаття.....	57
4.1 Циклічність часових рядів річного стоку річок Прикарпаття.....	57
4.2 Просторове узагальнення норми річного стоку .....	57
4.3 Перевірочні розрахунки.....	63
Висновки .....	65
Література .....	67
Додаток А .....	68
Додаток Б .....	69

## ВСТУП

Річковий стік розглядає процеси, які відбуваються в басейні річки та визначають її водність.

Переважаюча частина потреб галузей народного господарства до розрахунків річного стоку – будь то запити гідроенергетики, водопостачання, залізничного та автомобільного транспорту, зрошення, осушення – зводиться в першу чергу до кількості оцінень об'ємів води, які підлягають використанню. Таким чином, розрахункові характеристики річкового стоку пов'язуються з практичними потребами до теоретичних результатів дослідження.

Особливо велика роль вчення про стік в умовах території України, яка має багато річок, 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.

Більшість гідрологічних розрахунків зводиться до перспективної оцінки режимних характеристик на найближчі десятиліття з метою довготермінового планування заходів по використанню та охорони водних ресурсів.

Основною 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.

Поняття норми є статистичною характеристикою, тобто середнім значенням за період такої тривалості, під час збільшення якої середнє суттєво не змінюється.

Допустима похибка обчислення норми річного стоку, враховуючи точність вихідної інформації, знаходиться у межах 5- 10% .

Мета бакалаврської кваліфікаційної роботи визначення методики розрахунку норми річного стоку на річках Прикарпаття.

У роботі використані данні спостережень по 23 гідрологічним постам з  
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 норм річного стоку.

У третій проводилась статистична обробка часових рядів середньо річних модулів стоку.

Четверта глава присвячена узагальненню норми річного стоку на річках Прикарпаття.

## **1 СТИСЛА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧОК ПРИКАРПАТТЯ**

Територія, що розглядається розташована в Івано-Франківській та частині Львівської та Тернопільської областей (рис.1.1).

Платформова частина території, що описується, має в цілому рівнинний рельєф, що визначається особливостями її структури та всією історією геологічного розвитку. Волино-Подільська плита являється найбільш піднятою частиною платформи, що пов'язано з розвитком тут з кінця середнього сармата неотектонічний підвищень. Український кристалічний щит переживає менш стрімкі підняття, що пояснює і менші висоти поверхні [1].

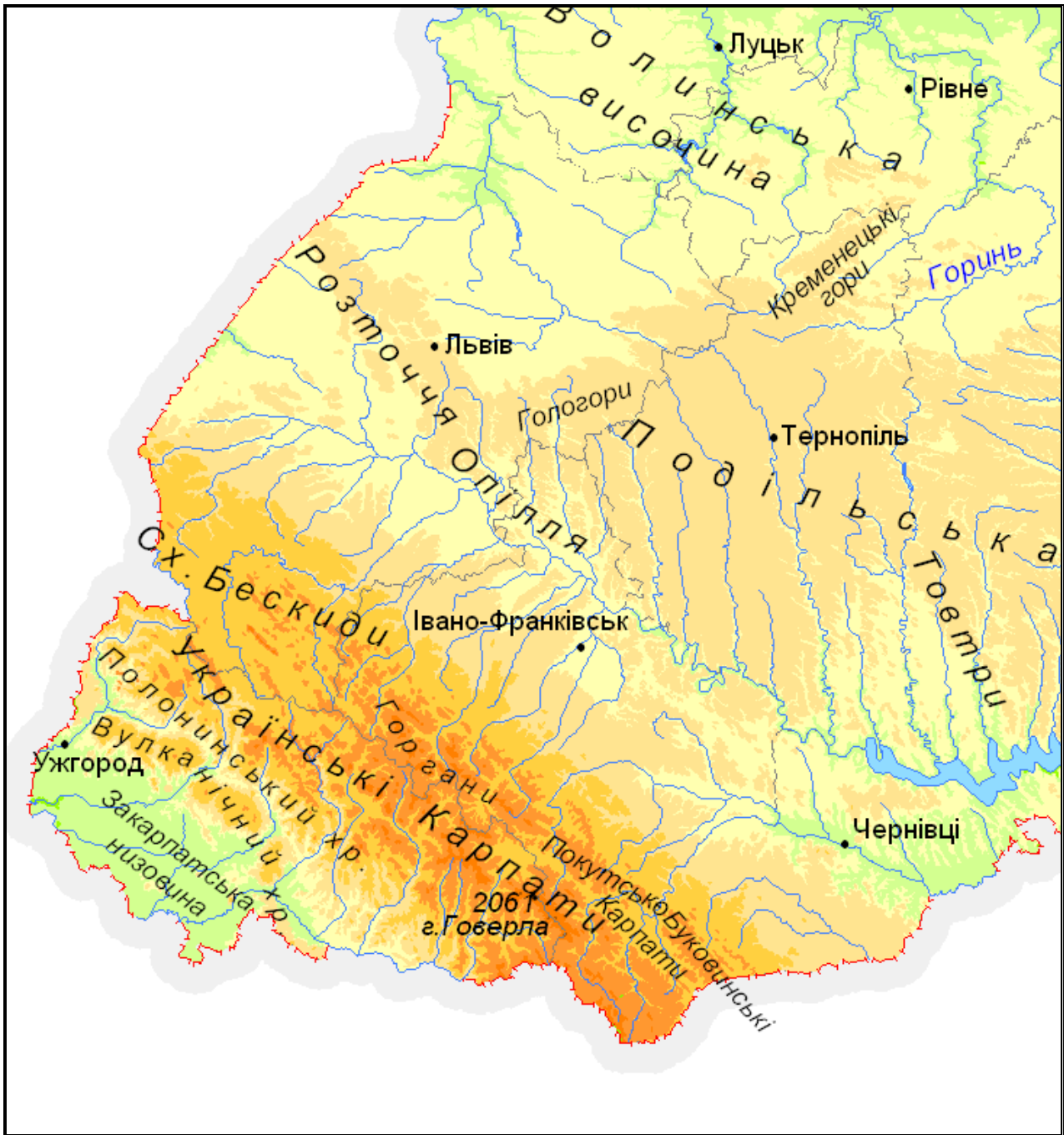
### **1.1 Географічне положення і рельєф**

Найбільш припіднятою частиною, території, що описується, являються Українські Карпати – частина великої карпатської гірської дуги, що протягується більш ніж на 1300м. Українські Карпати, які мають ширину 75-100 км, являють собою низькі та середньовисокі гори. У напрямку з північного-сходу на південний-захід у Карпатах виділяється декілька геоморфологічних зон:

а) низькогірний і середньогірний структурно-денудаційний рельєф зовнішньої антиклінальної зони і піднятої частини зовнішньої зони передового прогину підрозділяється на низькогірний структурно-денудаційний рельєф моноклінальних хребтів західних Бескид, середньої частини Берегових Карпат та Покуття, середньогірний структурно-денудаційний рельєф східних Бескид та південно-західної частини Скибових Карпат, середньогірний структурно-денудаційний рельєф Горган.;

б) низькогірний і середньогірний структурно-денудаційний рельєф





Шкала висот (м)

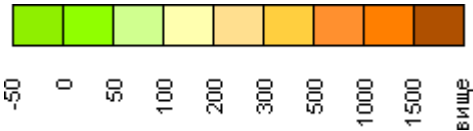


Рисунок 1.1 – Карта-схема географічного положення річок Прикарпаття

внутрішньої синклінальної зони. Звуженню внутрішньої синклінальної зони у східному напрямку відповідає ряд котловин. До внутрішньої синклінальної зони приурочений головних вододіл Карпат, що проходить між басейнами Дністра та Тиси, хоча по своїм абсолютним висотам головних вододільний хребет нижче хребтів, що прилягають з північного-сходу та південного-заходу.

в) середньогірний структурно-денудаційний рельєф внутрішньої антиклінальної зони. Цей хребет носить назву Полонинський. Він розділений на окремі плосковершинні масиви вузькими та глибокими долинами.

З північного-сходу до Карпатських гір примикає алювіальна рівнина, що розташована в межах Передкарпатського прогину та південно-західної окраїни Руської платформи, у рельєфі якої чергуються котловини і терасовані міжріччя. Рівнина розчленована багаточисельними долинами правих приток Дністра.

Східніше Івано-Франківська ця терасова рівнина переходить у міжріччя Дністер-Прут, що представляє собою асиметричний вододіл, що круто обривається до Дністра та терасами спускається до Прута.

Максимальні відмітки приурочені до південно-західної частини Прикарпаття – вододілу Прута та Бистриці Надвірнянської.

У рельєфі міжріччя Дністер-Прут відокремлюються три відносно підвищені полоси, які чергуються з двома повздовжніми пониженнями.

У цілому Дністер-Прутське міжріччя являється реліктом дна долин Пра-Дністра. Завдяки інтенсивним підняттям та розмивам в даний час древні алювіальні відклади збереглись тільки на вершинах трьох гряд, що розділяються між собою ерозійними міжгрядовими пониженнями [1].

Західно-Подільська підвищень з північного-заходу на південний-схід пересікається західно-толтровою грядою шириною 10-15км, найбільш характерною формою рельєфу, якою являються окремі неправильної форми вершини, зложені рифовими вапняками. Відносна висота толтрових підвищень сягає 100м, що при крутих, часто не маючих рослинності схилах

придає місцевості характер гірського ландшафту. На поверхні толтрових підвищень четвертичні відклади практично відсутні (тут переважають процеси руйнування), між підвищеннями делювіальні щибенисто-суглинкові відклади мають потужність до 20м.

Вздовж північного краю Західно-Подільського підвищення простягається Гологоро-Кременецька гряда, що полого знижується в південному напрямку та круто обривається у північному напрямку у вигляді уступу висотою більше 150 м (до 220м).

На переважній частині території розповсюджені водно-акумулятивні, переважно водно-льодовикові відклади. Льодовикові моренно-валунні і водно-льодовикові піщані і суглинкові відклади згладили нерівності древнього рельєфу.

Дністровсько-Санська вододільна рівнина являє собою відносно підвищену (над прилягаючою з півночі і північного-сходу низинною рівниною і над обмежуючою її з півдня широкою плоскою долиною Дністра) місцевість. Північна частина рівнини розчленована більш інтенсивно, що пояснюється більш значущою різницею висот між ділянками з максимальними відмітками та прилягаючою з півночі низинною рівниною. Відмітки поверхні та розчленованість збільшуються тільки в південно-західному куті області, в місці приєднання її до Карпат.

З півночі та заходу Дністровсько-Санська рівнина дринується ріками басейну Сана – Вишнею і її притоками та Вярмом, з півдня і південного-заходу – Дністром та його притоками Стрвяхь і інші.

В межах Східно-Подільської височини в якості самостійних геоморфологічних районів виділяються східна толтрова гряда, що просліджується також на міжріччі Дністер-Прут і складається із окремих слабо виражених в рельєфі підвищень, що складені рифовими вапняками, і древні нижньосередньочетвертичні терасові рівнини.

Міжріччя Дністер-Прут представляє собою інтенсивно розчленовану скульптурну височину. Четвертинний покрив відноситься до елювіально-

делювіального генетичного типу; лесові породи на підвищених ділянках мають незначні потужності, місцями відсутні, на схилах в результаті проходження делювіальних процесів потужність їх сягає 10-15км.

На північний-захід від Росточчя і на північ від Опілля і Гологоро-Кременецької гряди простягається широка Бугсько-Стирська низовина водно-акумулятивна рівнина, що має відносно рівну, слабо розчленовану, місцями заболочену поверхню. По аналогії з Поліссям ця рівнина інколи носить назву Малого Полісся. Бугсько-Стирська низовина витягнута в субширотному напрямку, вона звужується на схід і розширюється на захід. Мінімальні відмітки поверхні приурочені до її північного краю. Максимальні відмітки спостерігаються на ділянках, що прилягають на півдні до Гологоро-Кременецького уступу, а на південному – заході – до Росточчя, а також на субширотних грядах, що простягаються в південно-західній частині рівнині. Максимальні різниці висот досягають в районі гряд 60-70м, на інших не перевищують 20-30м [1].

Карпатські ріки мають переважно погано виражені терасові рівні, що зустрічаються звичайно на деяких ділянках долин і часто позбавлені алювіального покриву.

Повздовжній профіль русла Дністра в межах Передкарпатського вигину має вид плавної, майже недеформованої ввігнутої кривої. При пересіченні Волино-Подільської плити він має спочатку прямолінійну, а потім випуклу форму. В районі деформацій долина Дністра має найбільші глибини і найбільші відносні висоти терас, що говорять про тривалий розвиток тут підняття. Прямолінійні або слабозвивисті ділянки русла між меандровими вузлами відповідають прямолінійним або слабоввігнутим ділянкам профілю.

В межах Українського кристалічного щита профіль Дністра має вид випуклої кривої.

Карстові явища в гірських та рівнинних ландшафтах території, що описується, відрізняється або широким розвитком на відносно великих площах, або майже непомітним розміщенням окремих частин в долинній та

ерозійній мережі. Від крупних та складних карстових котловин до мікрорельєфу, викликаного тріщинуватістю, пористістю і каверзністю, вся багатогранність карстової морфології підкреслює тут найважливішу рису впливу карсту на поверхню стоку – його постійну готовність поглинати цей стік і зменшувати його ресурси [1].

Крайня нерівномірність поширення карстових явищ на величезних просторах пояснюється рядом причин. До їх числа відносяться перш за все часта обмеженість розмірів площ виходів порід, що карстуються на денну поверхню або під малопотужний шар південних покривних відкладень, місцями значне розчленовування рельєфу на цих виходах, швидке збільшення потужностей покривних відкладень, що некарстуються при малій глибині ерозійних врізів, відносне збільшення кількості нерозчинного залишку в пластах і пачках карбонатних порід, що карстуються. Вже при першому погляді на схему карстових районів описуваної території видно, що розміри площ виходів галогенних порід, що карстуються у край обмежені в порівнянні з поширенням карбонатних порід і що незначний розвиток карсту в гірському Карпатському регіоні істотно компенсується обширністю карстових районів на платформній частині.

Своєрідність гідрографії в карстових районах Подолії, часті втрати поверхневого стоку, зростання незручних для сільськогосподарського використання закарстованих територій, необхідність оберігання гірських вироблень від можливих проривів карстових вод в Прикарпатті - все це сприяло підвищенню інтересу до вивчення карсту.

Більшість карстових районів розташовуються в лісостеповій і частково в степовій зонах. Тут поверхневий стік в мережі гідрографії постійно, а в ерозійній періодично під час снігорозтавання і дощових паводків підживлює в карбонатних і сульфатних товщах тріщиннокарстові води. Мінімальний стік на окремих закарстованих водозборах в процесі підживлення підземного стоку може втрачатися, збільшуючи тим самим тривалість пересихання річок навіть в районах, досить забезпечених підземним живленням [1].

Породою, що карстується тут слід рахувати верхньотортонський гіпс з потужністю, що місцями досягає 50 м. Малопотужна пачка (до 2м) надгіпсових глин, що чергуються з прослоями ратинського вапняку, на Покутті місцями розмита, в районі потоку Чортовецького майже повністю зникає. Інтенсивна тектонічна трещіннуватість в гіпсі пов'язана з платформенними складчастими і розривними порушеннями пліоцен-четвертичного часу, коли поперечне до Карпат Коропецьке піднімання викликало перебудову поверхневого стоку в районі.

Малопотужність покривних відкладень і значні площі виходів на денну поверхню тріщинуватого гіпсу сприяють утворенню в гідрографічній та ерозійній мережі окремих поплав з крутими бортами і періодичним стоком на рівних днищах. Ці специфічні невеликі поля в платформенному карсті ускладнюються карстовими воронками і понорами.

На місцевих вододілах і їх пологих схилах широко поширені сильно закарстованні ділянки з багаточисельними конусоподібними воронками розмірами 20-25x15-20x4 м. Такі ділянки відрізняються високою інтенсивністю закарстування (до 100 воронок і більш на 1 /км<sup>2</sup>) і обширними безоточними територіями. На Буковині кількість воронок значно менша. У зв'язку з падінням гіпсу убік, протилежний до напрямів тимчасового стоку в системах ярів, відкритих до Дністра, невідповідність поверхневих водозборів підземним є типове явище для всього району. Поглинені тріщинами і понорами у верхів'ях атмосферні води стікають в гіпсі убік Дністровсько-Прутського вододілу, зменшуючи ерозуючу здібність потоків і зменшення зростання їх верхів'їв до півдня [1].

Розкриті місцями на Покутті в гідрографічній мережі меломергельні товщі і літографські юрські вапняки в долині Чортовецького потоку не виявляють ознак поверхневого закарстування. Це, проте, не виключає тріщинного поглинання стоку на таких невеликих ділянках.

## 1.2 Ґрунти і рослинність

Ґрунти території, що розглядається розташовані в гірсько – карпатській системі вертикальних зон. Розділ Гірсько – карпатської системи на вертикальні ґрунтові зони визначається тектонічною будовою цієї системи, в склад якої входять:

- 1) Закарпатська западина, на місці якої утворились ґрунтові зони Закарпатської низини і Закарпатського передгір'я;
- 2) Карпатський передовий прогин, в межах якого утворилась ґрунтова зона Передкарпаття;
- 3) складчаста область Карпат та вулканічні гори Карпат, прилеглі до Закарпатської западини.

На місці цих гірських споруд утворились лісолугова і полонина зони Карпат. Всі ці зони зв'язані нерозривно єдністю еволюції їх, але кожна з них характеризується своїми особливостями геоморфологічного і геологічної будови, складом ґрунтоутворюючих порід, кліматом, рослинністю і переважаючим типом ґрунтів ( рис.1.2) [1].

Ґрунтоутворюючими породами в гірсько-карпатській системі є четвертинні відкладення і продукти вивітрювання третинних осадових і вулканічних порід. До них відносяться відкладення: а) льодовикові і пов'язані з ними флювіогляціальні; б) алювіальні і аллювально озерні; в) пролювіальні; г) елювіальні; д) осипні і обвальні; е) зсувні; ж) делювіальні; з) елювіально-делювіальні.

Велике значення мають алювіальні відкладення карпатської гальки на древніх і сучасних терасах, як природний дренаж вони обумовлюють утворення глибоких дернових опідзолених ґрунтів. Під алювіальними відкладеннями товщиною 4 - 5 м на заплавних терасах притоків Дністра існують похоронені торф'яники.

Осипні, обвальні і зсувні відкладення поширені в горах на невеликих площах і мають значення як ґрунтоутворюючі породи під лісами.

Делювіальні відкладення дуже поширені в межах всіх геологічних областей гірничо-карпатської системи. Їх склад залежить від крутості схилів; на крутих схилах вони мають грубообломочний склад і бувають малопотужними, на пологих мають суглинистий склад і потужність в декілька метрів. До елювіально-делювіальних відкладень відносяться лесоподібні суглинки, розповсюджені в передгір'ях Карпат [1].

Льодовикові відкладення (морени) поширені острівцями в Карпатах і в Передкарпатті. Ґрунти гірничо-карпатської системи можуть бути віднесені до наступних:

I. гірські ґрунти: 1) бурі лісові; 2) бурі лісові опідзолені; 3) буроземно-глеєві; 4) дерново-буроземні; 5) угово-буроземні; 6) гірничо-підзолисті; 7) гірничо-лугові; 8) горно-оторфовані; 9) торфоболотні.

З перерахованих ґрунтів в зоні полонин переважно поширені гірничо-лугові і дерново-буроземні; у лісолуговій же зоні переважно бурі лісові дерново-буроземні, бурі лісові опідзолені ґрунти;

II. ґрунти, прилеглих до Карпат, вертикальних зон: 1) буроземно-підзолисті і буроземно-опідзолисті в різній мірі обглесні на різних ґрунтоутворюючих породах; 2) дернові опідзолені, дерново-підзолисті поверхнево і глибоко в різній мірі обглесні на різних породах;



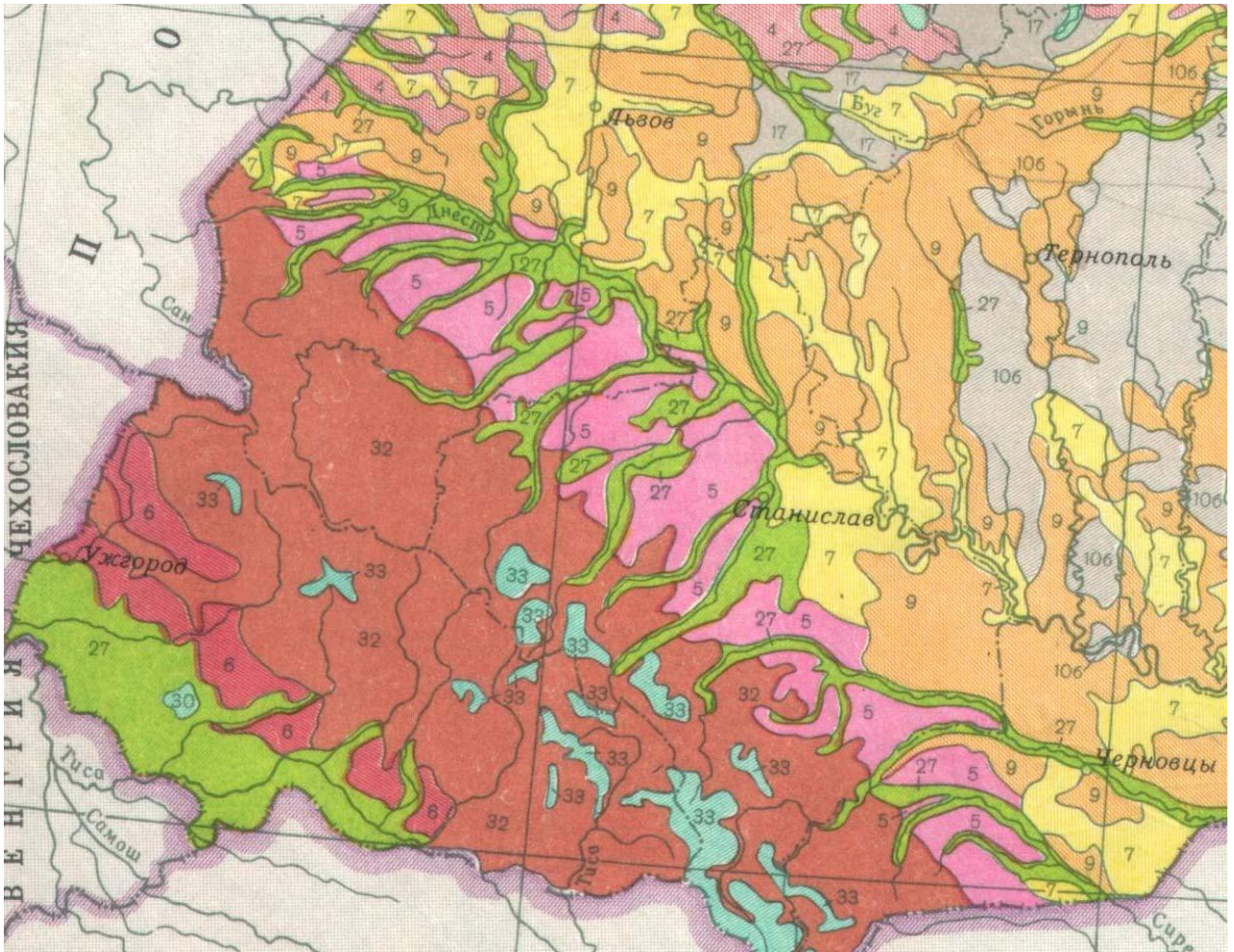


Рисунок 1.2 - Схематична карта ґрунтів

### Умовні позначення

#### ПІДЗОЛИСТІ

5 Дерново-підзолисті поверхнево оголені суглинисті ґрунти

#### ОПІДЗОЛЕНІ

9 Опідзолені чорноземи

7 Сірі і світлосірі опідзолені легко і середньосуглинисті ґрунти

#### ҐРУНТИ РІЧКОВИХ ДОЛИН

27 Дернові та лугові гелеваті супіщані та суглинисті ґрунти

#### ГІРСЬКІ

32 Бурі лісові ґрунти, переважно галькові

ПОЧВЫ

33

Гірсько – лугові та гірсько – торф'яні

3) торф'янисто-підзолисті глеєві; 4) дерново-глеєві; 5) лугово-болотні; 6) лугові опідзолені різною мірою обглеєні; 7) торфоболотні [1].

Бурі лісові ґрунти утворилися під лісовою рослинністю переважно на схилах різної крутості, на добре дренованих щєбінчастих ґрунтоутворюючих породах різного механічного складу і походження, що являють собою елювій-делювій корінних порід - осадових і магматичних. У умовах однакового дренажу на схилах внутрішні властивості бурих лісових ґрунтів змінюються із збільшенням міри промиваємості, що визначається зміною кліматичних умов. Зі збільшенням абсолютних висот механічний склад робиться легшим. Профіль найбільш поширеної середньопотужного бурого лісового ґрунту складається з горизонтів: гумусового глибиною до 45 см, перехідного глибиною до 60-75 см і ґрунтоутворюючого ґрунту, що складається з щєбеню і каменів. Малопотужні бурі лісові ґрунти мають профіль біля 40-50 см, потужні - понад 75-80 см. По механічному складу мілкозему бурі лісові ґрунти бувають супіщані, середньосуглинисті, важкосуглинисті.

Дерново-буроземні ґрунти характеризуються присутністю верхнього темно-бурого гумусового горизонту до глибини 36 см і більше, і навіть перехідний горизонт буває забарвленим частково або повністю в темний колір. Такі ґрунти мають чорноземоподібний профіль, містять 5-6% перегною. Залягають на нижніх частинах схилів і на плоских вододільних вершинах у всіх вертикальних поясах і на всяких породах - осадових і вулканічних.

На полонинах поширені дерново-буроземні ґрунти з неглибоким темним дерновим горизонтом (15-20 см). Тут вони бувають часто поверхнево оглеєні під трав'янистою рослиною-білоусом, в багатьох місцях – кам'янисті [1].

Гірничо-лугові ґрунти залягають на полонинах в широких пониженнях під трав'янистою луговою рослинністю з присутністю напівчагарників чорниці, брусниці. Мають темно-бурий гумусовий горизонт до глибини 40-42 см, ясно-бурий до 95 см. Гірничо-лугові і дерново-буроземні ґрунти полонини містять перегною 10-13% і більше [1].

У Прикарпатті такі ж ґрунти містять до 3,81% перегною. Ґрунти ці на суглинному делювії схильні до посиленого перезволоження.

Дернові опідзолені ґрунти є аналогами сірих і темно-сірих опідзолених ґрунтів і навіть чорноземів опідзолених лісостепів і дерново-буроземних ґрунтів Карпат. Профіль їх складається з горизонтів: гумусово-еллювіального, гумусово-іллювіального, іллювіального-глеєвого. Потужність гумусових горизонтів профілю досягає 65-100 см. Ґрунти ці суглинного і супіщаного механічного складу, часто поверхнево оглеєні внаслідок диференціації профілю на горизонти.

У Прикарпатті дернові опідзолені ґрунти внаслідок більшої абсолютної висоти більш вилужені, проте і тут вони в порівнянні з дерново-підзолистими ґрунтами набагато родючіші. Дерново-підзолисті поверхнево обглеєні і глеєві ґрунти в Передкарпатті є основними. Утворилися на алювіальних, делювіальних, елювіальних породах, позбавлених дренажу, а також на елювіально-делювіальних породах, поширених в південно-східній частині Передкарпаття. У Передкарпатті поширені головним чином дерново-середньопідзолисті і дерново-сильнопідзолисті поверхнево обглеєні і глеєві. У північно - західній частині Передкарпаття дерново-підзолисті ґрунти сильніше вилужені, чим в південно-східній частині. Головною причиною обглеювання є відсутність дренажу ґрунтів, незначна водопроникність унаслідок сильної диференційованості ґрунтів на горизонти, мала гігроскопічність і утворення надлишку вільної води в самому ґрунті [1].

Лугові глеєві ґрунти характеризуються значним вмістом перегною (понад 5-6%), зернистою структурою, оглеєні за всім профілем, мають сизуватий відтінок і навесні впродовж довгого часу бувають перезволожені

унаслідок малої стічності заплав. Лугові глеєві ґрунти на заплавах Дністра і його притоків підстилаються торфами, кротовий дренаж, що закладається в шарі торфу (при глибині залягання його на 70-80 см) являється успішним способом осушення цих ґрунтів.

Торфоболотні ґрунти особливо розповсюджені в Передкарпатті на заплавах Дністра і його притоків. У периферійній частині заплав залягають лугово-болотні глибоко - і дрібно похоронені торф'яно-глеєві ґрунти, в центральній частині заплави поширені низовинні торф'яники.

Одним з основних чинників, від яких залежить гідрологічний режим території, поряд з кліматичними, ґрунтово-геологічними і геоморфологічними є рослинний покрив. Рослинність кількісно і якісно перерозподіляє поступаючі на землю опади і сильно змінює гідрологічний режим території. Вона переводить поверхневий стік в ґрунтовий, затримує частину опадів на своїй поверхні, витрачає вологу на транспірацію і т. д..

Особливо тісний взаємозв'язок існує між залісненою територією і водністю річок. Викликаючи зменшення поверхневого стоку і підсилюючи поступлення води в ґрунт і ґрунтові горизонти, уповільнюючи танення снігу, ліси сприяють зниженню повеней і підвищенню водності річок в меженний період [1].

Лісові масиви на рівнинах зменшують вітер, сприяють вологонакопиченню в ґрунті і зупиняють ерозію. У гірських районах, особливо на крутих схилах, вони усувають ерозію, перешкоджають розвитку селевих потоків, захищають від лавин. За даними А. А. Молчанова [2], оптимальною лісистістю можна вважати для лісової зони 25-30%, для лісостепової 15-20%, для степової 10-15%. Для гірських і передгірських районів Карпат оптимальна лісистість має бути ще вище, особливо в селенебезпечних районах, оскільки зниження залісненої до 47% вже викликає селі. Селенебезпечними районами в Українських Карпатах є північно-західний (верхів'я Дністра). Боротьба з ерозією ґрунтів і селями в Карпатах вимагає припинення суцільних вирубувань, підвищення лісистості

шляхом створення насаджень на непристосованих для сільськогосподарського використання землях, створення змішаних насаджень замість монокультури піхти білої, збереження межі лісу і т. д..

Трав'яниста рослинність (лугова, степова) також забезпечує захист від ерозії, зменшує поверхневий стік, але слабкіша, ніж лісова. На схилах ярів і корінних берегів долин, розорювання яких викликає ерозію, трав'янистий покрив необхідно зберігати і відновлювати. В середньому трав'яниста рослинність, що виростає на схилах, зменшує змивання ґрунту в 10 разів. В глиб ґрунту під трав'янистою рослинністю просочується на 60% опадів більше, ніж на голому ґрунті. Луки в заплавах річок, де спостерігаються щорічні паводки, несуть водоохоронну і ґрунтозахисну функції. Порушення дернового покриву викликає вимивання ґрунту, його перевідкладення і може привести до обміління русла. [2],

Болота мають вплив на гідрологічний режим і своїм рослинним покривом, і скупченням залишків рослин (торфу), які мають велику вологемність. Болотяні рослини володіють в силу особливостей своєї анатомічної будови здатністю підтримувати вологонасичений стан в субстраті. Це сприяє підніманню рівня ґрунтових вод і в прилеглих мінеральних берегах. Необхідно враховувати, що болота мають тенденцію до розширення шляхом заболочування, як суходолів так і водоймищ. Торф'яний поклад здатний нагромаджувати і утримувати вологу [1].

Геоботанічне районування, протяжністю території з півночі на південь і із заходу на схід обумовлює велику різноманітність природних умов і відповідно, природного рослинного покриву (рис.1.3). В основі причин, що викликають закономірну зміну одних типів рослинності другими в широтному напрямі, лежать, перш за все, загальнокліматичні умови - співвідношення тепла і вологи. Залежно від величини цього співвідношення дана територія розташовується послідовно в широколистно-лісовій, лісостеповій і степовій зонах.

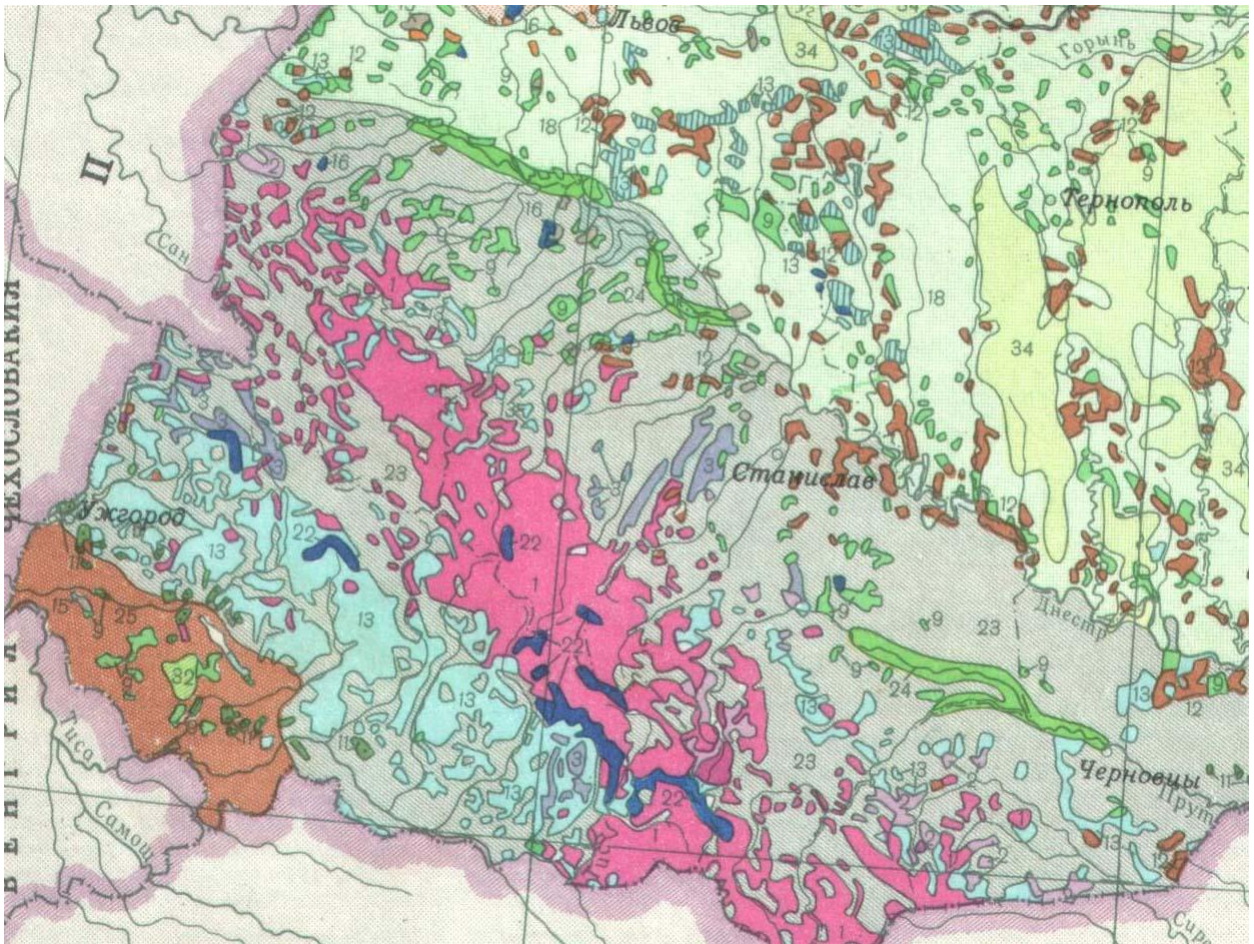


Рисунок 1.3 – Схематична карта рослинності

Умовні позначення

9	Ліса з дубу черештатого
13	Букові леси
3	Буково-піхтові-янові ліси
22	Луки у поєднанні з чагарниками і рослинністю кам'янистих осипів
23	Луки у поєднанні з лісами і чагарниками, і с.г. угіддями
24	Луки і с. г. угіддя на місці лісів

В межах широколистяно-лісової зони пануюче положення в рослинному пориві займають широколистяні ліси. У лісостеповій зоні в ландшафті на вододілах нарівні з більш менш обширними масивами листяних лісів чергувалися різнотравні степи на чорноземах.

Кожна зона із заходу на схід ділиться на провінції, під провінції і округи. Провінція характеризується переважанням певних плакорних формацій, в округах - поєднанням рослинних угруповань, обумовлених ґрунтово-геоморфологічними чинниками.

Дубові ліси з дуба звичайного поширені в передгірському поясі на висоті від 150 до 550 м. Вони займають сірі лісові або дерново-підзолисті ґрунти. Дубові ліси і насадження з переважанням дуба звичайного (грабово-дубові) складають близько 9% всіх лісів. Ще на початку століття їх було в три рази більше. Зустрічаються вони як на водорозділах, так і в заплавах. Площа останніх незначна. [1].

В якості домішки до дубу звичайного зустрічаються більшість дерев'яних порід, поширених в Передкарпатті. Ярус підліска утворюють ліщина звичайна або жостір ламкий, рідше свидина криваво-червона. У травостої різних асоціацій панують осока волосиста, осока трясунковидна, снитка звичайна, зеленчук жовтий, зірочник ланцевидний і ін.

Ялицеві ліси поширені в нижньому гірському лісовому поясі, але заходять і у верхній. Вони складають близько 4% всіх лісів. У травостої зазвичай переважає кислиця звичайна або маренка запашна.

Окрім розглянутих лісів, в Карпатах зустрічаються менш поширені буково-ялицеві, грабові, буково-дубові, вільхові і інші ліси. З них слід зазначити протиерозійну роль вільшняків з вільхи сірої і вільхи клейкої. Розміщуючись, уздовж річок і струмків з сильною течією, вони закріплюють береги і оберігають їх від розмиву.

В цілому можна відзначити, що гідрологічна роль карпатських лісів різко знижується в результаті вживання суцільних концентрованих

вирубубань лісів, введення монокультур, випасу в лісах тварин, самовільних вирубубань в колгоспних лісах.

Нагрунтовий покрив різних асоціацій утворюють лишайники (60-100%), зелені мохи (50-90%) і сфагнові мохи (40-80%). Крім того, широко поширені асоціації з добре зформованим трав'янисто-чагарниковим ярусом з чорниці і різнотрав'я.

У чагарничково-трав'янистому ярусі різних асоціацій переважають чорниця (30-60%), папороті (30-75%), різнотрав'я (45-95%) і злаки (25-45%). Найбільш характерними видами їх є чорниця, війник очеретяний, мятлик дубровний і ін.

Луки в Українських Карпатах розповсюджені у всіх поясах. Переважна частина їх виникла на місці деревинно-чагарникової рослинності. Первинними є лише альпійські і частково субальпійські луки. У гідрологічному відношенні вони значно поступаються лісам. Луки переводять в підземний стік лише частину надземного стоку і, як правило, не виключають повністю твердий стік.

Пустошні луки зустрічаються на всіх висотах, але особливо багато їх у верхньому гірському лісовому і субальпійському поясах. Представлені пустошні луки формацією білоуса стирчачого [1].

Білоусники мають переважно антропогенне походження. Експансія білоуса стирчачого визначається безсистемним, надмірним випасом в кліматичних умовах Карпат. Травостій білоусників невисокий (20-40%), густий (80%), а на вибитих ділянках рідкий (30-60%). Окрім білоуса стирчачого, в нього входять овсянниця червона, польовиця звичайна, запашний колосок, перстач прямостоячий та ін.

Справжні луки більш менш рівномірно зустрічаються у всіх поясах. У Закарпатському окрузі, окрім суходільних луків, досить широко представлені і заплавні справжні луки. Найбільш поширеними формаціями справжніх луків є луки овсянці червоної, польовиці звичайної, луковика дернистого і овсянці приземистої. Червоноовсянничники найбільш характерні для



поясу до висоти 1300 м. Висота травостою 40- 60 см, проектне покриття 70-85%. Окрім овсянниці червоної, в нього входять польовиця звичайна, конюшина лугової, трясунка середня, нив'яник звичайний, жовтець їдкий, язвенник родинний і ін.

Лукоовсянничники поширені переважно в заплавах річок і нижньому гірському лісовому поясі. Травостій їх високий (60-75см), середньогустий (70-85%). Утворює його овсянниця лукова з домішкою овсянниці червоної, польовиці звичайної, конюшини лугової, бухарника шерстистого, нив'яника звичайного і ін.

Приземистоовсянничники характерні для альпійського поясу і переважають серед рослинності. Вони приймають на себе біля 1400- 1600 мм опадів в рік, уповільнюють їх стік і оберігають ґрунтовий покрив від змивання. Травостій їх низький (20-30 см), з проектним покриттям від 40 до 80%. Окрім овсянниці приземистої, в нього входять перстач золотистий, вівсянець різноколірний, лигустикум мутелиновий і ін.

Болота в Українських Карпатах розповсюджені нерівномірно. Найбільш заболочений Передкарпатський округ (1,2%), найменш - Закарпатський (0,01%).

У Передкарпатті болота зосереджені переважно в заплавах річок. У рослинному покриві боліт поширені трав'яні і трав'яно-мохові угруповання. З них переважають другі. Трав'яні болота представлені формаціями хвоща топ'яного, очерету звичайного, кореневищно - крупно - осоковою і кореневищно - дрібно - осоковою. Ґрунти мулисто-болотні [1].

### **1.3 Коротка кліматична характеристика**

Циркуляція атмосфери, як кліматотворчий фактор, виявляється у переносі атлантичних, континентальних і арктичних повітряних мас, а також у циклонічній та антициклонічній діяльності [3]. При цьому всі форми циркуляції загалом зумовлюють тут перевагу переносу повітряних мас з

Атлантичного океану над переносом континентального повітря зі сходу. Атмосферною циркуляцією визначається утворення хмар і кількість опадів. Основною причиною великої кількості опадів є часте проходження циклонів і пов'язаних з ними фронтів. В окремі роки, залежно від переваги циклонічної погоди над антициклонічною або навпаки, річні суми опадів можуть значно відрізнятись від багаторічної норми.

### **1.3.1 Вітровий режим**

Вітровий режим певною мірою відбиває умови циркуляції повітряних мас над місцевістю. Тому частково з напрямком вітру пов'язані температура і вологість повітря. Проте, напрямок вітру залежить від розподілу атмосферного тиску і дуже спотворюється рельєфом місцевості. Через це при вітрах одного і того ж напрямку може бути вторгнення повітряних мас різного типу. І, навпаки, повітряні маси одного якогось типу можуть поширюватися на місцевість при вітрах різного напрямку.

Напрямки вітру в умовах області визначаються не тільки загальноциркуляційними процесами, але й орографічними факторами. У Прикарпатті для року в середньому переважають північно-західний, південно-східний і західний напрямки вітру, в гірській частині – південно-східний та північно-східний напрямки [3].

### **1.3.2 Термічний режим**

Під термічним режимом розуміють зміни температури повітря у часі та просторі, які виражені багаторічними середніми місячними і середніми річними температурами повітря, амплітудами річних коливань температури, її абсолютними мінімумами і максимумами тощо.

Річний хід температури континентальний. У липні, найтеплішому місяці, температура становить в районах Прикарпаття 19-19,5<sup>0</sup>С тепла, у найхолоднішому (січні) вона знижується до 4-5,5<sup>0</sup> морозу. У горах липневі температури спадають на 0,7<sup>0</sup> на кожні 100 м підняття. Тому середні температури липня на висотах 1500-1800 м знижуються до 9-10<sup>0</sup> тепла. У січні вертикальний градієнт температури у два рази менший, ніж липневий. Тому в цей час зниження температури зі збільшенням висоти відбувається повільніше [3].

Континентальність клімату виявляється перш за все в амплітудах річних коливань температур, або в різницях між температурами найтеплішого і найхолоднішого місяців: чим більша ця різниця, тим більша континентальність клімату. Розрахунки показують, що континентальність клімату області найменша порівняно зі східними областями (наприклад, для Івано–Франківська індекс континентальності становить 33, а для Полтави – 41). У горах зі збільшенням висоти континентальність зменшується (Пожижевська – 24). Отже Карпати послаблюють континентальність клімату.

### **1.3.3 Оподи**

Основні характеристики режиму зволоження – це середні місячні та річні суми атмосферних опадів, а також їх сума за теплий (IV-VIII) і холодний (IX-III) періоди.

На території області річні суми опадів залежно від висоти місцевості коливаються в межах 600-1400 мм і навіть більше.

У Прикарпатті за рік випадає 600-800 мм опадів. У горах їх приріст на кожні 100 м підняття становить 11% від кількості опадів на рівні 300 м.

Для річного ходу опадів характерна значна перевага їх кількості за теплий період порівняно з холодним. За теплий період (IV-X) в районах Прикарпаття випадає близько 73% опадів від річної норми. Найбільш дощові

літні місяці (VI, VII, VIII), протягом яких випадає близько 44% опадів. Максимум опадів здебільшого припадає на червень[4].

У цілому територія Прикарпаття порівняно зі східними районами України відзначається найбільшими сумами опадів, що пояснюється впливом Карпат на атмосферні процеси.

Проте зволоження місцевості не визначається лише кількістю опадів, оскільки вони можуть значно випаровуватися. Тому для оцінки зволоження користуються коефіцієнтом зволоження ( $K = O/E$ ), який являє собою відношення кількості опадів місця ( $O$ ) до величини можливого за даних кліматичних умов випаровування ( $E$ ).

В районах Прикарпаття річні величини коефіцієнту зволоження коливаються від 1,1 до 1,49, а в горах перевищують 1,5.

Отже, в рівнинних районах в цілому за рік зволоження є достатнім, а в гірській частині – надмірним [4].

### 1.3.4 Температурний режим

Важлива характеристика температурного режиму за теплий період — дати весняного і осіннього переходу середньої добової температури через певні межі, а саме через  $0^{\circ}$ ,  $5^{\circ}$  і  $10^{\circ}$  С. Вони визначають початок, кінець і тривалість важливих для господарства періодів: теплого (понад  $0^{\circ}$ С), загального періоду вегетації (понад  $5^{\circ}$ С) і періоду активної вегетації сільськогосподарських рослин (понад  $10^{\circ}$ С). Розподіл цих характеристик по території області нерівномірний, що пов'язано з впливом висоти місця і форм рельєфу[2],

Внаслідок впливу фактора висоти місцевості тривалість цих періодів по області змінюється у таких межах: 1) теплий період від 260-270 днів у районах Прикарпаття до 200 днів у горах (на висоті 1430 м); 2) загальний період вегетації відповідно від 200-210 до 165 днів; період активної вегетації відповідно від 160-165 до 83 днів. Характерно, що тривалість періоду

активної вегетації у межах 250-1450 м скорочується зі збільшенням висоти вдвічі. Вище рівня 1800 м період активної вегетації цілком зникає.

У теплий період виділяється безморозний період, який обмежений датами останнього весняного і першого осіннього приморозків. Приморозки пов'язані з неперіодичними вторгненнями арктичного повітря, що викликає похолодіння.

Припинення весняних приморозків на передгірських ділянках області в середньому припадає на кінець квітня — на початок травня, а настають вони восени в кінці вересня — на початку жовтня. Тому середня тривалість безморозного періоду в цих районах становить 150-155 днів. [3].

На території Прикарпаття початок, кінець і тривалість метеорологічних сезонів значно змінюється зі збільшенням висоти місцевості.

У горах зі збільшенням висоти запізнюється весна і швидше настає осінь. Поступово виклинюється метеорологічне літо і період активної вегетації (з температурою понад  $10^{\circ}\text{C}$ ). Наприклад, вище рівня 850—900 м весна безпосередньо межує з осінню, а з висоти 1800 м з теплої частини виклинюється період з температурою понад  $10^{\circ}\text{C}$ . Причиною цього є зниження температури з висотою.

Характерна особливість літа — велика кількість атмосферних опадів. Літні опади часто мають вигляд злив. Іноді за добу випадає 90-100 мм і більше.

Протягом року в середньому в межах області буває 28-29 днів з грозою з максимумом у горах. Грози можливі в цій місцевості протягом усього теплого періоду року, проте найбільша їх повторюваність пов'язана з літнім сезоном (червень—серпень), коли кількість днів з грозою становить 70-80% від річної норми.

Найнижчі температури — в гірських долинах і улоговинах, куди стікає і застоюється холодне повітря. У таких формах рельєфу мінімальні температури можуть понижуватись до  $-39^{\circ}\text{C}$  і нижче [3].

Проте сильні морози бувають рідко. Щорічно пониження температури можливе від  $-12$  до  $-14^{\circ}\text{C}$ . Морози, які досягають  $-20^{\circ}\text{C}$  і нижче, щороку настають тільки в горах, а на рівнинах у передгір'ях на десятиріччя припадає п'ять—вісім разів з такими морозами. Ймовірність морозів від  $-30^{\circ}\text{C}$  і нижче становить 8-15%.

Для холодного періоду на території Прикарпаття дуже характерні часті, довгі та інтенсивні відлиги, що є наслідком частих вторгнень теплого атлантичного повітря. У середньому навіть в найхолоднішому місяці, січні, майже половина днів буває з відлигою.

Важлива особливість холодного періоду - утворення снігового покриву. Він внаслідок відлиг нестійкий. У будь-який час зими може зникати повністю. Стійкий сніговий покрив тут відсутній у 20-25% зим.

Загальна тривалість періоду зі сніговим покривом становить близько 115-150 днів.

Для районів Прикарпаття через часті відлиги в зимовий період характерна мала потужність снігового покриву. У горах найпомітніше збільшення висоти снігового покриву починається тільки на висотах 650-700 м і вище, де досягає 60 см [3].

У районах Прикарпаття водні запаси в снігу на кінець другої декади лютого досягають 25-30 мм.

### **1.3.5 Кліматичне районування**

Територію Прикарпаття можна поділити на п'ять термічних зон: 1) холодну; 2) помірно-холодну; 3) прохолодну; 4) помірну і 5) теплу [4].

Х о л о д н а з о н а характерна сумами активних температур, які нижчі від  $1000^{\circ}\text{C}$ . Її холодніша підзона розташована на висотах, що перевищують 1500 м, і охоплює субальпійські та альпійські пояси гірських лук. Суми температур тут звичайно бувають нижчими від  $600^{\circ}\text{C}$ . Ці термічні ресурси сприятливі лише для травостою.

Менш холодна підзона обмежується ізолініями сум температур 600-1000°C. Вона виражена схилами вододільних хребтів і межигір'ями на висотах 1250-1500 м, де проростають хвойні ліси.

Помірно холодну зону виділяють ізолініями сум температур 1000-1400°C. Зона розташована між висотами 950-1200 м і виражена на схилах і міжгірних долинах.

Прохолодна зона відділяється від сусідніх зон ізолініями сум температур 1400-1800°C. Виражена в межах висот 750-950 м на схилах гір, вкритих лісами і чагарниками (штучними полонинами), а також міжгірними долинами.

Помірна зона характерна сумами температур 1800-2400°C. Її нижня межа проходить біля підніжжя гір по горизонталі 400 м. Зона займає найбільшу площу порівняно з іншими гірськими зонами і поділяється на більш теплу (суми температур понад 2200°C) і менш теплу підзону.

Тепла зона характерна сумами температур 2400-2600°C до 2800°C на крайньому сході. Вона займає територію Прикарпаття і Рогатинського Опілля.

#### **1.4 Гідрологічна вивченість і особливості водного режиму**

Завдяки різноманітності кліматичних і орографічних умов міра розвитку гідрографічної мережі і характеристика річок в окремих частинах території різні. Густота річкової мережі з врахуванням річок завдовжки менше 10 км в середньому складає 1-1,5 км/км<sup>2</sup>, а без них 0,3-0,4 км/км<sup>2</sup>. Добре розвинена річкова мережа на Волино-Подільській височині.

За умовами живлення відповідно до орографічних і кліматичних особливостей розрізняють три основні групи річок: гірські річки, що характеризуються проходженням паводків протягом всього року; річки височин з високим весняним водопіллям і серією літніх дощових паводків; рівнинні степові річки, що характеризуються високою хвилею весняного

водопілля і невеликим стоком в іншу частину року; не рідко річки тут пересихають і перемерзають [5].

Річкова мережа в різних частинах басейну розвинута нерівномірно: найбільш значна вона в карпатській частині, де густина її перевищує 1-1,5 км/км<sup>2</sup>, найменше вона розвинена в південній, степовій частині басейну (0,20 км/км<sup>2</sup>). Правобережжя і лівобережжя Дністра по розвитку річкової мережі в різних частинах басейну також нерівноцінні. Впродовж верхньої третини його течії річкова мережа переважно розвинута по правобережжю, де протікають річки Бистриця, Стрий, Свіча, Лімниця, Луква, Бистриця Солотвинська і Надвірнянська.

Долина Дністра на перших 45 км глибока (80-100 м), v-подібна, у ряді місць має вигляд з майже прямовисними схилами, поросла лісом.

Дослідження виконані по 23 гідрологічних постах (рис.1.4). В табл. 1.1. та 1.2. наведені дані про розподіл постів на території Прикарпаття за довжиною спостережень і за площею водозборів.

Таблиця 1.1 – Розподіл постів за довжиною спостережень в басейні річок Прикарпаття

Кількість років спостережень					Усього
<10	11-15	16-20	21-50	>50	
0	0	0	11	12	23

Таблиця 1.2 – Розподіл постів за площею водозборів басейну річок Прикарпаття

Площа, км <sup>2</sup>					Усього
<500	500-2000	2000-5000	5001-10000	>10000	
16	4	-	2	1	23



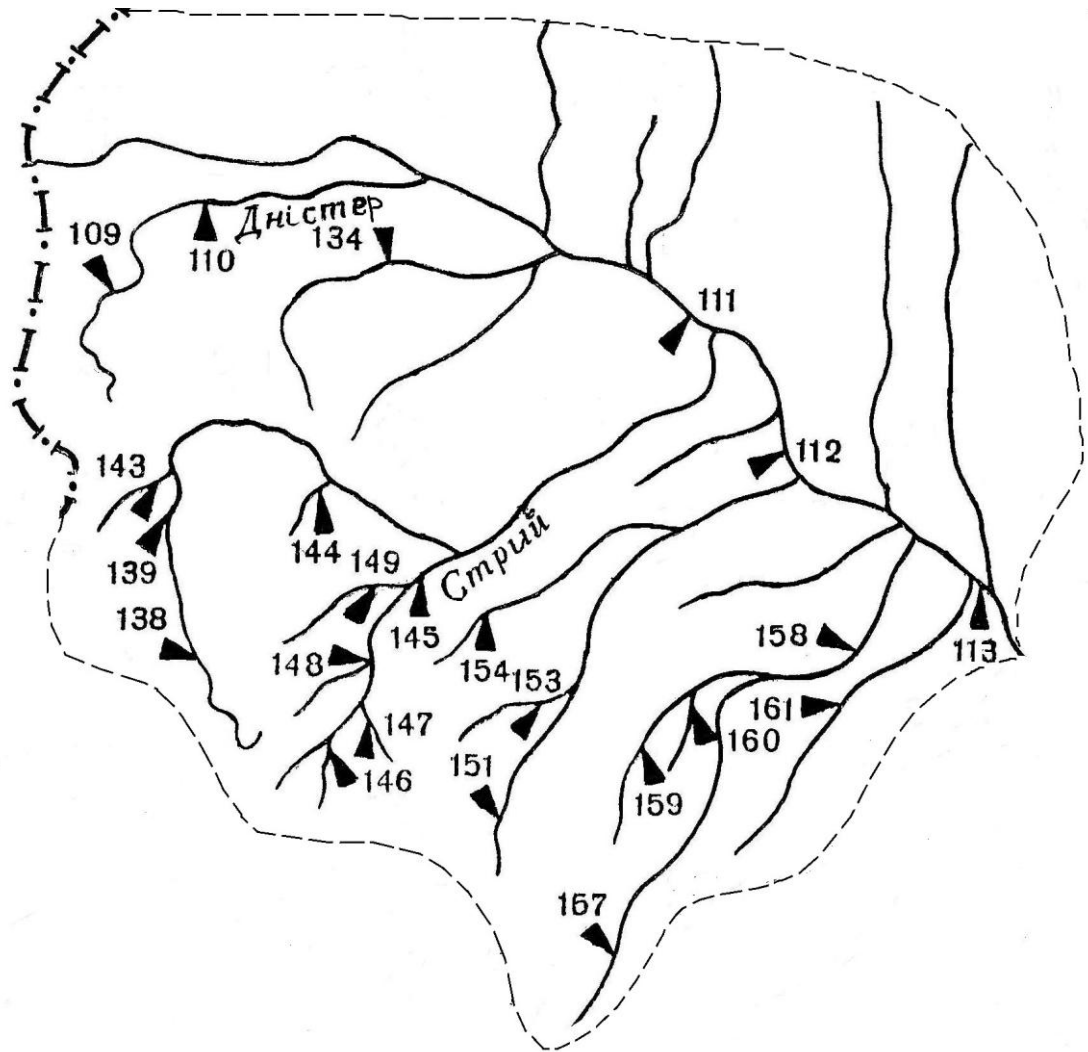


Рисунок 1.4 – Схема гідрологічних постів на річках Прикарпаття

Водний режим визначається кліматичними, гідрологічними, орографічними і гідрографічними особливостями території. Досліджуваний район знаходиться в різко змінюваних кліматичних і орографічних умовах, в зв'язку, з чим процеси формування стоку на різних його частинах вельми складні і обумовлюють істотні відмінності у водному режимі річок району (додаток А).

## 2 ІСНУЮЧИ МЕТОДИ ГІДРОЛОГІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ РІЧНОГО СТОКУ

Однією з основних характеристик водних ресурсів річок є норма стоку.

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

Нормою стоку називається його середня величина за багаторічний період з незмінними ландшафтно-географічними умовами, які відносяться до сучасної геологічної епохи та з однаковим рівнем господарського освоєння басейну річки. 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 [6].

Норма стоку може бути виражена як середньорічна витрата води  $\bar{Q}$  м<sup>3</sup>/с, середній річний об'єм стоку  $W$  в м<sup>3</sup> або км<sup>3</sup>, середній річний модуль стоку  $\bar{q}$  в л/скм<sup>2</sup>, середній річний шар стоку  $\bar{Y}$  в мм, віднесений до площі водозбору  $F$ .

### 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, розрахована за формулою (2.1), буде відрізнятися від істинного середнього значення  $\bar{q}_N$  при  $N \rightarrow \infty$  на деяку величину  $\sigma_{q_n}$ , 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);

$\sigma_{q_n}$  - середня квадратична похибка n-річної середньої.

Для оцінки точності визначення норми стоку річок використовують відносне значення середньої квадратичної похибки. Так, якщо виразити  $\sigma_{q_n}$  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.

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  $\sigma_{C_v}$  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 ( $r_1 \leq 0.5$ ) [7].

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

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

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 України 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  $\sigma_{C_v} \leq 15\%$  [7].

## 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. [6]

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.

### 2.2.1 Метод різницевого інтегрального кривих

Різницеві інтегральні криві відхилень річних величин стоку від його середнього значення будують у відносних величинах, тобто у модульних коефіцієнтах. Для побудовання такої кривої послідовно сумують відхилення модульних коефіцієнтів хронологічного ряду від їх середнього багаторічного значення, який дорівнює одиниці. [6]

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

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

де  $K_i$  - модульний коефіцієнт.

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

Різницева інтегральна крива має ту властивість, що тангенс кута  $\alpha$  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  $(K_i - 1)_{\text{н\delta}}$  позитивне, відповідає багатоводній фазі коливань стоку.

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

### **2.3 Обчислення статистичних параметрів річного стоку при коротких рядах спостережень**

Короткими вважають ряди, які не задовольняють принципу репрезентативності, тобто не мають повних циклів коливань водності, а середня квадратична похибка середнього значення ряду не перевищує  $\pm 10\%$ . Відповідно СНіП 2.01.14-83 [8] у таких випадках виконується приведення

статистичних параметрів розподілу до багаторічного періоду за допомогою річок-аналогів, які мають тривалі ряди спостережень за стоком і відповідають вимогам репрезентативності .

При виборі річки-аналога необхідно дотримуватись таких вимог:

- щоб розрахункова річка і річка-аналог знаходилися у безпосередній географічній близькості;
- схожості кліматичних умов;
- однорідності умов формування стоку;
- синхронності коливань річного стоку на досліджуваних водозборах;
- щоб площі водозборів не відрізнялися більше, ніж в 10 разів, а їх середні висоти (для гірських річок) – більше, чим на 300 м;
- щоб періоди спільних спостережень за стоком на досліджуваних річках були не менше ніж 10 років.

Об'єктивним критерієм правильності вибору річки-аналога є досить тісний зв'язок між характеристиками стоку за період спільних спостережень, який характеризується коефіцієнтом кореляції  $r$  (за умови  $r \geq 0.7$ ).

За аналог можуть бути прийняті один або декілька пунктів, які відповідають вищенаведеним умовам.

Приведення статистичних параметрів річного стоку до багаторічного періоду за наявності одного аналога виконується графічним, аналітичним, графо-аналітичним способом або за методом коефіцієнтів.

### **2.3.1 Приведення статистичних параметрів річного стоку коротких рядів спостережень до багаторічного періоду графічним способом**

В основу метода покладено графік зв'язку значень річного стоку розрахункової річки та річки-аналога за період спільних спостережень (не менше, ніж 10 років).

Залежність вважається задовільною, якщо відхилення точок від лінії зв'язку не перевищує  $\pm 10\%$ , а коефіцієнт кореляції між стоком досліджуваних річок не менше, ніж 0.7.

Коефіцієнт кореляції  $r$  визначається за формулою:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (q_i - \bar{q})(q_i^a - \bar{q}^a)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2 \sum_{i=1}^{n-1} (q_i^a - \bar{q}^a)^2}}, \quad (2.11)$$

де  $q_i, q_i^a$  - середньорічні модулі стоку за період спільних спостережень на досліджуваній річці та за річкою-аналогом;

$\bar{q}, \bar{q}_i^a$  - відповідно середні багаторічні модулі стоку;

$n$  - число років спільних спостережень.

При прямолінійному зв'язку норма стоку короткого ряду визначається безпосередньо по графіку через норму стоку річки-аналога .

При наявності нелінійних зв'язків річного стоку, що обумовлено характером коливань стоку у двох створах, необхідно мати більш тривалий ряд спільних спостережень (більш, ніж 10-20 років). У цьому випадку графік зв'язку використовується для подовження ряду по роках з подальшим обчисленням норми по відновленому ряду[6].

Коефіцієнт варіації ряду, приведеного графічним способом, обчислюється за формулою:

$$C_v = A \frac{\bar{q}_n^a}{\bar{q}_n} C_v^a, \quad (2.12)$$



де  $\bar{q}_n^a, C_v^a$  - статистичні параметри річного стоку річки-аналога за багаторічний період;

$\bar{q}_n, C_v$  - статистичні параметри приведенного ряду.

Співвідношення коефіцієнта асиметрії та варіації приймається за осередненими даними групи річок гідрологічного району, де розташована досліджувана річка, з тривалими рядами спостережень.

Похибка норми річного стоку короткого ряду, приведенного до багаторічного періоду за допомогою графіків зв'язку, розраховується за формулою :

$$\sigma_{\bar{q}_n} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}, \quad (2.13)$$

де  $\sigma_1$  - похибка обчислення норми річного стоку річки-аналога, яка визначається за формулою (2.3);

$\sigma_2$  - похибка кореляції стоку за період спільних спостережень, обчислена за рівнянням:

$$\sigma_2 = \frac{C_v \sqrt{1-r^2}}{\sqrt{n}}, \quad (2.14)$$

де  $C_v$  - коефіцієнт варіації річного стоку для розрахункового створу.

### **2.3.2 Приведення статистичних параметрів коротких рядів спостережень до багаторічного періоду графо-аналітичним методом**

Відповідно до графо-аналітичного методу статистичні параметри короткого ряду  $\bar{q}_n, C_v, C_s$  обчислюються через характерні ординати

згладженої кривої забезпеченості (5%, 50%, 95%) на підставі кореляційної залежності за спільний період спостережень.

Приведення виконується за схемою [7].

Значення річного стоку за багаторічний період спостережень по річці-аналогу розташовують в порядку убутання та визначають їх забезпеченість за формулою:

$$P = \frac{m}{N + 1} \cdot 100\%, \quad (2.15)$$

де  $m$  – порядковий номер ранжованої вибірки;

$N$  – довжина ряду.

На підставі цих даних на клітчатці імовірності будується емпірична крива забезпеченості річного стоку річки-аналога, яка згладжується. З неї знімають опорні ординати  $q_{5\%}^a, q_{50\%}^a, q_{95\%}^a$ .

Використовуючи графік залежності річних модулів стоку розрахункової річки та річки-аналога, знаходять відповідні ординати кривої забезпеченості досліджуваної річки  $q_{5\%}, q_{50\%}, q_{95\%}$ .

Статистичні параметри короткого ряду розраховують за відновленими ординатами.

Спочатку обчислюється коефіцієнт скошеності  $S$ :

$$S = \frac{q_{5\%} + q_{95\%} - 2q_{50\%}}{q_{5\%} - q_{95\%}} \quad (2.16)$$

За спеціальною таблицею [7] відповідно  $S$  встановлюють коефіцієнт  $C_s$ .

Середньоквадратичне відхилення  $\sigma_q$  розраховується за формулою

$$\sigma_q = \frac{q_{5\%} - q_{95\%}}{t_{5\%} - t_{95\%}}, \quad (2.17)$$

де  $t_{5\%}, t_{95\%}$  - ординати нормованої кривої біноміального розподілу, які визначаються в залежності від  $S$  по спеціальним таблицям [7].

Середньобагаторічне значення (норма) річного стоку обчислюється за рівнянням

$$\bar{q}_n = q_{50\%} - \sigma_q \Phi_{50\%}, \quad (2.18)$$

Коефіцієнт варіації  $C_v$  знаходиться як:

$$C_v = \frac{\sigma_q}{\bar{q}_n}. \quad (2.19)$$

### 2.3.3 Аналітичний спосіб приведення статистичних параметрів річного стоку

Приведення норми річного стоку коротких рядів до багаторічного періоду виконується на підставі рівняння лінійної регресії. При цьому необхідно мати на увазі, що:

- період спільних спостережень повинен бути не менше, ніж 10-15 років;
- коефіцієнт кореляції річного стоку досліджуваної річки та річки-аналога  $r \geq 0.7$ ;
- відношення коефіцієнта регресії  $K$  до його середньоквадратичної похибки дорівнює  $K / \sigma_k \geq 2.0$ .

Коефіцієнт регресії обчислюється за формулою:

$$K = \frac{r \cdot \sigma}{\sigma^a}, \quad (2.20)$$

де  $\sigma$  та  $\sigma^a$  – середні квадратичні відхилення значень річного стоку дослідженої річки та аналога за спільний період спостережень

Похибка коефіцієнта регресії дорівнює:

$$\sigma_k = \frac{\sigma}{\sigma^a} \frac{1-r^2}{\sqrt{n-1}}, \quad (2.21)$$

Запишемо рівняння лінійної регресії для норми річного стоку:

$$\bar{q}_N = \bar{q}_n + r \frac{\sigma}{\sigma^a} (\bar{q}_N^a - \bar{q}_n^a), \quad (2.22)$$

де  $\bar{q}_N$  та  $\bar{q}_N^a$  - середні багаторічні значення (норми) модулів річного стоку досліджуваної річки та аналога;

$\bar{q}_n$ ,  $\bar{q}_n^a$  - відповідні середні значення стоку за період спільних спостережень  $n$ .

Коефіцієнт кореляції розраховується за формулою (2.11).

Середньоквадратичні відхилення значення річного стоку  $\sigma$  та  $\sigma^a$  встановлюються за відповідними формулами:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2}{n-1}} \quad (2.23)$$

$$\sigma^a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_i^a - \bar{q}^a)^2}{n-1}} \quad (2.24)$$

Коефіцієнт варіації приведенного ряду дорівнює:

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{q}_N} \sqrt{1 + r^2 \left( 1 - \frac{\sigma^a}{\sigma_N^a} \right)}, \quad (2.25)$$

де  $\sigma_N^a$  - середньоквадратичне відхилення модулів річного стоку ряду-аналога за багаторічний період спостережень N років[6].

Середня квадратична похибка приведенного значення норми річного стоку оцінюється за формулою:

$$\sigma_{\bar{q}_N} = \frac{100\sigma}{\bar{q}_N \cdot \sqrt{n}} \sqrt{1 + r^2 \left( \frac{n}{N} \frac{\sigma_N^a}{\sigma^a} - 1 \right)} \quad (2.26)$$

### 2.3.4 Приведення ряду до багаторічного періоду методом коефіцієнтів

Для розрахунку за цим методом спочатку визначається коефіцієнт кореляції між значеннями короткого ряду та ряду аналога за період сумісних спостережень. Якщо значення  $r \geq 0.7$ , то досліджується синхронність коливань стоку на двох постах. Для цього будуються хронологічні графіки коливань річного стоку. Якщо коливання синхронні, то можна записати

$$\frac{\bar{q}_N^a}{q_n^a} = \frac{\bar{q}_N}{\bar{q}_n}, \quad (2.27)$$

де  $\bar{q}^a_N$  та  $\bar{q}_N$  - середнє багаторічне значення річного стоку (норма) річки-аналога та короткого ряду, відповідно, а  $\bar{q}^a_n$  та  $\bar{q}_n$  - середнє значення річного стоку річки-аналога та короткого ряду за період сумісних спостережень  $n$ . [6]

Позначимо співвідношення  $\frac{\bar{q}^a_N}{\bar{q}^a_n}$  як  $K_N$ , тоді для досліджуваного короткого ряду можна визначити норму стоку за виразом:

$$\bar{q}_N = K_N \bar{q}_n \quad (2.28)$$

### 3 ІСНУЮЧИ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ У ЧАСОВИХ РЯДАХ РІЧНОГОСТОКУ

Відповідно рекомендаціям СНіП 2.01.14.83, статистичну обробку рядів середньорічних модулів стоку виконують з використанням методів моментів та найбільшої правдоподібності [8].

#### 3.1 Метод моментів

При описуванні властивостей статистичних сукупностей використовуються моменти двох видів: початкові, центральні[9].

Початковим моментом  $s$ -го порядку  $\alpha$  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  $D_x$  [7].

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) [7]. Для його усунення в (3.8) вводиться поправка, з урахуванням якої отримують більш загальний вираз для  $\sigma_x$

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

Для порівняння мінливості різномасштабних випадкових величин приймають безрозмірний параметр [7], 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 симетрично [7].

Нормування дозволяє отримати безрозмірний параметр статистичного розподілу, названий коефіцієнтом асиметрії [7].

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

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

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

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 [9].

### 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 [9]. Тому в цілях спрощення розрахункової схеми Є.Г. Блохінов запропонував спочатку обчислювати статистики:

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

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

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

Як видно із рівняння (3.15), статистика  $\lambda$  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 [10].

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 [7].

### 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 [8]. 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.

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 [7]. 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 [7]. При відсутності внутрішньо рядних 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  $n$  [9]. 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.

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 [10].

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 [10].

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% [10]. 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) [7].

### **3.4 Аналіз статистичної обробки часових рядів річного стоку в басейні річок Прикарпаття**

Статистична обробка часових рядів середньорічних модулів стоку в басейні річок Прикарпаття проводилась методами моментів та найбільшої правдоподібності [7]. Обчислювались стандартні параметри ( $\bar{q}, C_v, C_s$  і  $C_s / C_v$ ) за формулами (3.7), (3.10), (3.13). Результати розрахунку наведені у табл. 3.1, з якої видно, що по методу моментів коефіцієнт варіації змінюється

від 0,42 (р.Дністер – м. Самбір,  $F = 850 \text{ км}^2$ ) до 0,22 (р.Лімниця – с. Осмолода,  $F = 203 \text{ км}^2$ ).

Коефіцієнт асиметрії змінюється від 2,9 (р.Дуба – с. Дуба,  $F = 35,1 \text{ км}^2$ ) до  $-0,03$  (р. Стрий – с. Завадівка,  $F = 740 \text{ км}^2$ ). Співвідношення  $C_s/C_v$  в середньому знаходиться на рівні 2,76, що відповідає рекомендаціям СНіП 2.01.14-83 [8].

Середня квадратична похибка середньорічних модулів стоку в басейні річок Прикарпаття обчислювалась за формулою (3.18) і дорівнює  $\sigma_q^- = 4,4\%$ .  
Результати обчислення наведені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Результати розрахунку статистичних параметрів річного стоку річок Прикарпаття

№ поста	Річка-пост	F, км <sup>2</sup>	n, лет	$\bar{q}_{cp}$ , л/(с·км <sup>2</sup> )	Метод моментів		Метод найб. правдоп.		$\sigma_{\bar{q}}$
					C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub> /C <sub>v</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
109	Дністер – с. Стрільки	384	55	13,9	0,30	0,46	0,30	1,6	4,05
110	Дністер – м. Самбір	850	58	13,1	0,42	0,19	0,42	0,6	5,51
111	Дністер – с. Роздол	5700	40	8,32	0,27	0,37	0,27	1,5	4,27
112	Дністер – с. Журавне	9910	59	11,1	0,36	1,35	0,36	4,2	4,69
113	Дністер – м. Галич	14700	86	11,0	0,30	0,72	0,30	2,5	3,23
134	Бистриця – с. Озимина	206	49	12,4	0,41	0,92	0,41	2,4	5,86
138	Стрий – с. Матків	106	49	27,5	0,26	0,17	0,26	0,8	3,71
139	Стрий – с. Завадівка	740	42	21,4	0,20	-0,03	0,20	0,3	3,09
143	Яблунька – м. Турка	136	37	18,8	0,30	0,01	0,30	0,3	4,93
144	Рибник – с. Рибник	159	36	23,6	0,32	0,49	0,32	1,7	5,33
145	Опір – м. Сколе	733	53	19,4	0,25	0,49	0,25	2,1	3,43
146	Славська – с. Славське	76,3	50	24,7	0,25	0,24	0,25	1,1	3,54
147	Рожанка – с. Ружанка	88,6	34	23,5	0,25	0,0	0,25	0,4	4,29
148	Головчанка – с. Тухля	130	49	23,3	0,29	1,31	0,29	5,1	4,14
149	Орава – х. Святослав	204	59	18,1	0,28	0,52	0,28	2,0	3,65
151	Свіча – с. Мислівка	201	44	26,9	0,31	1,5	0,30	5,8	4,52
153	Лужанка – с. Гошів	146	48	16,0	0,35	1,34	0,35	4,3	5,05
154	Сукель – с. Тисів	138	44	22,3	0,25	-0,12	0,25	-0,1	3,77
157	Лімниця – с. Осмолода	203	47	34,2	0,22	-0,13	0,22	-0,1	3,21
158	Лімниця – с. Перевозець	1490	50	15,8	0,29	0,49	0,29	1,8	4,10

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
159	Чечва – с. Спас	269	48	19,2	0,32	0,44	0,32	1,5	4,62
160	Дуба – с. Дуба	35,1	18	15,2	0,27	2,9	0,27	22,6	6,36
161	Луква – с. Боднарів	185	50	12,6	0,41	0,45	0,41	1,2	5,80
Середнє значення								2,76	4,40



## 4 ВИЗНАЧЕННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ НОРМИ РІЧНОГО СТОКУ НА РІЧКАХ ПРИКАРПАТТЯ

За відсутності систематичних вимірювань стоку і відповідно часових рядів норма стоку визначається непрямими методами [11].

У відповідності з нормативним документом СНіП 2.01.14-83, у гірських районах рекомендується побудування регіональних залежностей між нормами стоку і середньою висотою водозборів[8].

### 4.1 Циклічність часових рядів річного стоку річок Прикарпаття

Для встановлення циклів коливання водності були обрані 4 гідрологічних поста з найбільшими періодами спостережень від 55 років до 86 років[12]. Вихідні дані наведені у додатку Б, а самі різницеві криві представлені на рис. 4.1 - 4.4.

Часові ряди, використані для розрахунку різницевих інтегральних кривих, на жаль, мали перериви у спостереженнях. У цілому можна відзначити, що наявні ряди мають чітко виражені цикли коливань водності. Це дозволяє розрахувати норму річного стоку.

### 4.2 Просторове узагальнення норми річного стоку

Вихідні дані по нормі річного стоку наводяться у табл. (3.1), а морфометричні характеристики – у додатку А. На підставі цих даних побудована залежність  $\bar{q} = f(H_{cp})$ , яка наводиться на рис. 4.5. Описується вона рівнянням

$$\bar{q} = 0.031H_{cp} - 4.55; \quad r = 0.94 . \quad (4.1)$$

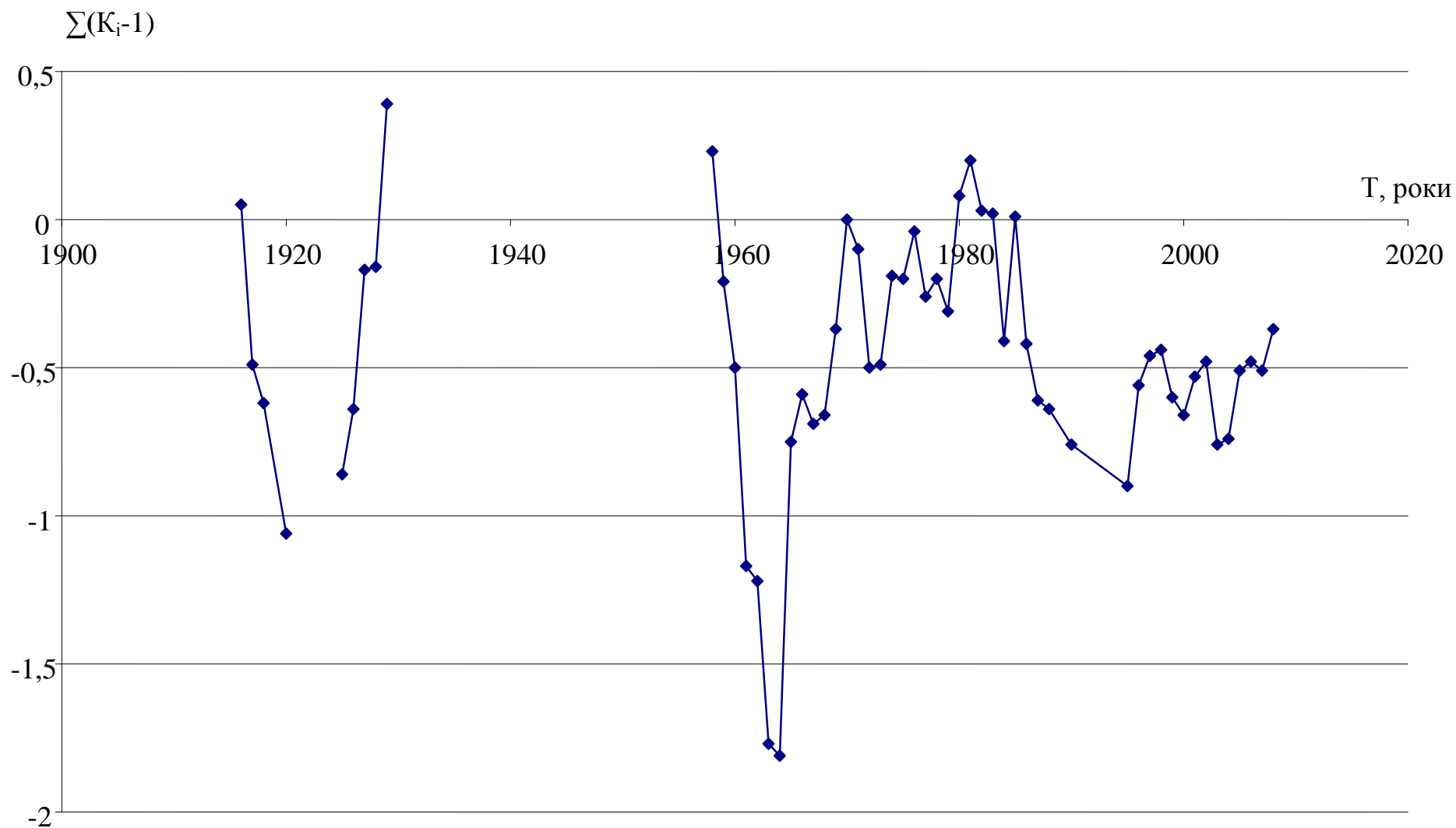


Рисунок 4.1 – Різницева інтегральна крива р.Дністер - с.Стрілки

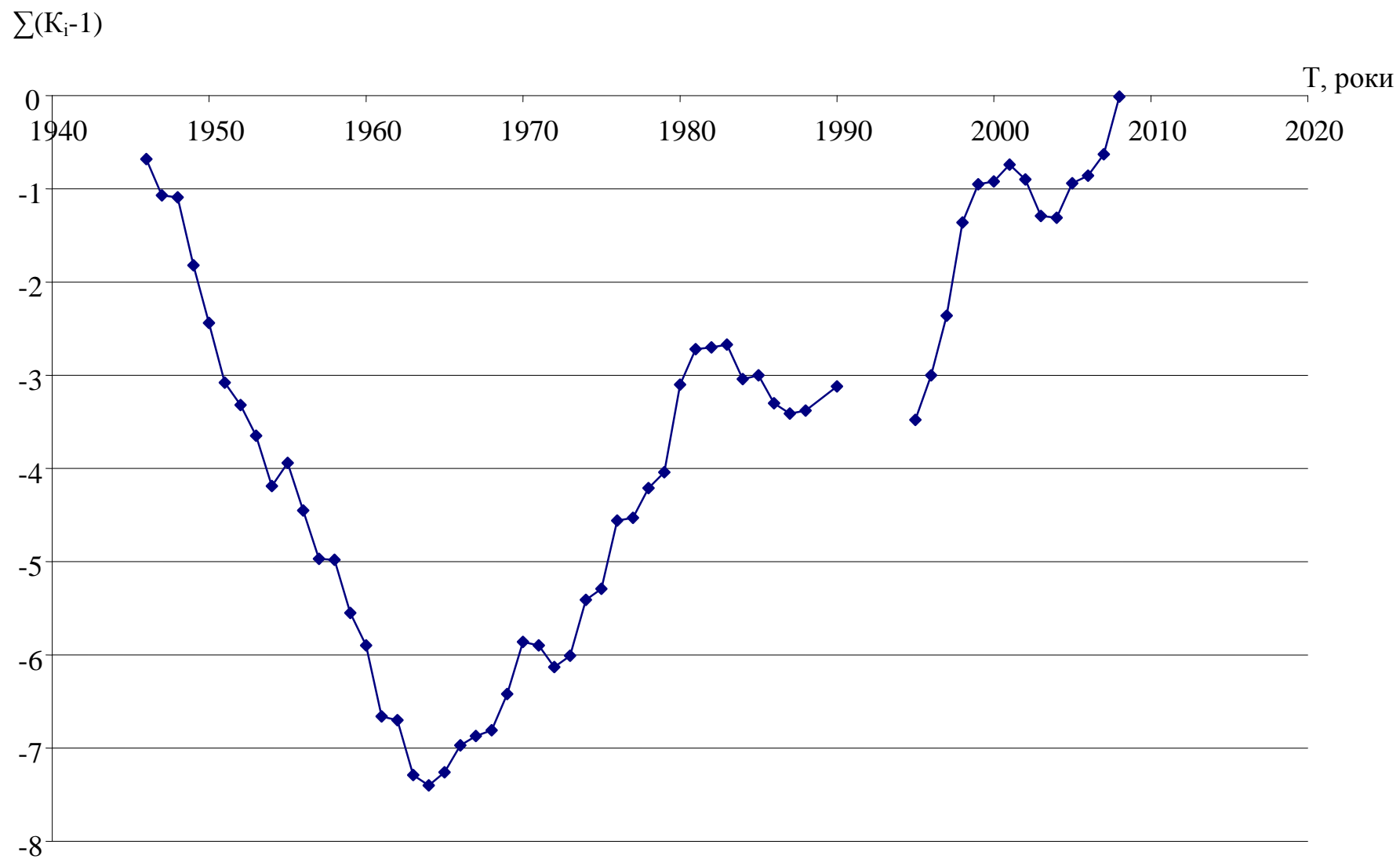


Рисунок 4.2 – Різницева інтегральна крива р.Дністер - м.Самбір

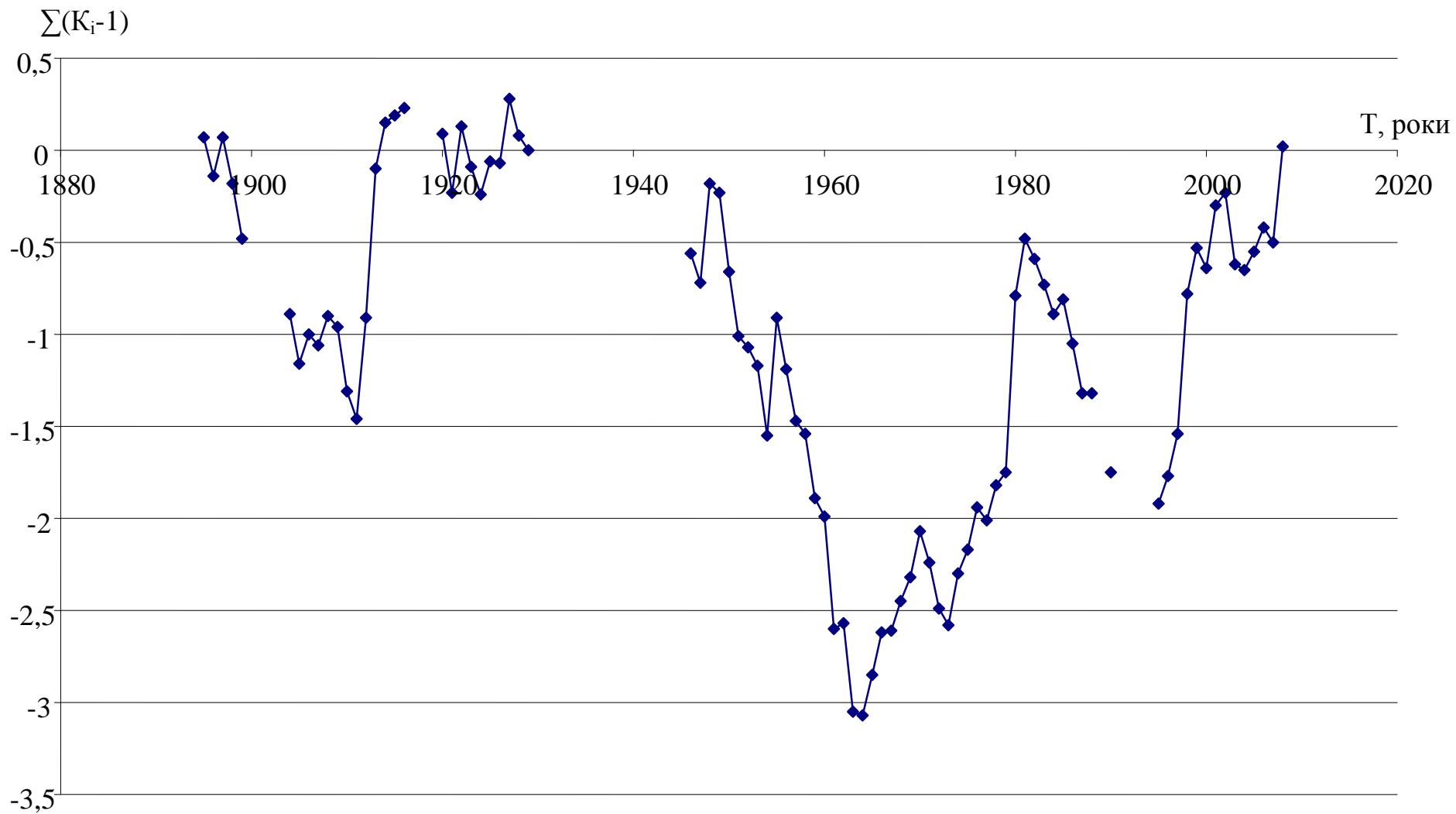


Рисунок 4.3 – Різницева інтегральна крива р.Дністер - м.Галич

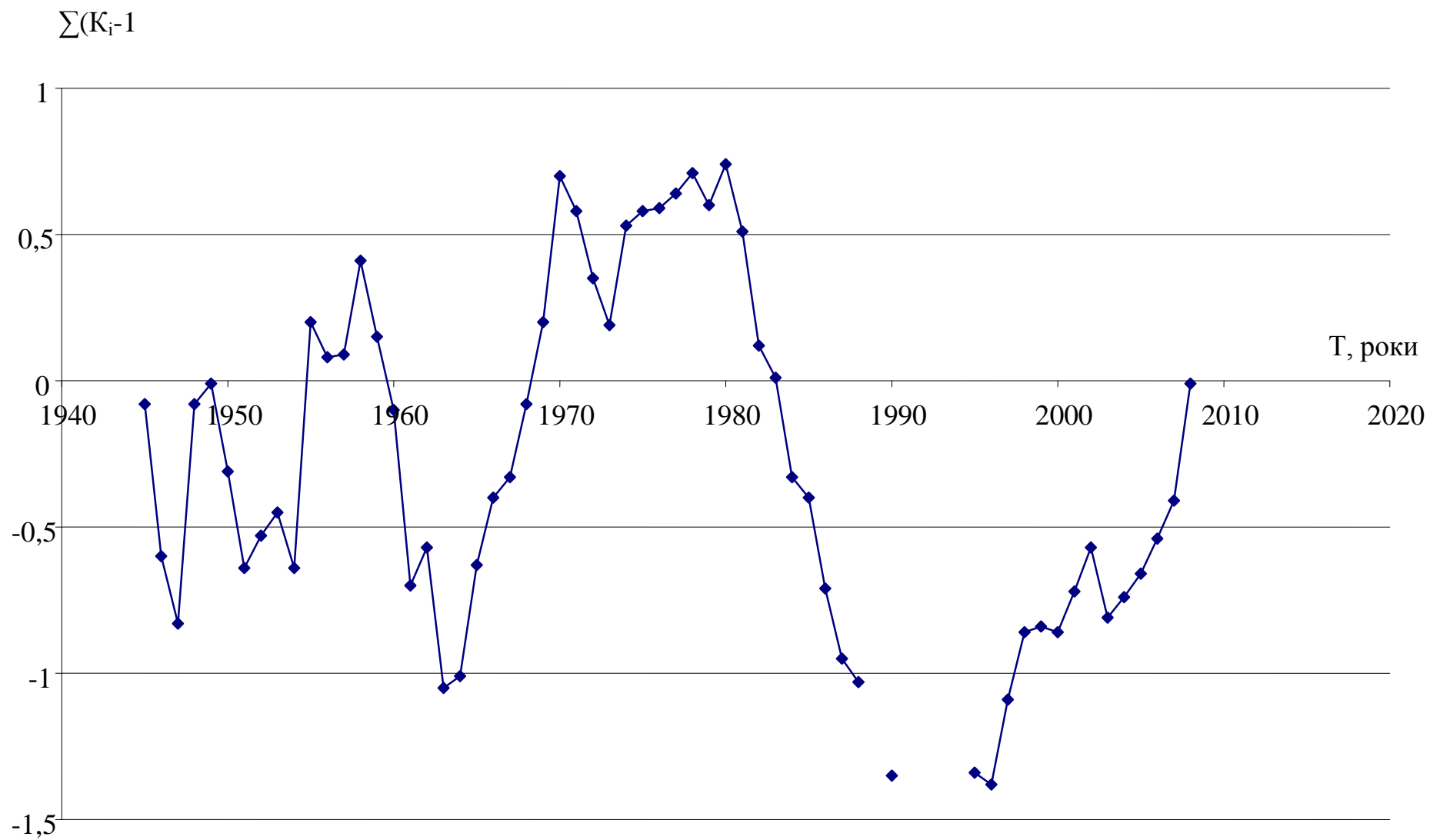


Рисунок 4.4 – Різницева інтегральна крива р.Орава - с.Святослав

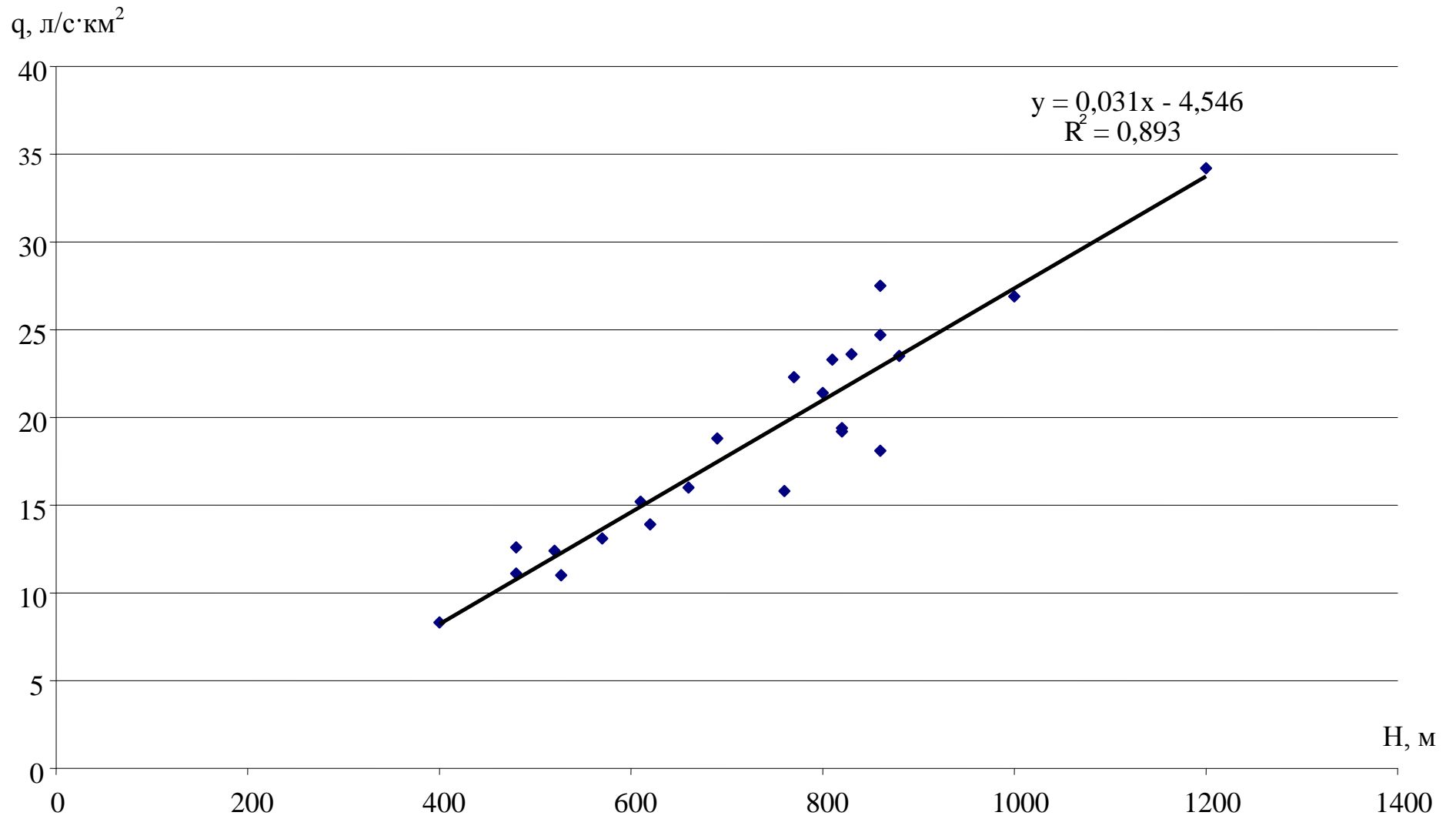


Рисунок 4.5 - Залежність середньорічних модулів стоку від висоти водосбору

Якщо в рівняння підставити  $H_{cp} = 0$ , то  $\bar{q} = -4.55$ , що протиречить фізичним межам цього параметра [12]. Відомо, що стокові характеристики не можуть приймати від'ємних значень. Перетворимо рівняння (4.1) наступним чином

$$\bar{q} = 0.031( H_{cp} - 800 ) + 20.25; \quad r = 0.94, \quad (4.2)$$

де  $H_{cp} = 800$  м – умовна висота, до якої приводяться дані рівняння (4.2);  
20,25 – модуль стоку (л/с·км<sup>2</sup>) при  $H_{cp} = 800$  м.

### 4.3 Перевірочні розрахунки

За рівнянням (4.1) виконані перевірочні розрахунки (табл. 4.1). Похибки змінюються від 0,2 (р.Дністер – г.Самбір) до 20,4 (р.Лімниця – с.Перевозець). Середнє відхилення дорівнює  $\Delta\bar{q} = 8.9\%$ , що відповідає вимогам СНіП 2.01.14 -83 ( $\Delta\bar{q} = 10\%$ )[8]. і точності вихідної інформації  $\sigma_{\bar{q}} = 4.4\%$ .

Таким чином, запропоновану формулу можна рекомендувати для визначення норми стоку для річок Прикарпаття при відсутності матеріалів спостережень.

Вплив інших чинників не має необхідності досліджувати, оскільки розрахункова формула (4.2) забезпечує точність менш 10%.

Таблиця 4.1 – Перевірочні розрахунки

№ посту	Річка-пост	$F, \text{ км}^2$	$\bar{q}_p,$ л/(с·км <sup>2</sup> )	$\bar{q}_\phi,$ л/(с·км <sup>2</sup> )	$ \Delta\bar{q} ,$ %
109	Дністер – с. Стрілки	384	14,68	13,9	5,6
110	Дністер – м. Самбір	850	13,13	13,1	0,2
111	Дністер – с. Роздол	5700	7,86	8,32	5,5
112	Дністер – с. Журавне	9910	10,34	11,1	6,8
113	Дністер – м. Галич	14700	11,80	11,0	7,2
134	Бистриця – с. Озимина	206	11,58	12,4	6,6
138	Стрий – с. Матків	106	22,12	27,5	19,6
139	Стрий – с. Завадівка	740	20,26	21,4	5,3
143	Яблунька – м. Турка	136	16,85	18,8	10,4
144	Рибник – с. Рибник	159	21,19	23,6	10,2
145	Опір – м. Сколе	733	20,88	19,4	7,6
146	Славська – с. Славське	76,3	22,12	24,7	10,4
147	Рожанка – с. Ружанка	88,6	22,74	23,5	3,2
148	Головчанка – с. Тухля	130	20,57	23,3	11,7
149	Орава – х. Святослав	204	22,12	18,1	22,2
151	Свіча – с. Мислівка	201	26,46	26,9	1,6
153	Лужанка – с. Гошів	146	15,92	16,0	0,5
154	Сукель – с. Тисів	138	19,33	22,3	13,3
157	Лімниця – с. Осмолода	203	32,66	34,2	4,5
158	Лімниця – с. Перевозець	1490	19,02	15,8	20,4
159	Чечва – с. Спас	269	20,88	19,2	8,8
160	Дуба – с. Дуба	35,1	14,37	15,2	5,5
161	Луква – с. Боднарів	185	10,34	12,6	17,9
Среднее значение					8,9



## ВИСНОВКИ

На основі виконаних розрахунків норм річного стоку на річках Прикарпаття можна зробити такі висновки:

1. Базові характеристики норм річного стоку отримані по 23 постах з площами водозборів від 35.1 км<sup>2</sup> (р.Дуба – с.Дуба) до 14700 км<sup>2</sup> (р.Дністер – м.Галич).

2. Статистична обробка часових рядів норм річного стоку виконувалась з використанням методів моментів і найбільшої правдоподібності. Варіації  $C_v$  змінюються по території від 0,20 до 0,42, співвідношення між коефіцієнтами асиметрії і варіації прийнята на рівні  $C_s / C_v = 2.76$ . Середньорічні модулі стоку змінюються від 8,32 (л/с·км<sup>2</sup>) до 34,2 (л/с·км<sup>2</sup>);  $\sigma_{\bar{q}} = 4,4\%$ .

3. Для встановлення циклів коливання водності було обрано 4 гідрологічних поста (р.Дністер – м.Галич; р.Дністер – м.Самбір; р.Дністер – с.Стрілки; р.Орава – с.Святослав), які мають найбільшу тривалість спостережень від 55 до 86 років.

4. Для просторового узагальнення норми річного стоку на річках Прикарпаття побудована залежність між нормою стоку і середньою висотою водозборів  $\bar{q} = f(H_{cp})$ , яка описується рівнянням  $\bar{q} = 0.031(H_{cp} - 800) + 20.25$ . Змінюються норми стоку від 7,86 (л/с·км<sup>2</sup>) (р.Дністер – с.Роздол) до 26,46 (л/с·км<sup>2</sup>) (р.Свіча – с.Мислівка).

5. Перевірочні розрахунки виконувались на підставі рівняння, яке описує залежність  $\bar{q} = f(H_{cp})$ . Похибка змінюється від 0,2% до 20,4%. Середнє відхилення дорівнює  $\Delta\bar{q} = 8.9\%$ , що відповідає вимогам СНІП 2.01.14-83 ( $\Delta\bar{q} = 10\%$ ) і точності вихідної інформації ( $\sigma_{\bar{q}} = 4,4\%$ ).

6. Запропоновану формулу можна рекомендувати для визначення норми стоку річок Прикарпаття.

7. Вплив інших чинників не має необхідності досліджувати, оскільки розрахункова формула забезпечує точність менш 10%.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ресурсы поверхностных вод СССР.Т.6 Украина и Молдавия. /Под ред. М.С. Каганера. Гидрометеиздат. Ленинград: Гидрометеиздат,1971. 655с.
2. Вахрушев Б.О., Ковальчук І.П., Кисілев О.О., Кравчук Я.С., Палієнко Є.П., Стецюк В.В. Рельєф України. Навч. Посібник, К., Видавничий дім «Слава», 2010, 688с.
3. Гончарова Л.Д.,Серга Е.М., Школьний Є.П. /Клімат і загальна циркуляція атмосфери: Навч.посібник. Одеса: ТЕС, 2005. 251с.
4. Липінський В.М, Дячук В.А., Бабіченко В.М./Клімат України. Київ: Видавництво Раєвського,2003.343с.
5. Вишневецький В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. К.: Ника центр. 2003. 324с.
6. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Лобода Н.С. Гідрологічні розрахунки. Одеса: тес.2014. 483с.
7. Гопченко Є.Д., Гушля О.В. Гідрологія суші з основами водних меліорацій. Київ.1994.296.с.
8. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик Гидрометеиздат.1983. 447с.
9. Рождественський А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. Ленинград.: Гидрометеиздат, 1974г. 424 с.
10. Лобода Н.С. Збірник методичних вказівок до практичних занять з дисципліни «Гідрологічні розрахунки». Одеса, ОДЕКУ, 2005. 56с.
11. Соколовский Д.Л. Речной сток . Ленинград: Гидрометеиздат,1968. 538 с.
12. Шакірзанова Ж.Р., Бурлуцька М.Е. Гідрологічні розрахунки і прогнози: Конспект лекцій. Одеса: Видавництво ОДЕКУ. 2016. 158 с.

## ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Основні морфометричні характеристики річок  
Прикарпаття

№ п/п	№ поста	Река – пост	$F$ , км <sup>2</sup>	$L$ , км	$I$ , ‰	$H$ , м	$f_{\sigma}$ , %	$f_{\lambda}$ , %
1	2	3	4	5	6	7	9	10
1	109	Дністер – с. Стрілки	384	35	5,9	620	0	40
2	110	Дністер – м. Самбір	850	74	3,9	570	0	51
3	111	Дністер – с. Роздол	5700	161	1,7	400	9	25
4	112	Дністер – с. Журавне	9910	193	1,4	480	6	30
5	113	Дністер – м. Галич	14700	-	-	527	4	30
6	134	Бистриця – с. Озимина	206	38	6,4	520	1	37
7	138	Стрий – с. Матків	106	29	7,2	860	0	56
8	139	Стрий – с. Завадівка	740	73	3,3	800	0	35
9	143	Яблунька – м. Турка	136	22	5,7	690	0	21
10	144	Рибник – с. Рибник	159	2,9	16,9	830	0	79
11	145	Опір – м. Сколе	733	44	6,3	820	0	50
12	146	Славська – с. Славське	76,3	13	15,9	860	0	24
13	147	Рожанка – с. Ружанка	88,6	22	18,7	880	0	55
14	148	Головчанка – с. Тухля	130	9,6	8,9	810	0	28
15	149	Орава – х. Святослав	204	25	11,1	860	0	68
16	151	Свіча – с. Мислівка	201	20	14,5	1000	0	95
17	153	Лужанка – с. Гошів	146	26	14,0	660	0	55
18	154	Сукель – с. Тисів	138	30	16,8	770	0	80
19	157	Лімниця – с. Осмолода	203	27	15,5	1200	0	83
20	158	Лімниця – с. Перевозець	1490	106	8,0	760	2	55
21	159	Чечва – с. Спас	269	23	10,9	820	0	72
22	160	Дуба – с. Дуба	35,1	10	27,7	610	0	56
23	161	Луква – с. Боднарів	185	49	6,4	480	0	62

## ДОДАТОК Б

## Розрахунок ординат різницевої інтегральних кривих

Таблиця Б.1 – Розрахунок ординат різницевої інтегральної кривої басейну р.Дністер – с.Стрілки,  $F=384 \text{ км}^2$ 

№ п/п	Роки	Модуль стоку $q_i$ , л/скм <sup>2</sup>	Модульні коефіцієнти, $K_i$	$K_i-1$	$\Sigma(K_i - 1)$
1	1916	14,6	1,05	0,05	0,05
2	1917	6,41	0,46	-0,54	-0,49
3	1918	12,1	0,87	-0,13	-0,62
4	1920	7,81	0,56	-0,44	-1,06
5	1925	16,8	1,20	0,20	-0,86
6	1926	17	1,22	0,22	-0,64
7	1927	20,5	1,47	0,47	-0,17
8	1928	14,1	1,01	0,01	-0,16
9	1929	21,6	1,55	0,55	0,39
10	1958	17,1	1,23	0,23	0,23
11	1959	7,86	0,56	-0,44	-0,21
12	1960	9,79	0,70	-0,30	-0,50
13	1961	4,66	0,33	-0,67	-1,17
14	1962	13,3	0,95	-0,05	-1,22
15	1963	6,3	0,45	-0,55	-1,77
16	1964	13,4	0,96	-0,04	-1,81
17	1965	28,6	2,05	1,05	-0,75
18	1966	16,2	1,16	0,16	-0,59
19	1967	12,6	0,90	-0,10	-0,69
20	1968	14,4	1,03	0,03	-0,66
21	1969	18	1,29	0,29	-0,37
22	1970	19,1	1,37	0,37	0,00
23	1971	12,5	0,90	-0,10	-0,10
24	1972	8,46	0,61	-0,39	-0,50
25	1973	14,1	1,01	0,01	-0,49
26	1974	18,1	1,30	0,30	-0,19
27	1975	13,8	0,99	-0,01	-0,20
28	1976	16,2	1,16	0,16	-0,04
29	1977	10,9	0,78	-0,22	-0,26
30	1978	14,7	1,05	0,05	-0,20
31	1979	12,5	0,90	-0,10	-0,31
32	1980	19,3	1,38	0,38	0,08

Продовження табл. Б.1

№ п/п	Роки	Модуль стоку $q_i$ , л/скм <sup>2</sup>	Модульні коефіцієнти, $K_i$	$K_i-1$	$\Sigma(K_i - 1)$
33	1981	15,7	1,13	0,13	0,20
34	1982	11,6	0,83	-0,17	0,03
35	1983	13,8	0,99	-0,01	0,02
36	1984	7,97	0,57	-0,43	-0,41
37	1985	19,7	1,41	0,41	0,01
38	1986	7,99	0,57	-0,43	-0,42
39	1987	11,3	0,81	-0,19	-0,61
40	1988	13,5	0,97	-0,03	-0,64
41	1990	12,3	0,88	-0,12	-0,76
42	1995	12	0,86	-0,14	-0,90
43	1996	18,7	1,34	0,34	-0,56
44	1997	15,3	1,10	0,10	-0,46
45	1998	14,3	1,03	0,03	-0,44
46	1999	11,7	0,84	-0,16	-0,60
47	2000	13,1	0,94	-0,06	-0,66
48	2001	15,7	1,13	0,13	-0,53
49	2002	14,7	1,05	0,05	-0,48
50	2003	10	0,72	-0,28	-0,76
51	2004	14,3	1,03	0,03	-0,74
52	2005	17,2	1,23	0,23	-0,51
53	2006	14,3	1,03	0,03	-0,48
54	2007	13,5	0,97	-0,03	-0,51
55	2008	16	1,15	0,15	-0,37

Таблиця Б.2 – Розрахунок ординат різницевої інтегральної кривої басейну р. Дністер – м. Самбір,  $F=850 \text{ км}^2$

№ п/п	Роки	Модуль стоку $q_i$ , л/скм <sup>2</sup>	Модульні коефіцієнти, $K_i$	$K_i-1$	$\Sigma(K_i - 1)$
1	1946	4,13	0,32	-0,68	-0,68
2	1947	8,01	0,61	-0,39	-1,07
3	1948	12,7	0,97	-0,03	-1,09
4	1949	3,59	0,27	-0,73	-1,82
5	1950	4,95	0,38	-0,62	-2,44
6	1951	4,74	0,36	-0,64	-3,08
7	1952	9,86	0,75	-0,25	-3,32
8	1953	8,81	0,67	-0,33	-3,65
9	1954	5,99	0,46	-0,54	-4,19
10	1955	16,3	1,25	0,25	-3,94
11	1956	6,35	0,49	-0,51	-4,45
12	1957	6,38	0,49	-0,51	-4,97
13	1958	12,9	0,99	-0,01	-4,98
14	1959	5,64	0,43	-0,57	-5,55
15	1960	8,49	0,65	-0,35	-5,90
16	1961	3,11	0,24	-0,76	-6,66
17	1962	12,5	0,96	-0,04	-6,70
18	1963	5,42	0,42	-0,58	-7,29
19	1964	11,6	0,89	-0,11	-7,40
20	1965	14,8	1,13	0,13	-7,26
21	1966	16,9	1,29	0,29	-6,97
22	1967	14,4	1,10	0,10	-6,87
23	1968	13,8	1,06	0,06	-6,81
24	1969	18,2	1,39	0,39	-6,42
25	1970	20,4	1,56	0,56	-5,86
26	1971	12,5	0,96	-0,04	-5,90
27	1972	10	0,77	-0,23	-6,13
28	1973	14,7	1,13	0,13	-6,01
29	1974	20,9	1,60	0,60	-5,41
30	1975	14,6	1,12	0,12	-5,29
31	1976	22,6	1,73	0,73	-4,56
32	1977	13,4	1,03	0,03	-4,53
33	1978	17,3	1,32	0,32	-4,21
34	1979	15,3	1,17	0,17	-4,04
35	1980	25,3	1,94	0,94	-3,10

Продовження табл. Б.2

№ п/п	Роки	Модуль стоку $q_i$ , л/скм <sup>2</sup>	Модульні коефіцієнти, $K_i$	$K_i - 1$	$\Sigma(K_i - 1)$
36	1981	18	1,38	0,38	-2,72
37	1982	13,3	1,02	0,02	-2,70
38	1983	13,5	1,03	0,03	-2,67
39	1984	8,24	0,63	-0,37	-3,04
40	1985	13,6	1,04	0,04	-3,00
41	1986	9,09	0,70	-0,30	-3,30
42	1987	11,7	0,90	-0,10	-3,41
43	1988	13,4	1,03	0,03	-3,38
44	1990	16,4	1,26	0,26	-3,12
45	1995	8,34	0,64	-0,36	-3,48
46	1996	19,4	1,49	0,49	-3,00
47	1997	21,4	1,64	0,64	-2,36
48	1998	26,1	2,00	1,00	-1,36
49	1999	18,4	1,41	0,41	-0,95
50	2000	13,5	1,03	0,03	-0,92
51	2001	15,4	1,18	0,18	-0,74
52	2002	11	0,84	-0,16	-0,90
53	2003	7,96	0,61	-0,39	-1,29
54	2004	12,8	0,98	-0,02	-1,31
55	2005	17,9	1,37	0,37	-0,94
56	2006	14,1	1,08	0,08	-0,86
57	2007	16	1,23	0,23	-0,63
58	2008	21,2	1,62	0,62	-0,01



Таблиця Б.3 – Розрахунок ординат різницевої інтегральної кривої басейну р. Дністер – м. Галич,  $F=14700 \text{ км}^2$

№ п/п	Роки	Модуль стоку $q_i$ , л/скм <sup>2</sup>	Модульні коєфіцієнти, $K_i$	$K_i-1$	$\Sigma(K_i - 1)$
1	1895	11,7	1,07	0,07	0,07
2	1896	8,71	0,79	-0,21	-0,14
3	1897	13,3	1,21	0,21	0,07
4	1898	8,16	0,74	-0,26	-0,18
5	1899	7,76	0,71	-0,29	-0,48
6	1904	6,44	0,59	-0,41	-0,89
7	1905	7,96	0,72	-0,28	-1,16
8	1906	12,8	1,17	0,17	-1,00
9	1907	10,3	0,94	-0,06	-1,06
10	1908	12,7	1,16	0,16	-0,90
11	1909	10,4	0,95	-0,05	-0,96
12	1910	7,08	0,64	-0,36	-1,31
13	1911	9,32	0,85	-0,15	-1,46
14	1912	17,1	1,56	0,56	-0,91
15	1913	19,8	1,80	0,80	-0,10
16	1914	13,8	1,26	0,26	0,15
17	1915	11,4	1,04	0,04	0,19
18	1916	11,4	1,04	0,04	0,23
19	1920	9,46	0,86	-0,14	0,09
20	1921	7,48	0,68	-0,32	-0,23
21	1922	14,9	1,36	0,36	0,13
22	1923	8,57	0,78	-0,22	-0,09
23	1924	9,32	0,85	-0,15	-0,24
24	1925	12,9	1,17	0,17	-0,06
25	1926	10,9	0,99	-0,01	-0,07
26	1927	14,8	1,35	0,35	0,28
27	1928	8,84	0,81	-0,19	0,08
28	1929	10,1	0,92	-0,08	0,00
29	1946	4,86	0,44	-0,56	-0,56
30	1947	9,18	0,84	-0,16	-0,72
31	1948	17	1,55	0,55	-0,18
32	1949	10,4	0,95	-0,05	-0,23
33	1950	6,26	0,57	-0,43	-0,66
34	1951	7,14	0,65	-0,35	-1,01
35	1952	10,3	0,94	-0,06	-1,07

Продовження табл. Б.3

№ п/п	Роки	Модуль стоку $q_i$ , л/скм <sup>2</sup>	Модульні коефіцієнти, $K_i$	$K_i - 1$	$\Sigma(K_i - 1)$
36	1953	9,86	0,90	-0,10	-1,17
37	1954	6,8	0,62	-0,38	-1,55
38	1955	18	1,64	0,64	-0,91
39	1956	7,89	0,72	-0,28	-1,19
40	1957	7,92	0,72	-0,28	-1,47
41	1958	10,3	0,94	-0,06	-1,54
42	1959	7,13	0,65	-0,35	-1,89
43	1960	9,79	0,89	-0,11	-1,99
44	1961	4,31	0,39	-0,61	-2,60
45	1962	11,3	1,03	0,03	-2,57
46	1963	5,78	0,53	-0,47	-3,05
47	1964	10,7	0,97	-0,03	-3,07
48	1965	13,4	1,22	0,22	-2,85
49	1966	13,5	1,23	0,23	-2,62
50	1967	11,1	1,01	0,01	-2,61
51	1968	12,8	1,17	0,17	-2,45
52	1969	12,4	1,13	0,13	-2,32
53	1970	13,7	1,25	0,25	-2,07
54	1971	9,12	0,83	-0,17	-2,24
55	1972	8,23	0,75	-0,25	-2,49
56	1973	10	0,91	-0,09	-2,58
57	1974	14	1,28	0,28	-2,30
58	1975	12,4	1,13	0,13	-2,17
59	1976	13,5	1,23	0,23	-1,94
60	1977	10,2	0,93	-0,07	-2,01
61	1978	13,1	1,19	0,19	-1,82
62	1979	11,8	1,07	0,07	-1,75
63	1980	21,5	1,96	0,96	-0,79
64	1981	14,4	1,31	0,31	-0,48
65	1982	9,73	0,89	-0,11	-0,59
66	1983	9,46	0,86	-0,14	-0,73
67	1984	9,18	0,84	-0,16	-0,89
68	1985	11,9	1,08	0,08	-0,81
69	1986	8,37	0,76	-0,24	-1,05
70	1987	7,96	0,72	-0,28	-1,32
71	1988	11	1,00	0,00	-1,32
72	1990	6,24	0,57	-0,43	-1,75

Продовження табл. Б.3

№ п/п	Роки	Модуль стоку $q_i$ , л/скм <sup>2</sup>	Модульні коефіцієнти, $K_i$	$K_i - 1$	$\Sigma(K_i - 1)$
73	1995	9,12	0,83	-0,17	-1,92
74	1996	12,6	1,15	0,15	-1,77
75	1997	13,6	1,24	0,24	-1,54
76	1998	19,3	1,76	0,76	-0,78
77	1999	13,7	1,25	0,25	-0,53
78	2000	9,8	0,89	-0,11	-0,64
79	2001	14,7	1,34	0,34	-0,30
80	2002	11,7	1,07	0,07	-0,23
81	2003	6,78	0,62	-0,38	-0,62
82	2004	10,6	0,97	-0,03	-0,65
83	2005	12,1	1,10	0,10	-0,55
84	2006	12,4	1,13	0,13	-0,42
85	2007	10,1	0,92	-0,08	-0,50
86	2008	16,7	1,52	0,52	0,02

Таблиця Б.4 – Розрахунок ординат різницевої інтегральної кривої басейну р. Орава – х. Святослав,  $F=204 \text{ км}^2$

№ п/п	Роки	Модуль стоку $q_i$ , л/скм <sup>2</sup>	Модульні коефіцієнти, $K_i$	$K_i-1$	$\Sigma(K_i - 1)$
1	1945	16,6	0,92	-0,08	-0,08
2	1946	8,77	0,48	-0,52	-0,60
3	1947	13,9	0,77	-0,23	-0,83
4	1948	31,7	1,75	0,75	-0,08
5	1949	19,3	1,07	0,07	-0,01
6	1950	12,7	0,70	-0,30	-0,31
7	1951	12,1	0,67	-0,33	-0,64
8	1952	20,1	1,11	0,11	-0,53
9	1953	19,6	1,08	0,08	-0,45
10	1954	14,7	0,81	-0,19	-0,64
11	1955	33,3	1,84	0,84	0,20
12	1956	15,9	0,88	-0,12	0,08
13	1957	18,4	1,02	0,02	0,09
14	1958	23,9	1,32	0,32	0,41
15	1959	13,3	0,73	-0,27	0,15
16	1960	13,7	0,76	-0,24	-0,10
17	1961	7,25	0,40	-0,60	-0,70
18	1962	20,3	1,12	0,12	-0,57
19	1963	9,51	0,53	-0,47	-1,05
20	1964	18,8	1,04	0,04	-1,01
21	1965	25	1,38	0,38	-0,63
22	1966	22,3	1,23	0,23	-0,40
23	1967	19,4	1,07	0,07	-0,33
24	1968	22,6	1,25	0,25	-0,08
25	1969	23,1	1,28	0,28	0,20
26	1970	27,3	1,51	0,51	0,70
27	1971	15,8	0,87	-0,13	0,58
28	1972	14	0,77	-0,23	0,35
29	1973	15,3	0,84	-0,16	0,19
30	1974	24,2	1,34	0,34	0,53
31	1975	19,1	1,05	0,05	0,58
32	1976	18,2	1,00	0,00	0,59
33	1977	19,1	1,05	0,05	0,64
34	1978	19,3	1,07	0,07	0,71
35	1979	16,2	0,89	-0,11	0,60
36	1980	20,6	1,14	0,14	0,74

Продовження табл. Б.4

№ п/п	Роки	Модуль стоку $q_i$ , л/скм <sup>2</sup>	Модульні коефіцієнти, $K_i$	$K_i - 1$	$\Sigma(K_i - 1)$
37	1981	14	0,77	-0,23	0,51
38	1982	10,9	0,60	-0,40	0,12
39	1983	16,2	0,89	-0,11	0,01
40	1984	11,9	0,66	-0,34	-0,33
41	1985	16,8	0,93	-0,07	-0,40
42	1986	12,6	0,70	-0,30	-0,71
43	1987	13,8	0,76	-0,24	-0,95
44	1988	16,6	0,92	-0,08	-1,03
45	1990	12,3	0,68	-0,32	-1,35
46	1995	18,3	1,01	0,01	-1,34
47	1996	17,4	0,96	-0,04	-1,38
48	1997	23,4	1,29	0,29	-1,09
49	1998	22,2	1,23	0,23	-0,86
50	1999	18,5	1,02	0,02	-0,84
51	2000	17,8	0,98	-0,02	-0,86
52	2001	20,5	1,13	0,13	-0,72
53	2002	21	1,16	0,16	-0,57
54	2003	13,6	0,75	-0,25	-0,81
55	2004	19,5	1,08	0,08	-0,74
56	2005	19,6	1,08	0,08	-0,66
57	2006	20,2	1,12	0,12	-0,54
58	2007	20,5	1,13	0,13	-0,41
59	2008	25,4	1,40	0,40	-0,01