

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий  
гідрометеорологічний інститут  
Кафедра гідрології суші

**Кваліфікаційна робота магістра**

на тему: Просторово-часовий розподіл стоку річок Прикарпаття в сучасних  
кліматичних умовах

Виконав магістр 2-го року навчання  
групи МЗГ-21  
спеціальності 103 «Науки про Землю»  
освітньо-професійної програми «Гідрологія  
і комплексне використання водних  
ресурсів»  
Гайдамака Андрій Олександрович

Керівник канд. геогр. наук, ст. викладач  
Гопцій Марина Володимирівна

Консультант

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Рецензент канд. геогр. наук, доцент  
Прокоф'єв Олег Милославович

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут  
Кафедра Гідрології суші  
Рівень вищої освіти магістр  
Спеціальність 103 Науки про Землю  
(шифр і назва)  
Освітня програма Гідрологія і комплексне використання водних ресурсів  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Т.в.о. завідувача кафедри гідрології суші  
д-р геогр. наук, доц. Овчарук В.А.  
“10” жовтня 2022 року

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА СТУДЕНТУ**

Гайдамаці Андрію Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Просторово-часовий розподіл стоку річок Прикарпаття в сучасних кліматичних умовах

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

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

затвержені наказом ОДЕКУ від “ 30 ” вересня 2022 року № 166«С»

2. Строк подання студентом роботи 14.11.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: середньомісячні та середньорічні витрати води на річках Прикарпаття від початку спостережень по 2015 рік, включно; основні гідрографічні характеристики досліджуваних водозборів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити 1. Загальна характеристика водного режиму річок Прикарпаття. 2. Величина річного стоку на річках Прикарпаття та його мінливість. 3. Внутрішньорічний розподіл стоку на річках Прикарпаття.

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

Карто-схеми: фізико-географічного розташування басейнів річок Прикарпаття, річкова мережа, розрахунковий розподіл величини стоку по сезонах.

Графіки: хронологічні витрати води, різницево-інтегральні криві модулів річного стоку, внутрішньорічний розподіл стоку, розрахунковий розподіл стоку по сезонах.

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 10.10.2022 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ за/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Вступ. Зональні та азонанльні фактори формування стоку води на річках Прикарпаття	10-15.10.2022		
2	Гідрографічна мережа та гідрологічна вивченість.	16-18.10.2022		
3	Особливості водного режиму на річках Прикарпаття	19-26.10.2022		
4	Антропогенна діяльність в межах басейнів річок Прикарпаття	27.10-01.11.2022		
	<b>Рубіжна атестація</b>	<b>01-05.11.2022</b>		
5	Величина річного стоку на річках Прикарпаття та його мінливість	02-7.11.2022		
6	Внутрішньорічний розподіл стоку на річках Прикарпаття	8-10.11.2022		
7	Розрахункові характеристики внутрішньорічного розподілу стоку на річках Прикарпаття. Висновки	11-14.11.2022		
	Перевірка роботи на плагіат, підписання авторського договору	14-18.11.2022		
	Підготовка доповіді, презентації	21-30.11.2022		
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>			

Студент

(підпис)

Гайдамака А.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гопцій М.В.

(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Загальна характеристика водного режиму річок Прикарпаття .....	8
1.1 Зональні та азональні фактори формування стоку води на річках Прикарпаття .....	8
1.2 Гідрографічна мережа та гідрологічна вивченість .....	12
1.3 Особливості водного режиму на річках Прикарпаття .....	14
1.4 Антропогенна діяльність в межах басейнів річок Прикарпаття .....	15
2 Величина річного стоку на річках Прикарпаття та його мінливість .....	16
2.1 Аналіз вихідної інформації річного стоку на річках Прикарпатті ....	16
2.1.1 Циклічність у коливаннях річного стоку .....	17
2.1.2 Однорідність та тренди у рядах спостережень .....	22
2.2 Розрахунки річного стоку на підставі даних спостережень .....	24
2.2.1 Розрахунки статистичних параметрів річного стоку при достатній кількості матеріалів спостережень за стоком .....	24
2.2.2 Розрахунки статистичних параметрів річного стоку при недостатній кількості матеріалів спостережень за стоком .....	29
2.2.3 Узагальнення розрахункових характеристик річного стоку для річок Прикарпаття .....	35
3 Внутрішньорічний розподіл стоку на річках Прикарпаття .....	39
3.1 Загальна характеристика розподілу стоку протягом року .....	39
3.2 Розрахункові характеристики внутрішньорічного розподілу стоку на річках Прикарпаття .....	41
Висновки.....	51
Перелік джерел посилання.....	52

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра  
студента гр. МЗГ-21 Гайдамаки Андрія Олександровича  
на тему «Просторово-часовий розподіл стоку річок Прикарпаття в  
сучасних кліматичних умовах».

*Актуальність теми.* За умов глобального потепління клімату, коли порушуються хід і характер розподілу основних метеорологічних елементів, виникає потреба детального вивчення режиму поверхневих вод регіону. Вивчення закономірностей формування і розподілу стоку протягом року має практичне значення при вирішенні питань безперебійного водопостачання, зрошування, судноплавства, гарантованої виробки електроенергії.

*Мета дослідження.* Виконати просторово-часовий аналіз річного стоку для басейнів річок Прикарпаття та оцінка його розподілу протягом року у сучасних кліматичних умовах.

*Основні задачі:* дослідити умови формування річного стоку на річках Прикарпаття; виконати статистичний аналіз просторово-часового розподілу розрахункових величин річного стоку та узагальнити їх по території; проаналізувати внутрішньорічний розподіл стоку у сучасних та минулих кліматичних умовах.

*Об'єкт і предмет дослідження:* часові ряди середньомісячних та середньорічних витрат води річок Прикарпаття.

*Методи досліджень:* статистичний, гідролого-генетичний, узагальнення, компонування.

*Результати роботи:* визначені статистичні параметри рядів середньорічних модулів стоку за багаторічний період, досліджено тренди та циклічність; виконано узагальнення основних характеристики річного стоку у вигляді регіональних рівнянь; виконано порівняння внутрішньорічного розподілу стоку води за різні інтервали часу.

*Новизна досліджень, теоретичне і практичне значення.* Виконаний розрахунок розподілу стоку по місяцях і сезонах дає можливість визначити розподіл і величину стоку на річках Прикарпаття, які не вивчені у гідрологічному відношенні.

*Результати дослідження рекомендовано використовувати в галузі водного господарства, в державному водному агентстві та гідрометеорологічній службі ДСНС України.*

Кількість сторінок – 53

Кількість рисунків – 13

Кількість таблиць – 3

Кількість використаної літератури – 13

*Ключові слова:* ВНУТРІШНЬОРІЧНИЙ РОЗПОДІЛ СТОКУ, СЕЗОННИЙ СТОК, РІЧНИЙ СТОК, УЗАГАЛЬНЕННЯ, СТАТИСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

## SUMMARY

Master's qualification work  
of student gr. MZH-21 Haydamaka Andriy on the theme  
«Spatial-temporal distribution of the flow of the rivers of the Carpathian region in modern climatic conditions».

*Actuality of theme.* Under the conditions of global climate warming, when the course and nature of the distribution of the main meteorological elements are disturbed, there is a need for a detailed study of the surface water regime of the region. The study of the regularities of the formation and distribution of runoff during the year is of practical importance in solving the issues of uninterrupted water supply, irrigation, shipping, and guaranteed electricity production.

*The purpose* to perform a spatio-temporal analysis of the annual runoff for the Prykarpattia river basins and an assessment of its distribution during the year under modern climatic conditions.

*Main tasks:* to investigate the conditions of formation of annual flow on the rivers of Prykarpattia; to perform a statistical analysis of the spatio-temporal distribution of estimated annual runoff values and generalize them by territory; and to analyze the intra-annual flow distribution in current and past climatic conditions.

*Object and subject of research:* time series of average monthly and average annual water consumption of the Prykarpattia rivers.

*Research methods:* statistical, hydrological and genetic, generalization, composition.

*The results* the statistical parameters of the series of average annual runoff modules for the multi-year period were determined, and the trends and cyclicity were investigated; generalization of the main characteristics of the annual flow in the form of regional equations; A comparison of the intra-annual distribution of water flow for different time intervals was made.

*Research novelty and theoretical and practical significance.* The calculation of the flow distribution by months and seasons makes it possible to determine the distribution and amount of flow within of the Prykarpattia rivers that have not been hydrologically studied.

*The results of the study are recommended for* water management, in the state water agency and hydrometeorological service of the State Emergency Service of Ukraine.

Number of pages is - 53

Number of drawings - 13

The number of tables is 6

Number of used literature - 3

*Key words:* INTERNAL FLOW DISTRIBUTION, SEASONAL FLOW, ANNUAL FLOW, GENERALIZATION, STATISTICAL CHARACTERISTICS.

## ВСТУП

За умов глобального потепління клімату, коли порушуються хід і характер розподілу основних метеорологічних елементів, виникає потреба детального вивчення режиму поверхневих вод регіону.

Вивчення закономірностей формування і розподілу стоку протягом року має практичне значення при вирішенні питань безперебійного водопостачання, зрошування, судноплавства, гарантованої виробки електроенергії.

*Метою кваліфікаційної роботи магістра є просторово-часовий аналіз річного стоку для басейнів річок Прикарпаття та оцінка його розподілу протягом року у сучасних кліматичних умовах.*

*Об'єкт дослідження – річний стік та внутрішньорічний його розподіл в басейнах річок Прикарпаття, які розташовані на північних схилах Карпат в межах України.*

*Предмет дослідження – часові ряди середньомісячних та середньорічних витрат води річок Прикарпаття.*

*Завдання:*

- дослідити умови формування річного стоку на річках Прикарпаття;
- виконати статистичний аналіз просторово-часового розподілу розрахункових величин річного стоку та узагальнити їх по території;
- проаналізувати внутрішньорічний розподіл стоку у сучасних та минулих кліматичних умовах.

# 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНОГО РЕЖИМУ РІЧОК ПРИКАРПАТТЯ

## 1.1 Зональні та азональні фактори формування стоку води на річках Прикарпаття

За сучасним трактуванням до Прикарпаття належить більша частина Івано-Франківської та значна частина Львівської областей. Географічно границя Прикарпаття в цілому збігається із річищем Дністра та Верещиці- на півночі та північному сході, а також головним вододілом, який розділяє басейни Вісли й Дністра з одного боку й басейн Тиси - з іншого, - на півдні. Найбільшарічка Прикарпаття - Дністер. Основним і найбільшим водотоком досліджуваної території є річка Дністер зі своїми притоками. Басейни річок Прикарпаття (рис. 1.1) – річки верхнього Дністра та його праві притоки до Бистриці Надвірнянської – займають південно-західну частину України [1].



Рисунок 1.1 – Фізико-географічного розташування басейнів річок  
Прикарпаття [2]

Україні належать верхів'я Дністра і його пригирлова частина. Ділянка річки, довжиною 225 км, є суміжною для України та Молдови, а частина річки, довжиною 475 км, знаходиться на території Молдови. Тільки незначна ділянка р. Стрв'яж, верхів'я лівої притоки Дністра, належить Польщі.



*Геологічна будова і рельєф.* Одним із головних чинників, що впливає на гідрологічний режим водних об'єктів, є геологічна будова. Вона визначає те, якими є площа водозбору річок, уклон, характер ґрунтів, гідрогеологічні умови.

Геологічна будова басейну річок Прикарпаття досить складна: гірські масиви, височини, пониззя, карст і тому подібне. Русла річок на окремих ділянках дренують породи різного віку і генезису. Різноманітний і літологічний склад берегів річок на різних її ділянках – від виходів корінних порід до лесовидних відкладів, глин та вапняків.

Відповідно до геологічної будови, басейн р. Дністер можна поділити на три частини – Карпатську, Подільську та Нижню. Для карпатської зони найбільш поширеними гірськими породами є піщаники, мергелі, аргіліти, а також вапняки. В середній частині басейну найбільш поширені вапняки, піщаники та глини. В нижній течії переважають глини та вапняки. Долина в нижній течії заповнена алювіальними відкладами. На поверхні вони перекриті лесом.

Прикарпатська підвищення - це інтенсивно розчленована передгірна рівнина, складена уламковим матеріалом. Підвищення має загальний уклін до північного сходу. Абсолютні висоти становить 340-360 м.

В геологічному плані Прикарпаття відноситься до виступу кристалічного фундаменту, внаслідок чого тільки тут на значній території є відклади верхнього докембрію (венду), палеозою (кембрію, ордовіка, силуру), мезозою (крейда), кайнозою (неоген) та четвертинні.

*Ґрунтово-рослинний покрив регіону.* Відповідно до фізико-географічного районування, досліджувана територія розташована в географічній країні Українських Карпат. У Карпатах добре простежується вертикальна зональність ґрунтового покриву. Так, в Прикарпатті домінують дерново-подзолисті ґрунти, які з висотою (більше 1200-1400 м) поступаються місцем бурим лесовим ґрунтам, а на крутих схилах Полонінського хребта - щербенистим. На вершинах, вищих за 1600 м розташовуються гірнично-лугові ґрунти. Неоднорідність в розподілі температур, режимі зволоження і характері ґрунтового покриву

зумовлюють різноманітність рослинності в Карпатах, перш за все, її висотну поясність.

Гірська Карпатська система включає такі вертикальні зони [3]: лісолугове Передкарпаття, лісолугова зона Карпат в прибудовах басейну Дністра. На цій території переважають: дерново-підзолисті (в комплексі з дерново-карбонатними і чорноземними) ґрунти; світло-сірі і сірі опідзолені суглинні; темно-сірі опідзолені суглинні; чорноземи опідзолені суглинні.

Дерново-підзолисті ґрунти, залежно від ступеня вираженості підзолистого і дернового процесів, підрозділяються на види: дерново-слабопідзолисті, коли відсутній більш менш ясно виражений підзолистий горизонт; дерново-середньопідзолистий, коли гумусо-елювіальний горизонт за потужністю дорівнює або перевищує елювіальний горизонт; дерново-сильнопідзолистий, коли гумусово-елювіальний горизонт поступається за потужністю елювіальному.

Сірі опідзолені ґрунти характеризуються наявністю гумусово-елювіального і елювіального горизонтів. Ґрунт має профіль, чітко диференційований на горизонти: гумусово-елювіальний, гумусний ілювіальний, ілювіальний і вилужений.

Характеристика ґрунтового покриву визначається впливом клімату, підстильними породами, місцевими особливостями. В цілому розповсюдження ґрунтів відповідає природним зонам. Найбільш поширеними в верхів'ї Дністра є гірсько-лісові щебенюваті ґрунти. У Прикарпатській смузі ґрунти здебільшого дерново-підзолисті [2].

Природна рослинність найкраще збереглася в Карпатах. Найбільш поширеною в горах є смерека, ялиця та бук. Основна смуга цих лісів – 100-1400 м. Нижче по схилах поширені мішані ліси. Ще нижче – листяні. Основні породи: дуб, бук, граб та липа. В підліску зустрічається ліщина. У вологих місцях є ясень та в'яз.

Кількісний ефект впливу лісових ґрунтів на внутрішньорічний хід стоку залежить від характеру лісу і ґрунтів та ступеня лісистості водозборів.

Загальний для території району коефіцієнт озерності не перевищує 0,1%. Район мало заболочений.

*Коротка кліматична характеристика.* Кліматичні характеристики відіграють надзвичайно велику роль у гідрологічному режимі річок та водойм.

У формуванні клімату провідна роль належить Українським Карпатам, розташованим в південно-західній частині України. Різновид висот над рівнем моря, велика пересіченість місцевості, напрям та експозиція схилів сприяють своєрідному розподілу метеорологічних величин. При збільшенні висотного положення місцевості знижується температура повітря, підвищується вологості, збільшується кількість опадів [3].

Певні особливості кліматичного режиму для басейнів річок зумовлені наявністю гірського масиву – Карпат. Вони є бар'єром, що захищає прилеглу територію від поширення арктичного повітря. Це сприяє тому, що клімат відзначається більш високими температурами. Водночас у самих горах повітря є охолодженим.

Термічний режим залежить від радіаційних факторів і властивостей повітряних потоків, що надходять на дану територію; значну роль відіграють підстиляюча поверхня, рослинність і сніговий покрив. Зміна температури в горах залежить також від форми рельєфу, крутизни схилів та їх експозиції.

Вертикальний градієнт середньої місячної температури (у градусах на 100 м висоти) для досліджуваної території становить в середньому у січні  $0,46^{\circ}\text{C}$ , у липні –  $0,70^{\circ}\text{C}$ . Річний вертикальний градієнт становить  $0,60^{\circ}\text{C}$  [3].

Перебіг атмосферних процесів є основним чинником, що визначає кількість опадів. Більша їх частина випадає з фронтальних хмар при поширенні циклонів. Територія відноситься до зони надлишкового зволоження.

Важливою особливістю просторового розподілу річних величин опадів є зменшення їх кількості з північного заходу на південь і південний схід. Якщо у верхів'ї річки кількість опадів досягає 1200 мм, то в нижній течії зменшується до 500 мм [7]. Винятком є гірські території, де річна кількість опадів сягає 1500 мм. В середньому на південно-західних схилах опадів випадає дещо

більше, ніж на північно-східних. Більша частина опадів випадає в теплу пору року - влітку.

Число днів з опадами різної величини відрізняється невеликою мінливістю по території. Воно зменшується з північного заходу (150-190 днів) на південний схід (90-100 днів). Максимальне число днів з опадами спостерігається взимку, другий максимум – у травні-червні, а чіткий максимум – у вересні. Для значних дощів максимум зміщується на червень-серпень, чим можна пояснити збільшення зливної діяльності влітку.

Найбільшої шкоди народному господарству завдають дощі з кількістю опадів 70 мм і більше. Ці дощі спостерігаються з травня по грудень, але частіше вони бувають влітку. У липні вони складають 36% усіх відмічених злив, у червні – 25%, а у серпні – 22%. За зливу може випасти 100 мм опадів і більше.

Сніговий покрив найбільшої висоти досягає у лютому (висота снігу 12-15 см на півночі, 2-4 см - на півдні). Найбільша товща снігу (близько 80 см) спостерігається у Карпатах у першій половині лютого. Танення снігу на півдні розпочинається на початку березня і триває близько двох тижнів, на півночі – до середини квітня. Максимальні запаси води у сніговому покриві перед початком весняного сніготанення досягають найбільших значень в останніх числах лютого. У Прикарпатті середні з максимальних значень запаси води у сніговому покриві, у порівнянні з іншою територією, є найвищими (більше 60 мм) [4].

## 1.2 Гідрографічна мережа та гідрологічна вивченість

Гірські річки Прикарпаття характеризуються неширокими глибокими долинами з крутими схилами. Розташовані річкові долини поперек гірських хребтів (рис.1.2). Долини річок переважно вузькі, часто з крутими і прямовисними схилами [4]. Лише на ділянках виходів м'яких олігоценів порід долини річок розширюються, утворюючи круглі чи продовгуваті улоговини. Поперечне розташування річок обумовлює проходження водотоку,

як правило, усіх висотних поясів і поступову зміну поясних ландшафтних і рослинних комплексів по долині зверху до низу. Цим гірські річки відрізняються від рівнинних, долини яких у ландшафтно-геоботанічному плані більш-менш однакові (азональні) по всій довжині.

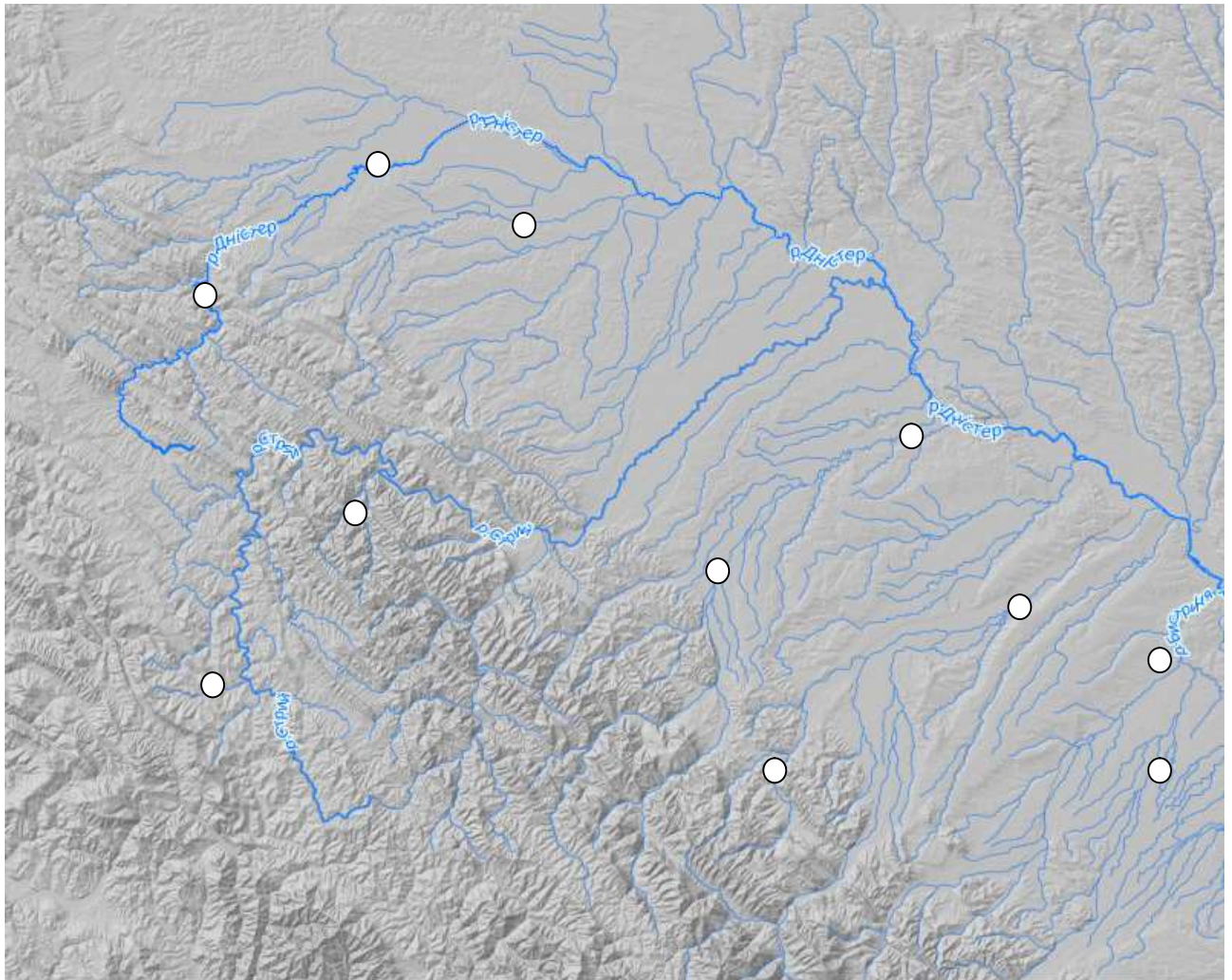


Рисунок 1.2 – Річкова мережа гірської частини Дністра

[\[http://geoportal.davr.gov.ua/\]](http://geoportal.davr.gov.ua/)

Глибина долин у передгір'ях складає 150 - 250 м, в горах - 600 - 800 м. Падіння зазвичай 60-70 м/км у верхів'ї та 5-10 м/км в нижній частині течії. Русла річок неглибокі. Характерна ширина русла - 3 - 5 м, у верхів'ї - 10 - 12 м, в пригірловій частині - 80 - 100 м. Зазвичай русла є однорукавними і складені галькою. Для передгірської зони поширеним типом руслового процесу є руслова багатукавність. На осередках часто зустрічається чагарникова

рослинність. Швидкість течії 1 - 2 м/с в межень і 3 – 5 м/с в паводок. Характерною рисою для гірських районів є нерівномірний розподіл річного стоку та його паводковий режим. На весну припадає приблизно 10-22%, на літо – 41-53%, на осінь – 11-15%, на зиму – 18% стоку.

Усі річки гідрологічної країни Прикарпаття мають паводковий режим, чому сприяють густа гідрографічна сітка, значне падіння та зливові дощі. Паводки бувають протягом року і супроводжуються селевими потоками.

### 1.3 Особливості водного режиму на річках Прикарпаття

Кліматичні, гідрогеологічні, орографічні та гідрографічні особливості регіону визначають водний режим річок. На протязі року стік річок розподіляється досить нерівномірно, що пов'язано з мінливістю метеорологічних чинників.

На річках Прикарпаття в залежності від умов сніготанення у зимово-весняний період, а також від кількості випавших опадів та їх інтенсивності весняно-літній період одні роки характеризуються в основному весняним водопіллям, другі – доволі різко вираженими паводками, а треті – безперервним чередуванням паводків протягом року.

Прикарпатська, гірська частина представляє собою верхню правобережну частину водозбору до впадіння р. Бистриці з дуже розвинутою гідрографічною мережею і є головним джерелом області формування стоку р. Дністер.

Живлення річок тут змішане і в формуванні їх стоку в різних частинах території роль талих і дощових вод різна. Так, наприклад, в гірських районах Карпат велику питому вагу мають дощові води, внаслідок чого найбільшими в голу є, як правило, витрати дощових паводків, хоча в окремі роки максимальні витрати весняного водопілля можуть трохи перевищувати максимальні витрати дощових паводків.

Суттєво можуть впливати на внутрішньорічний розподіл стоку й антропогенні чинники, зокрема, будівництво ставків, водосховищ, перекиди стоку води з одних водозборів в інші. Серед природних факторів перерозподілу

стоку на протязі року можуть бути карстові явища, залісеність та заболоченість водозборів, які в цілому сприяють (за рахунок регулюючих ємностей) вирівнюванню внутрішньорічної нерівномірності стоку [10].

Вивчення закономірностей формування і розподілу стоку на протязі року має як наукове, так і практичне значення, особливо для таких галузей як судноплавство, водопостачання, гідроенергетика, зрошування сільськогосподарських угідь та ін.

#### 1.4 Антропогенна діяльність в межах басейнів річок Прикарпаття

Природними джерелами забруднення річок є ерозія ґрунтів, мертва флора та фауна, антропогенними – речовини, що надходять до водних об'єктів в процесі діяльності людини. Великі площі сільськогосподарських угідь піддаються впливу різних обробок пестицидами і добривами, збільшуються території смітників. Багато промислових підприємств скидають стічні води прямо в річки. Стоки з полів також надходять у річки й канали. Забруднюються і підземні води – найважливіший резервуар прісних вод.

Існує два основні антропогенні джерела забруднення річок у межах населених пунктів: комунальні стоки і побутове сміття. Комунальні стоки – це стічні води населених пунктів. До них входять : фекальні води, шкідливі з'єднання від використання хімічних речовин в побуті( пральний порошок, гелі, шампунь тощо), хвороботворні мікроби і віруси, а також яйця гельмінтів, що робить їх небезпечними для здоров'я людини і живих організмів цієї місцевості.

Річки Передкарпаття інтенсивно забруднюються внаслідок збільшення впливу антропогенних чинників: безсистемна господарська діяльність з порушенням допустимих меж освоєння територій, надмірна інтенсифікація використання природних ресурсів, замулення, забруднення та заростання річок, а також недотримання режиму обмеженого господарювання на прибережних захисних смугах, забруднення комунальними стоками.

## 2 ВЕЛИЧИНА РІЧНОГО СТОКУ НА РІЧКАХ ПРИКАРПАТТЯ ТА ЙОГО МІНЛИВІСТЬ

### 2.1 Аналіз вихідної інформації річного стоку на річках Прикарпатті

Для дослідження сучасного внутрішньорічного розподілу стоку на території Прикарпаття було розглянуто 3 пости: р. Славська – смт Славське,  $F = 76,3 \text{ км}^2$ ; р. Бистриця Надвірнянська – с. Пасічна,  $F = 428 \text{ км}^2$ ; р. Свіча – с. Зарічне,  $F = 1280 \text{ км}^2$ .

Сформована база стокової інформації, яка містить середньомісячні та річні витрати води за весь існуючий період спостереження, а саме з 1954 (1957) р. по 2015 р.

Крім того, для оцінки величини річного стоку на території Прикарпаття були використані часові ряди спостережень за витратами води по 11 гідрологічних постах рівномірно розташованих по території, які мають сумісний період спостережень з 1963 р. по 2015 р. (53 роки). Площа водозборів (рис. 2.1, дод. А) змінюється від  $76,3 \text{ км}^2$  (р. Славська – смт Славське) до  $1490 \text{ км}^2$  (р. Лімниця – с. Перевозець) та залісеністю 24-95 %.

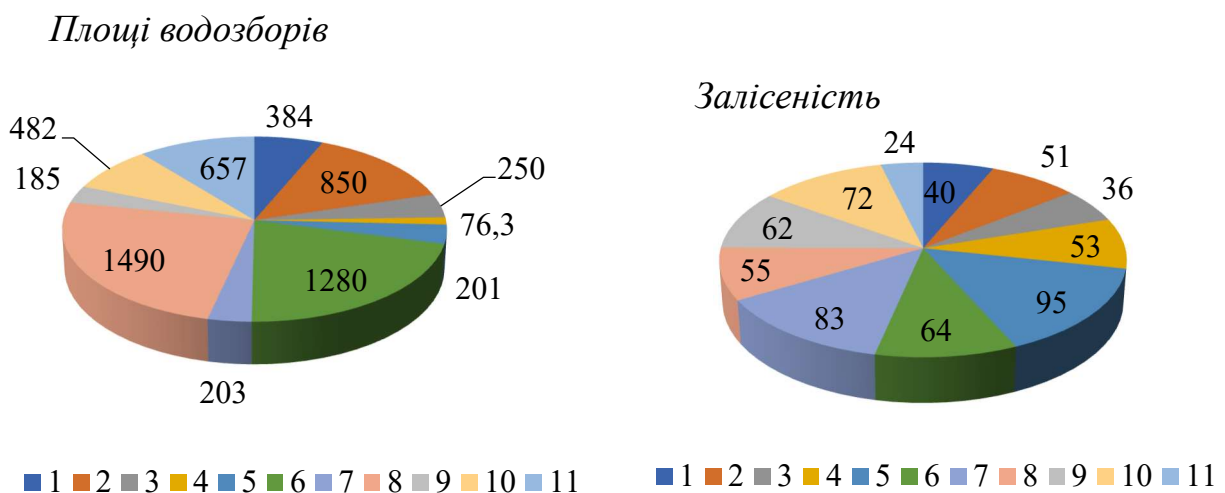


Рисунок 2.1 – Площі водозборів досліджуваних басейнів на річках Прикарпаття



### 2.1.1 Циклічність у коливаннях річного стоку

Основною характеристикою водних ресурсів річок є середній багаторічний витрата або норма стоку.

Якщо побудувати хронологічні графіки річного стоку (рис. 2.1), то можна помітити, що коливання носять циклічний характер, який виражається в послідовній зміні маловодних і багатоводних груп років. Ці періоди розрізняються як за своєю тривалістю, так і за ступенем відхилення від середнього. Деякі цикли бувають виражені досить чітко, деякі не так чітко.

Циклічність - послідовна зміна маловодних і багатоводних груп років, що відрізняються за тривалістю й ступеня відхилення від середнього.

Групування стоку в маловодні і багатоводні фази свідчить про наявність зв'язку між стоком біля лежачих років.

Наявність зв'язку між стоком біля лежачих років оцінюється за допомогою кореляційної функції. Наявність багатоводних і маловодних фаз в коливаннях річного стоку змушує нас перевіряти репрезентативність рядів річного стоку. Для обліку циклічності коливань річного стоку вводиться поняття норми річного стоку.

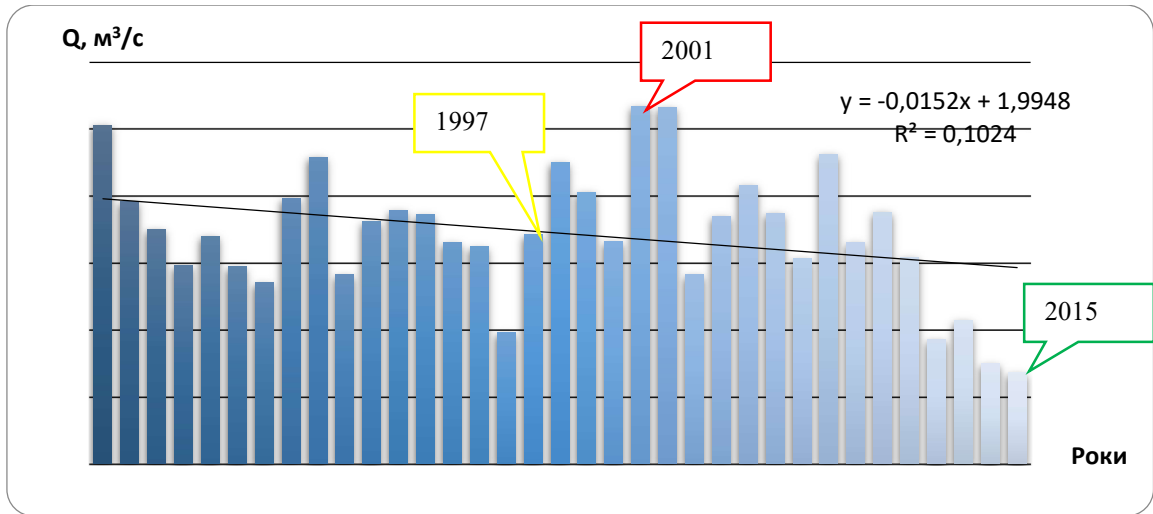
Норма річного стоку - це його середня багаторічна величина, розрахована за період, що містить не менше двох повних циклів водності за умови незмінного клімату, ландшафту і антропогенного впливу.

Допустимою похибкою середньої багаторічної величини річного стоку вважається в зоні надлишкового і достатнього зволоження 5%, а в зоні недостатнього зволоження -10%.

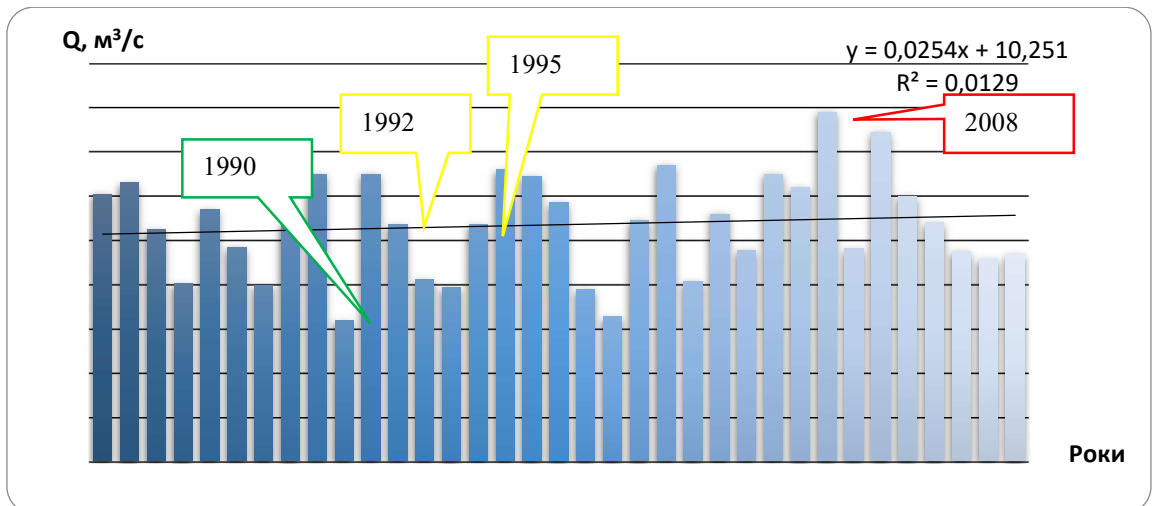
Якщо випадкова похибка розрахунку перевищує допустиму, то розглянутий ряд річного стоку вважається коротким, а його статистичні параметри потребують приведення до багаторічного періоду.

Метод лінійного фільтра. Формула лінійного осереднення:

А) р. Славська – смт Славське,  $F = 76,3 \text{ км}^2$



Б) р. Бистриця Надвірнянська – с. Пасічна,  $F = 428 \text{ км}^2$



В) р. Свіча – с. Зарічне,  $F = 1280 \text{ км}^2$

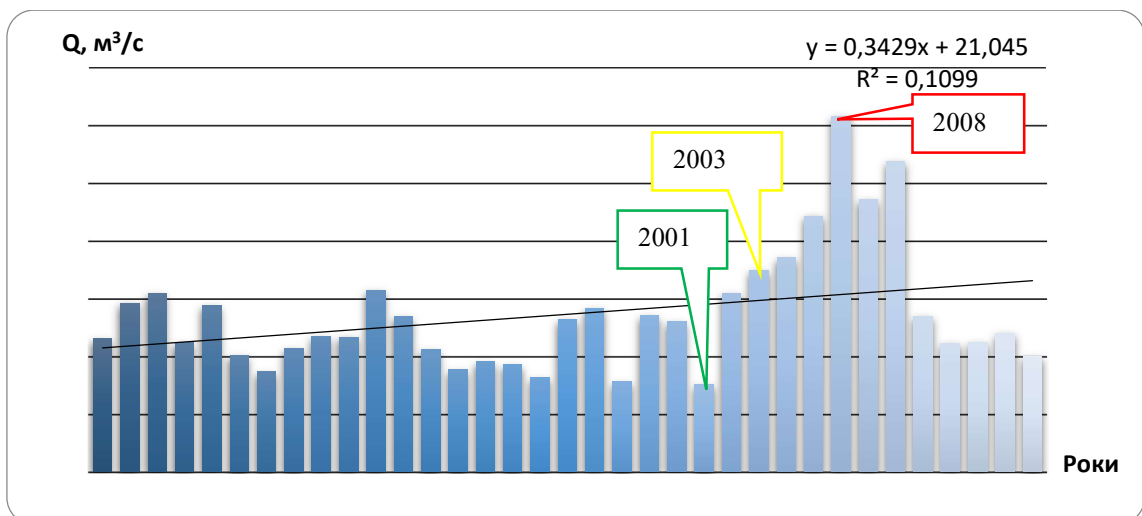


Рисунок 2.2 – Хронологічні графіки витрат води на річках Прикарпаття

$$\tilde{q} = \frac{1}{T} * \sum_{k=\frac{T-1}{2}}^{\frac{T-1}{2}} q_{i+k} \quad (2.1)$$

де  $T$ - інтервал осереднення.

Недоліком методу лінійного фільтра є те, що згладжений член ряду має той же ваговий коефіцієнт, що і прилеглі члени ряду, що входять в період осереднення. В результаті може статися зсув меж переходу з однієї фази водності в іншу.

А) Метод біноміального фільтра. Виділення циклів водності методом попарного осереднення збільшує внесок центрального (згладжувати) члена ряду. В результаті зберігаються властивості згладжувати елементів ряду, зміщення меж циклів водності не відбувається.

Б) Виділення циклів водності за допомогою методу різницевої інтегральних кривих. Властивості різницево-інтегральної кривої:

1. якщо крива спрямована вгору, то це багатоводна фаза;
2. якщо крива спрямована вниз, то це маловодна фаза;
3. маловодна і багатоводна фази утворюють цикл водності;
4. кордону циклів водності можуть виділятися по точкам перегинів кривої, або по точках переходу через нуль.

При побудові різницево-інтегральної кривої грає роль хронологічна послідовність членів ряду, тому бажано вибирати ряди з безперервними спостереженнями. Якщо існує розрив у спостереженнях, то крива складається з декількох частин, якщо розрив менше трьох років, то пропущені роки можна з'єднати пунктиром.

Однією з вимог при розрахунках норм річного стоку є наявність у розрахунковий період однакової кількості маловодних суміжних фаз, для визначення циклічності у стокових рядах річок Прикарпаття.

Розраховані ординат різницево-інтегральних кривих, на підставі яких побудовані різницеві інтегральні криві (рис. 2.3-2.4).

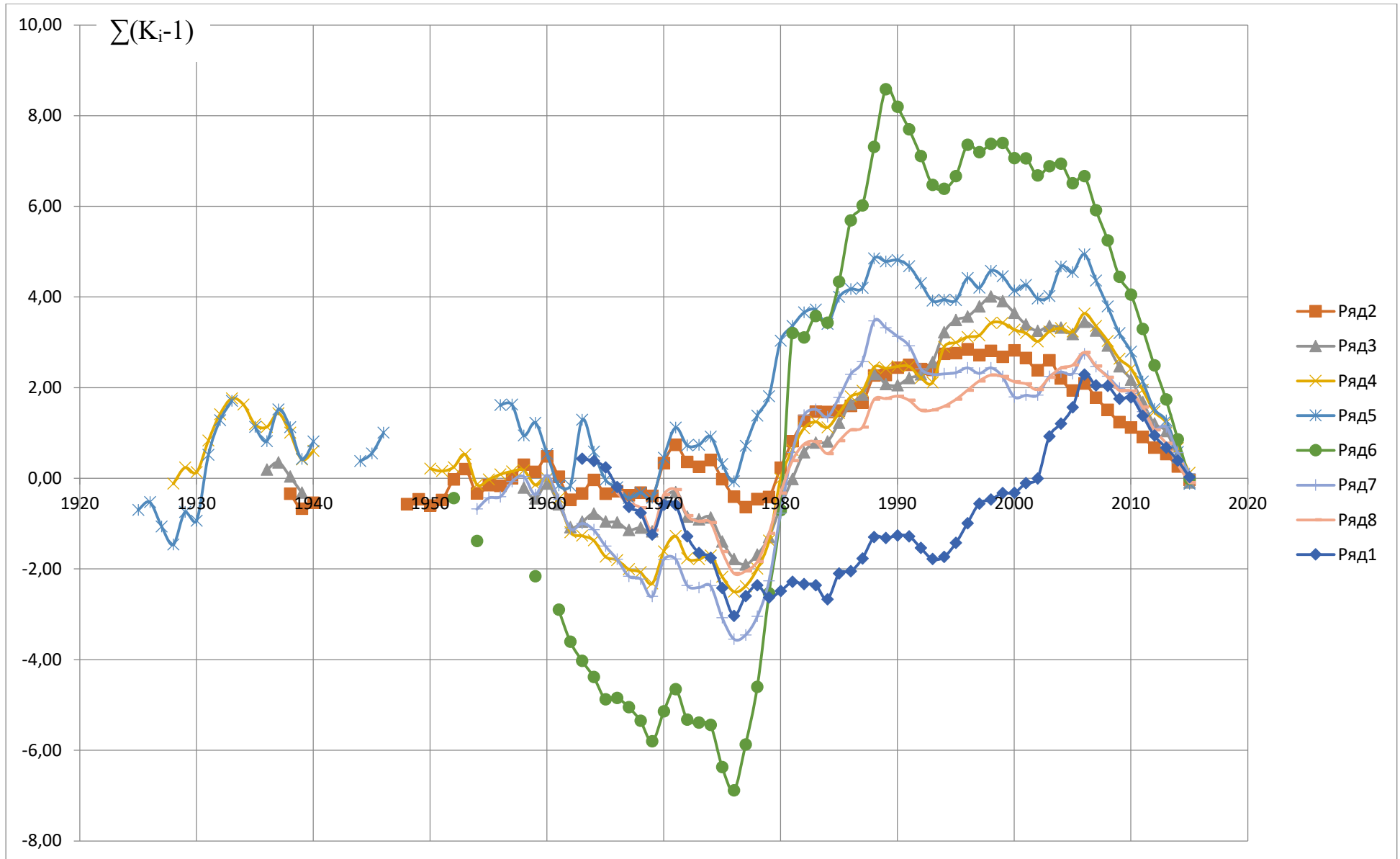


Рисунок 2.3 – Різницево-інтегральні криві модулів стоку на річках Прикарпаття (група 1)

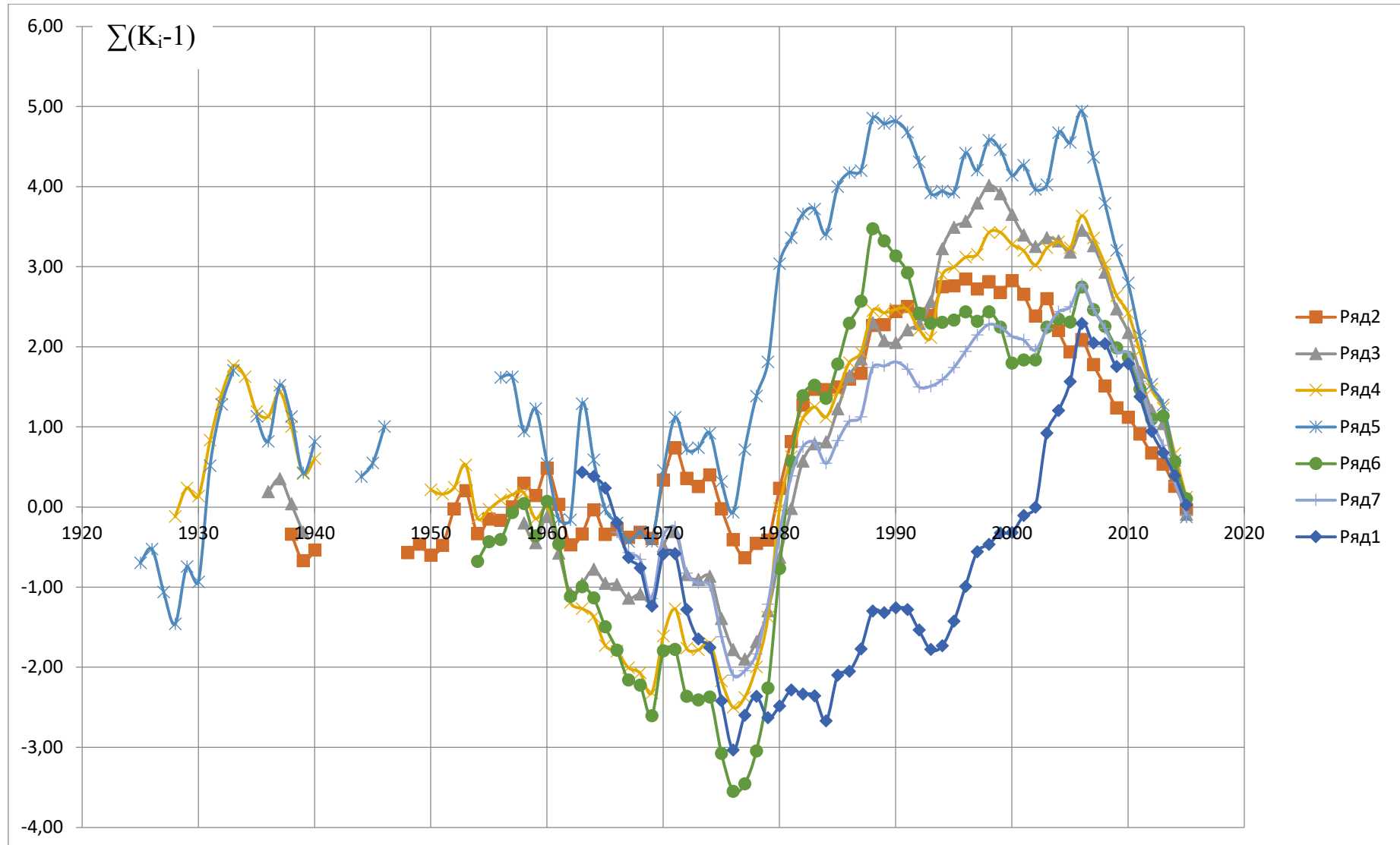


Рисунок 2.4 – Різницево-інтегральні криві модулів стоку на річках Прикарпаття (група 2)

За побудованими різницево-інтегральними кривими визначено, що розглянуті водозбори мають повні цикли водності, і починаючи з 2006 по всіх водозборах відмічається маловодна фаза водності, а на деяких маловодна фаза настала ще раніше. Проте не завжди пічки річки були синфазні і синхронні.

На підставі цього можна зробити висновок що всі наявні ряди спостереження за річним стоком можуть бути використані для подальшого розрахунку.

### 2.1.2 Однорідність та тренди у рядах спостережень

Якщо випадкова величина підлягає нормальному закону розподілу, то для характеристики особливостей цього розподілу достатньо мати два статистичних параметри: середнє арифметичне значення та дисперсію  $\sigma_x^2$ . Тоді перевірка гіпотези про однорідність зводиться до перевірки двох гіпотез: статистичної гіпотези про незначущість різниці в дисперсіях і статистичної гіпотези про незначущість середніх. Якщо одна з цих гіпотез не приймається, то відкидається гіпотеза про однорідність двох рядів  $X$  та  $Y$ . Якщо випадкові величини  $X$  та  $Y$  описуються нормальним законом розподілу, то оцінки дисперсій цих величин  $\sigma_x^2$  та  $\sigma_y^2$  підлягають розподілу з параметрами  $\nu_1 = m - 1$  та  $\nu_2 = n - 1$ , де  $m$  - довжина вибірки  $X$ , а  $n$  - довжина вибірки  $Y$ . Тоді розподіл випадкової величини

$$F = \frac{\sigma_x^2}{\sigma_y^2}, \quad (2.2)$$

може бути описаний законом Фішера-Снедекора. Цей розподіл має два параметри  $\nu_1$  та  $\nu_2$ .

Статистична характеристика  $F$  має назву критерію Фішера-Снедекора. Під час розрахунків цього критерію у чисельник ставлять більшу з дисперсій.

Перевірка нульової гіпотези здійснюється шляхом порівняння розрахованого значення  $F$  з критичним  $F_{\hat{\epsilon}\delta} = \varphi(\alpha, \nu_1, \nu_2)$ .

Нульова гіпотеза  $H_0$  не відкидається, коли  $F < F_{\hat{\epsilon}\delta}$ . У протилежному випадку приймається альтернативна гіпотеза, тобто різниця між дисперсіями двох рядів  $X$  та  $Y$  значуща і не може пояснюватись тільки впливом випадкових флуктуацій у вибірках  $X$  та  $Y$ .

Якщо розподіл випадкових величин  $X$  та  $Y$  описується нормальним законом, то середні арифметичні значення  $\bar{x}$  та  $\bar{y}$  також нормально розподілені. Звідси виходить, що випадкова величина  $u = \bar{x} - \bar{y}$  теж нормально розподілена. Оскільки  $\sigma_x^2$  та  $\sigma_y^2$  підлягають  $\chi^2$ -розподілу, то випадкова величина

$$U = (m-1)\sigma_x^2 + (n-1)\sigma_y^2, \quad (2.3)$$

також підлягає закону  $\chi^2$  з кількістю степенів свободи  $\nu = m + n - 2$ .

Тоді випадкова величина

$$t = \frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{\frac{(m-1)\sigma_x^2 + (n-1)\sigma_y^2}{m+n-2} \left( \frac{1}{m} + \frac{1}{n} \right)}} \quad (2.4)$$

має розподіл, який може бути описаний розподілом Стюдента з параметром  $\nu = m + n - 2$ . Гіпотеза  $\hat{I}_1$  про незначущість різниці між середніми арифметичними значеннями перевіряється шляхом порівняння розрахованого критерію  $t$  з критичним  $t_{\hat{\epsilon}\delta}(\alpha, \nu)$ . Нульова гіпотеза приймається, коли  $t < t_{\hat{\epsilon}\delta}(\alpha, \nu)$ .

Статистична гіпотеза про однорідність рядів  $X$  та  $Y$  приймається тільки у тому випадку, коли справедливі обидві гіпотези  $\hat{I}_1$  і  $\hat{I}'_1$ .

У роботах А.В.Рожественського зроблена спроба застосувати критерії Стьюдента та Фішера до рядів стоку з розподілом Пірсона III. Коли йдеться про перевірку двох вибірок а одного ряду, критичні значення критерію Стьюдента коректуються поправочним множником  $C_t$ , що залежить від коефіцієнту автокореляції  $r(1)$ .

$$t'_{\hat{\epsilon}\delta} = \tilde{N}_t \cdot t_{\hat{\epsilon}\delta}(\alpha, \nu). \quad (2.5)$$

Коли ж виконується аналіз статистичної однорідності двох окремих кореляційно пов'язаних рядів стоку, то поправочний множник  $C_t$  береться в залежності від коефіцієнта кореляції  $R$ . Для критерію Фішера розроблено спеціальні таблиці [5], де також ураховується просторовий або часовий зв'язок вибірок в залежності від значень коефіцієнтів  $r(1)$  та  $R$ .

Ряди середньорічного стоку усіх розглянутих річок Прикарпаття однорідні за загальним висновком по трьох критеріях Фішера, Ст'юдента і Уїлкоксона.

## 2.2 Розрахунки річного стоку на підставі даних спостережень

### 2.2.1 Розрахунки статистичних параметрів річного стоку при достатній кількості матеріалів спостережень за стоком

Залежно від наявності інформації щодо режиму стоку річки норма річного стоку обчислюється:

а) за даними безпосередніх спостережень над стоком річки за досить тривалий період, що дозволяє визначити величину норми річного стоку із заданою точністю;



б) шляхом приведення середньої величини стоку, отриманої за короткий період спостережень, до багаторічної норми по довгому ряду річки-аналога;

в) при повній відсутності спостережень - на підставі характеристик середнього річного стоку, отриманих в результаті узагальнення спостережень на інших річках даного району.

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

$$\bar{q}_N = \frac{q_1 + q_2 + \dots + q_{n-1} + q_n}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N q_i}{N}, \quad (2.6)$$

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 відрізнятись від істинного середнього значення  $\bar{q}_n$  при  $N \rightarrow \infty$  на деяку величину  $\sigma q_n$ , тобто

$$\bar{q}_n = \bar{q}_n \pm \sigma q_n, \quad (2.7)$$

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:

$$\sigma_n = \pm \frac{\sigma_q}{q_n \sqrt{n}} \cdot 100\% = \pm \frac{100C_v}{\sqrt{n}}\%, \quad (2.8)$$

де  $C_v = \frac{\sigma_q}{q_n}$  – коефіцієнт варіації річних величин стоку за  $n$  років спостережень, прийнятих для визначення норми стоку коефіцієнт варіації.

Коефіцієнт варіації рекомендується визначати за методом моментів:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - 1)^2}{n - 1}}, \quad (2.9)$$

де  $K_i = \frac{q_i}{q_n}$  – модульний коефіцієнт.

Стандартна похибка коефіцієнта варіації  $\sigma_{C_v}$  обчислюється за формулою:

$$\sigma_{C_v} = \sqrt{\frac{1 + C_v^2}{2n}} 100\%. \quad (2.10)$$

Випадкові середні квадратичні помилки вибірових середніх визначаються за наближеною залежністю

$$\sigma_{\bar{q}} = \frac{\sigma_q}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{1 + r_1}{1 - r_1}}, \quad (2.11)$$

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

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

$$\sigma_{\bar{q}} = \frac{\sigma_q}{\sqrt{n}} = \sqrt{1 + \frac{2}{n} \cdot \frac{r_1}{1 - r_1} \cdot n \cdot \frac{1 - r_1^n}{1 - r_1}}, \quad (2.12)$$

де  $r_1$  – коефіцієнт кореляції між суміжними величинами стоку.

У свою чергу  $r_1$  розраховується за формулою:

$$r_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (q_i - \bar{q}_1) \cdot (q_{i+1} - \bar{q}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} (q_i - \bar{q}_1)^2 \cdot \sum_{i=2}^n (q_i - \bar{q}_2)^2}}, \quad (2.13)$$

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

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  $\sigma_{Cv} < 15\%$ .

У роботі були проведені розрахунки основних статистичних параметрів по 10 постам річок Прикарпаття з урахуванням даних по 2015 рік і полягала у визначенні стандартних параметрів ( $\bar{q}$ ,  $C_v$ ,  $C_s$  та співвідношення  $C_s / C_v$ ).

Для рішення цієї задачі використовувались методи моментів та найбільшої правдоподібності. Результати розрахунків статистичних параметрів наведені в табл. 2.1, що включає значення: середній багаторічний стік, коефіцієнт варіації, помилка багаторічного значення стоку і стандартна помилка коефіцієнта варіації.

Використовуючи статистичні методи оцінки статистичних характеристик стоку, а саме за методом моментів та методом найбільшої правдоподібності, встановлено, що на річках Прикарпаття середньорічний модуль стоку змінюється від 1,83 л/ (с\*км<sup>2</sup>) р. Славська смт Славське (F= 76,3 км<sup>2</sup>) до 26,1 л/(с\*км<sup>2</sup>) р. Свіча- с.Зарічне (F= 1280 км<sup>2</sup>) при діапазоні коливань коефіцієнтів варіації від 0,20 до 0,42 та середнім співвідношенням  $C_s/C_v = 1,8$ . Похибка вихідної інформації складає 4,1%, що не перевищує допустиму похибку для середньої величини річного стоку 10%

Таблиця 2.1-Результати розрахунку статистичних параметрів річного стоку річок Прикарпаття

№ за/п	карта	Річка - пост	F, км <sup>2</sup>	n, років	Q <sub>365</sub> , м <sup>3</sup> /с	q <sub>365</sub> , л/(с·км <sup>2</sup> )	Метод моментів			Метод найбільшої правдоподібності			σq <sup>-</sup>	σ(Cv)
							Cv	Cs	Cs/Cv	Cv	Cs	Cs/Cv		
1	60	Дністер - с. Стрілки	384	70	5,13	13,4	0,25	-0,08	-0,3	0,25	0,01	0,0	3,5	5,3
2	61	Дністер-м.Самбір	850	70	12,3	14,5	0,32	0,35	1,1	0,33	0,40	1,2	4,5	5,4
3	65	Тисьмениця-м.Дрогобич	250	75	3,85	15,4	0,30	0,40	1,3	0,31	0,44	1,4	4,2	5,4
11	78	Славська - смт Славське	76,3	62	1,83	24,0	0,265	0,11	0,4	0,27	0,027	0,1	3,7	5,3
4	80	Свіча-х.Мислівка	201	61	5,36	26,7	0,28	1,71	6,1	0,27	2,12	7,7	3,8	5,3
5	81	Свіча-с.Зарічне	1280	63	26,1	20,4	0,37	1,70	4,7	0,36	2,12	5,8	5,0	5,5
6	85	Лімниця-с.Осмолода	203	59	6,96	34,3	0,20	0,05	0,2	0,20	0,11	0,5	2,8	5,3
7	86	Лімниця-с.Перевозець	1490	62	22,2	14,9	0,33	0,02	0,1	0,33	0,08	0,3	4,5	5,4
8	89	Луква-с.Боднарів	185	62	2,39	12,9	0,32	0,34	1,0	0,32	0,37	1,1	4,5	5,4
9	91	Бистриця Надвірнянська-с.Пасічна	482	59	10,8	22,4	0,21	0,14	0,7	0,21	0,04	0,2	2,8	5,3
10	92	Ворона-м.Тисмениця	657	54	4,78	7,27	0,42	0,71	1,7	0,42	0,77	1,8	5,8	5,6

## 2.2.2 Розрахунки статистичних параметрів річного стоку при недостатній кількості матеріалів спостережень за стоком

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 до СНиП 2.01.14-83 [5] 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:

- розрахункова річка і річка-аналог знаходилися у безпосередній географічній близькості;
- схожості кліматичних умов;
- однорідності умов формування стоку;
- синхронності коливань річного стоку на досліджуваних водозборах;
- площі водозборів не відрізнялися більше, ніж в 10 разів;
- 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  $r \geq 0,7$ ).

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

*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:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (q_i - \bar{q})(q_i^a - \bar{q}^a)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2 \sum_{i=1}^{n-1} (q_i^a - \bar{q}^a)}}, \quad (2.14)$$

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

$\bar{q}, \bar{q}^a$  - 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.

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

$$C_v = A \frac{\bar{q}_n^a}{\bar{q}_n} c_v^a, \quad (2.15)$$

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

$\bar{q}_n, C_v$  – статистичні параметри приведеного 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, приведеного до багаторічного періоду за допомогою графіків зв'язку, розраховується за формулою:

$$\sigma_{\bar{q}_n} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}, \quad (2.16)$$

де  $\sigma_1$  – похибка обчислення норми річного стоку річки-аналога;

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

$$\sigma_2 = \frac{C_v \sqrt{1 - r^2}}{\sqrt{n}}, \quad (2.17)$$

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

*Приведення статистичних параметрів коротких рядів спостережень до багаторічного періоду графоаналітичним методом.* Відповідно до графоаналітичного 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 наступною схемою:

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

$$P = \frac{m}{N + 1} * 100\%, \quad (2.18)$$

де  $m$  – порядковий номер ранжованої вибірки;

$N$  – довжина ряду.

На підставі цих даних на клітчатці ймовірності 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  $q_{5\%}^a$ ,  $q_{50\%}^a$ ,  $q_{95\%}^a$ ,

Статистичні параметри короткого ряду розраховують за відновленими ординатами.

Спочатку обчислюється коефіцієнт скошеності :

$$S = \frac{q_{5\%} + q_{50\%} - 2q_{95\%}}{q_{5\%} - q_{95\%}}. \quad (2.19)$$

За спеціальною таблицею відповідно  $S$  встановлюють коефіцієнт  $C_S$ .

Середньоквадратичне відхилення  $\sigma_q$  розраховується за формулою

$$\sigma_q = \frac{q_{5\%} - q_{95\%}}{\Phi_{5\%} - \Phi_{95\%}}, \quad (2.20)$$

де  $\Phi_{5\%}$ ,  $\Phi_{95\%}$  – ординати нормованої кривої біноміального розподілу, які визначаються в залежності від  $S$  по спеціальним таблицям.

Середньобагаторічне значення (норма) річного стоку обчислюється за рівнянням

$$\bar{q}_n = q_{50\%} - \sigma_q \Phi_{50\%}, \quad (2.21)$$

Коефіцієнт варіації  $C_v$  знаходиться через співвідношення (1.20) та (1.21) тобто:

$$C_v = \frac{\sigma_q}{\bar{q}_n}. \quad (2.22)$$



*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:

$$K = \frac{r \cdot \sigma}{\sigma^a}, \quad (2.23)$$

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

$$\sigma_k = \frac{\sigma}{\sigma^a} \cdot \frac{1 - r^2}{\sqrt{n - 1}}. \quad (2.24)$$

Запишемо рівняння лінійної регресії для норми річного стоку:

$$\bar{q}_N = \bar{q}_n + r \frac{\sigma}{\sigma^a} (\bar{q}_N^a - \bar{q}_n^a), \quad (2.25)$$

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

$\bar{q}_n$  та  $\bar{q}_n^a$  – відповідні середні значення стоку за період спільних спостережень.

Коефіцієнт кореляції розраховується за формулою (2.24).

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2}{n - 1}}. \quad (2.26)$$

$$\sigma^a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_i^a - \bar{q}^a)^2}{n - 1}}. \quad (2.27)$$

Коефіцієнт варіації приведенного ряду дорівнює:

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{q}_N} \sqrt{1 + r^2 \left(1 - \frac{\sigma^a}{\sigma_N^a}\right)}, \quad (2.28)$$

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

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

$$\sigma_{\bar{q}_N} = \frac{100\sigma}{\bar{q}_N \cdot \sqrt{n}} \sqrt{\frac{n}{N} + r^2 \left(1 - \frac{\sigma^a}{\sigma_N^a}\right)}. \quad (2.29)$$

*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, за формулою (2.29). 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

$$\frac{\bar{q}_N^a}{\bar{q}_n^a} = \frac{\bar{q}_N}{\bar{q}_n}, \quad (2.30)$$

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

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

$$\bar{q}_N = K_N \bar{q}_n. \quad (2.31)$$

### 2.2.3 Узагальнення розрахункових характеристик річного стоку для річок Прикарпаття

Після статистичного аналізу часових рядів річних модулів стоку [6] просторовому узагальненню, зазвичай, підлягають середні величини або характеристики тієї чи іншої ймовірності перевищення. Ураховуючи різне географічне положення водозборів, спочатку величини шарів стоку відносять до якоїсь однієї умовної широти [6]. З цією метою будується залежність  $\bar{q} = f(\phi^0 \text{ півн. ш})$  (рис. 2.5) у вигляді

$$\bar{q} = \bar{q}_{\phi_0} \pm \alpha_{\phi} (\phi^0 - \phi_0), \quad (2.32)$$

де  $\bar{q}_{\phi_0}$  - середній річний модуль стоку, віднесений до умовної широти геометричних центрів тяжіння водозборів  $\phi_0$ .

Рекомендується  $\phi_0$  призначати з таким розрахунком, щоб воно відповідало приблизно геометричному центру тяжіння розглядуваної території. За лінійною кореляцією  $\bar{q} = f(\phi^0 \text{ півн. ш})$  встановлюється значення коефіцієнта регресії  $\alpha_{\phi}$ . Приведення вихідних даних  $\bar{q}$  до умовної широти  $\phi_0$  здійснюється на підставі (2.32). Дійсно,

$$\bar{q}_{\phi_0} = \bar{q}_m \pm \alpha_{\phi} (\phi^0 - \phi_0). \quad (2.33)$$

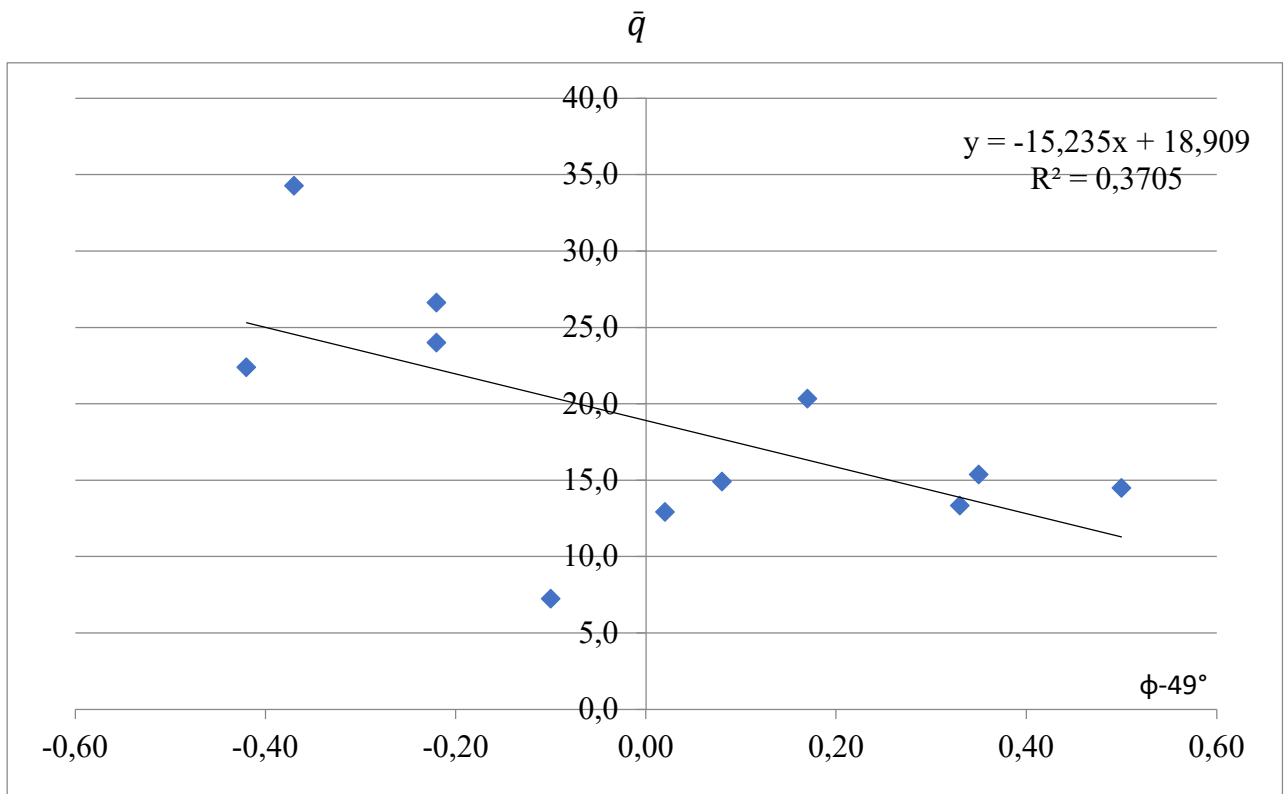


Рисунок 2.5 – Залежність середньорічних модулів стоку від широтного положення водозборів на річках Прикарпаття

Оскільки досліджувана територія є гірською місцевістю, тоді наступним місцевим фактором, який необхідно перевірити на можливий вплив на величину стоку – це буде висотне положення. Побудована залежність приведених до єдиної широти модулів річного стоку від висотного положення (рис. 2.6) має тісний зв'язок та коефіцієнт кореляції  $r = 0,92$ .

У межах територій досліджується вплив на приведені до  $\phi_0$  модулі річного стоку  $\bar{q}_{\phi_0}$  залісеності території (рис. 2.7). Після виключення впливу висотного положення на величину річного стоку значущого впливу широтного положення та залісеності водозборів не виявлено.

Для перевірки оцінки точності побудованої карти виконані перевірочні розрахунки.

Точність розрахунку норми стоку за картою визначається як відносне середнє відхилення [6]. розрахункових значень від фактичних за формулою:

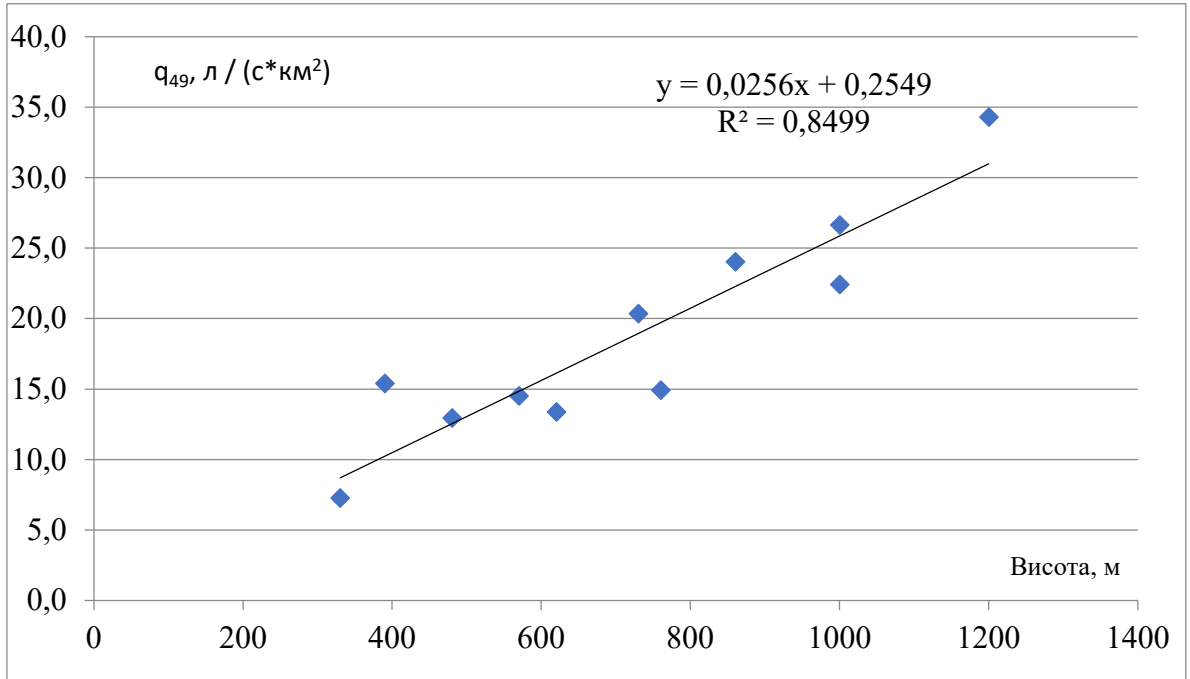


Рисунок 2.6 – Залежність приведених до широти 49° півд.ш. модулів річного стоку від висотного положення водозборів на річках Прикарпаття

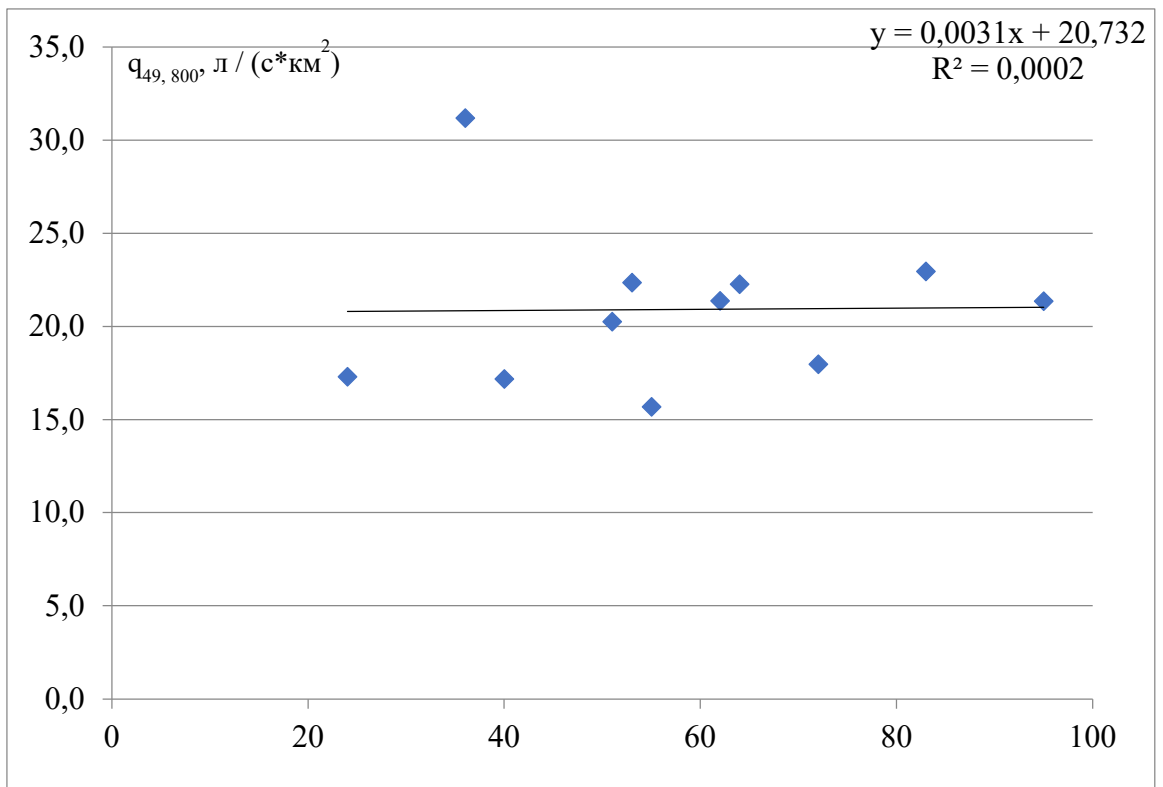


Рисунок 2.7 – Залежність приведених модулів річного стоку до єдиної широти і висоти від залісеності водозборів на річках Прикарпаття

$$\Delta \bar{q} = \frac{|q_p - q_s|}{q_s} * 100\% \quad . (2.34)$$

В якості регіональної залежності для визначення величини річного стоку на річках Прикарпаття, у тому числі і для не вивчених у гідрологічному відношенні річок регіону, рекомендоване рівняння вигляду (2.35), похибка за яким складає 9,9%:

$$q = 0,0256 * N_{\text{ср}} + 0,2549 \quad (2.35)$$

Тоді як за рівнянням СНіП [5], вигляду (2.36) похибка перевищує допустиму і становить 16,4%:

$$q = 0,0311 * N_{\text{ср}} - 4,5491 \quad (2.36)$$

Регіональне рівняння для визначення коефіцієнтів варіації (2.37) середнього багаторічного значення річного стоку для річок Прикарпаття за матеріалами спостережень по 2015 рік, включно, має вигляд

$$C_v = -0,0002 * N_{\text{ср}} + 0,4282 \quad (2.37)$$

Розрахункове рівняння (2.38) для визначення коефіцієнтів варіації для гірських річок Прикарпаття, що наведено у монографії [1] має вигляд:

$$C_v = 0,95 / [q^{0,25} * F^{0,04}] \quad (2.38)$$

Похибка розрахунків за рівнянням (2.38) складає 28,9 %, а за регіональним рівнянням (2.37) - 12,1 %

## 3 ВНУТРІШНЬОРІЧНИЙ РОЗПОДІЛ СТОКУ НА РІЧКАХ ПРИКАРПАТТЯ

### 3.1 Загальна характеристика розподілу стоку протягом року

За умовами живлення басейн Дністра можна поділити на три частини: Карпатську, Волино - Подільську та Нижню південну. Карпатська гірська ділянка басейну являє собою, в основному, верхню правобережну частину водозбору з сильно розвиненою гідрографічною мережею і є основною областю формування стоку Дністра. На Карпатській території басейну Дністра середні багаторічні значення модуля річного стоку є найвищими (4,70-5,33 л/с км<sup>2</sup>), а біля самого витoku річки цей показник досягає 10,0 л/с км<sup>2</sup>. На Подільській частині басейну модуль стоку неухильно зменшується від 4,70 до 1,77 л/с км<sup>2</sup>. Нижче гідрологічного поста Кам'янка, русло річки є транзитним, річна кількість опадів тут сягає всього лише 350-400 мм. Невеликі притоки в цій частині водозбору не справляють помітного впливу на водний режим Дністра, який формується під комбінованим впливом на р. Дністер карпатських лівобережних приток. Значення модуля стоку на нижній території басейна складає 1,1-0,2 л/с км<sup>2</sup>. Таким чином, основна область формування стоку Дністра – верхня частина басейну (20,4 тис. км<sup>2</sup>, 28% всієї водозбірної площі), водотоки якої характеризуються паводковим режимом протягом усього року. Верхня частина басейну формує близько 2/3 річного стоку Дністра. Облік безповоротного водоспоживання дає можливість оцінити природний стік річки на в/п Заліщики в розмірі 226 м<sup>3</sup>/с, або 7,13 км<sup>3</sup> в рік [1].

В цілому в басейні Дністра взимку випадає 10-20% річних опадів, влітку - 35-45%, навесні і восени - по 20-25%. Сніговий покрив, за винятком верхньої частини басейну, нестійкий. Тривалість періоду зі сніговим покривом коливається від 100 до 140 днів в Карпатах, від 60 до 100 днів в середній частині басейну і від 20 до 60 днів в нижній. Все це в основному визначає і сезонний розподіл стоку річки: близько 60% річного стоку річки припадає на літньо-осінній період, 25% - на весняний період за рахунок танення снігу, останні 15% становить стік зимового періоду, що формується переважно за рахунок ґрунтового живлення річки. На в/п

Заліщики найбільша водність доводиться на квітень, найменша водність річки спостерігається в січні-лютому. Слід зазначити, що в останні десятиліття внутрішньорічний розподіл стоку дещо змінився. Перш за все, меншими стали витрати весняного водопілля. Разом з тим дещо зросли витрати протягом межені. Характерною особливістю Дністра є паводковий режим. Щороку на річці спостерігається до п'яти паводків. Рівні води при цьому можуть зростати на 3-4 м, а іноді і більше. Льодовий режим є нестійким з частим встановленням не потужного льодоставу та його скресання. Це приводить до утворення заторів, які нерідко досягають значних розмірів і супроводжуються високим підняттям рівня води (до 4 м і більше). Часто заторні явища відмічаються й у верхній частині Дністровського водосховища.

За типовими для річкових басейнів характеристиками – водозбірна площа басейну р. Дністер у межах Івано-Франківської, Тернопільської та Хмельницької областей приблизно однакова. Одночасно, порівняно з іншими 6 областями басейну, найбільша кількість річок в межах України, що забезпечує формування основного стоку (водності) всього басейну, припадає на територію Івано-Франківської області (близько 45%). Характерна особливість басейну – вразливість до шкідливої дії вод протягом усього року у зв'язку із паводковим режимом у гірській (верхній) частині басейну, особливо правобережжі. Найбільш вразливою областю є Івано-Франківська, у межах якої повністю розташовані усі основні гірські притоки Дністра, які стрімко формують паводковий стік. Основною особливістю гідрографічної сітки басейну Дністра є відсутність значних приток. Важливою особливістю Дністра є великий стік наносів, які транспортує річка. Перш за все, це обумовлено гірським характером харчування. Певний вплив має і антропогенний фактор, зокрема, вирубка і вивезення лісу, поширення в басейні просапних культур, виноградників [1].



### 3.2 Розрахункові характеристики внутрішньорічного розподілу стоку на річках Прикарпаття

Для розрахунків внутрішньорічного розподілу стоку в залежності від наявності даних гідрометеорологічних спостережень можна використати такі методи [5]:

- 1) при наявності даних спостережень (не менше 15 років):
  - а) типовий розподіл (або розподіл стоку за роки характерної водності);
  - б) метод компонування;
- 2) при недостатності та відсутності даних спостережень:
  - а) за аналогією з внутрішньорічним розподілом на вивченому (дослідженому) у гідрологічному відношенні басейні;
  - б) з використанням районних схем і регіональних залежностей параметрів внутрішньорічного розподілу стоку від фізико-географічних чинників.

Визначення внутрішньорічного розподілу стоку за методом реального року засновано на виборі розрахункового водогосподарського року з числа фактичних з використанням принципу найбільшої близькості ймовірності перевищення стоку за водогосподарський рік, лімітуючий період, лімітуючий сезон і лімітуючий місяць до розрахункової ймовірності перевищення [6]. Такий вибір проводиться з числа  $j$  - х років (від  $j = 1$  до  $j = m$ ;  $m$  - число років з річним стоком заданої градації водності) розрахункової групи водності з використанням такої умови:

$$\sum_1^4 (\Delta P)_j^2 = (P_{BP} - P_{розр})_j^2 = (P_{BP} - P_{розр})_j^2 + (P_{ЛП} - P_{розр})_j^2 + (P_{ЛС} - P_{розр})_j^2 + (P_{ЛМ} - P_{розр})_j^2; \quad (3.1)$$

де:  $P_{розр}$  - розрахункова ймовірність перевищення, яка береться однаковою для всіх розрахункових інтервалів часу;

$P_{вр}$ ,  $P_{лп}$ ,  $P_{лс}$ ,  $P_{лм}$  - значення ймовірності перевищення стоку за вибраний водогосподарський рік і його лімітуючий період, лімітуючий сезон і лімітуючий

місяць в розрахунковому створі річки, які визначаються за допомогою кривих забезпеченості відповідних рядів стоку;

$\Sigma(\Delta P)^2_j$  - результуюча сума, яка визначається послідовно для кожного з  $m, j$ -х досліджуваних водогосподарських років, що увійшли до розрахункової групи років заданої градації водності.

За розрахунковий береться той водогосподарський рік, для якого отримано найменше значення суми  $\Sigma(\Delta P)^2_j$ .

При практичному застосуванні умови (3.1) для вибору характерного за водністю року (особливо дуже маловодного, маловодного, дуже багатоводного і багатоводного) необхідно, щоб значення відхилення ймовірності перевищення стоку за розрахункові інтервали часу від необхідної ймовірності перевищення не перевищували діапазон забезпеченостей кожної з цих градацій водності ( $\approx 16,7\%$ ), а для середніх за водністю років, що мають діапазон забезпеченостей  $33,3\%$ , не відрізнялися більш ніж на  $20\%$ .

Водогосподарський рік, для якого ліва частина рівняння (3.1) має найменше значення, береться за модель відносного (у частках від річного об'єму стоку) внутрішньорічного розподілу стоку. При плануванні використання річкових вод у разі майбутнього регулювання стоку досліджуваної річки з правої частини рівняння (3.1) виключається доданок  $(P_{\text{лм}} - P_{\text{розр}})^2_j$ .

При вирішенні окремих практичних завдань може виявитися доцільним не обмежуватися вибором лише одного характерного за водністю року, для якого ліва частина рівняння (3.1) виявилася найменшою, а також виконати додатковий аналіз відносних розподілів стоку й для інших водогосподарських років, що входять в досліджувану градацію характерних за водністю років.

Під типовим розподілом розуміється найчастіше повторюваний для даної річки (або групи річок) у багаторічному розрізі розподіл стоку протягом року. Типові схеми особливо придатні для класифікації річок та гідрологічного районування. Зазвичай використовуються моделі так званих фіктивних та характерних за водністю років (багатоводних, середньоводних або маловодних). Схеми фіктивного розподілу можна одержати в результаті осереднення витрат

води, а потім подання їх у модульних коефіцієнтах або у відсотках від річної суми. Для забезпечення стійкості показників внутрішньорічного розподілу стоку необхідно, щоб часові ряди були не менше 50 років.

По всіх досліджуваних рядах розраховані середні багаторічні значення середньомісячних витрат води та визначені долі у відсотках від річного стоку (табл. 3.1, рис. 3.1)

За типовим розподілом можна відмітити, що найбільш повноводний місяць – квітень 11,4-16,4%, проте значну водність мають і місяці березень, травень, червень і липень, де водність кожного може коливатись від 6,6 % до 15,6%.

В таблиці 3.1 зведено розподіл стоку по місяцях у відсотках від річної суми. Найбільш повноводний місяць березень, коли формується від 15,8 % до 31,7 % річного стоку, у місяці межені з травня поточного місяця по січень наступного року формується від 1,0 % до 9,7 % річного стоку [7].

За дослідженнями світових [8]-[9] та вітчизняних вчених вчених [10]-[12] водні ресурси світу знаходяться під впливом зміни клімату, як одного з основних стокоформуєчих чинників. Тому актуальним постало завдання дослідити внутрішньорічний розподіл стоку за різні часові періоди, а саме: весь період інструментальних спостереження, період кліматичної норми (1961-1991 рр.), сучасний період (1989-2015 рр.)

На сучасному етапі, однак, відбуваються деякі зміни у внутрішньорічному розподілі річок, зумовлені глобальними та регіональними змінами клімату, антропогенними впливом тощо. В монографії В.В. Гребеня [10] проведений аналіз змін окремих періодів і сезонів внутрішньорічного розподілу річок України станом на 2008 р., в рамках ландшафтно-гідрологічного районування. Згідно цієї схеми районування, на території України виділяється 6 ландшафтно-гідрологічних зон, 16 провінцій та 14 районів.

Зміни складових водно-теплового балансу, що відбулися впродовж останніх десятиріч на території України, зумовили певний внутрішньорічного перерозподіл стоку країни (по фазах гідрологічного режиму).

Таблиця 3.1 – Розрахунок внутрішньорічного розподілу стоку по місяцях у відсотках від річного стоку

№ за/п	Річка - пост	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Дністер - с. Стрільки	6,0	7,1	11,0	<b>13,0</b>	9,0	10,5	10,0	8,2	7,3	5,5	5,5	6,8
2	Дністер-м.Самбір	6,0	7,2	12,6	<b>13,7</b>	9,1	11,1	10,2	6,5	6,5	5,5	5,6	6,1
3	Тисьмениця-м.Дрогобич	5,3	6,9	10,3	<b>11,4</b>	10,1	11,9	11,2	8,1	7,7	5,6	5,9	5,5
4	Славська - смт Славське	5,4	6,2	12,1	<b>16,4</b>	9,1	8,7	8,9	6,9	6,0	6,2	6,8	7,2
5	Свіча-х.Мислівка	4,3	4,5	7,9	<b>15,6</b>	12,8	10,7	10,5	7,7	7,6	6,0	6,5	5,9
6	Свіча-с.Зарічне	4,4	5,2	9,5	<b>15,1</b>	11,5	12,0	11,0	8,0	6,8	5,2	5,8	5,4
7	Лімниця-с.Осмолода	3,6	3,2	6,6	<b>15,6</b>	15,6	11,5	10,3	7,9	7,6	5,9	6,3	5,7
8	Лімниця-с.Перевозець	3,4	4,0	7,8	<b>14,6</b>	14,3	13,7	12,0	8,5	6,9	5,0	5,3	4,4
9	Луква-с.Боднарів	4,1	6,2	12,9	<b>16,3</b>	11,3	12,9	10,6	6,6	5,3	4,1	4,9	4,9
10	Бистриця Надвірнянська - с.Пасічна	3,2	3,7	7,6	<b>15,9</b>	14,5	12,3	11,5	8,4	7,3	5,5	5,6	4,6
11	Ворона-м.Тисмениця	4,9	6,5	12,7	<b>14,1</b>	9,2	13,1	10,4	6,8	6,3	5,8	5,1	5,1

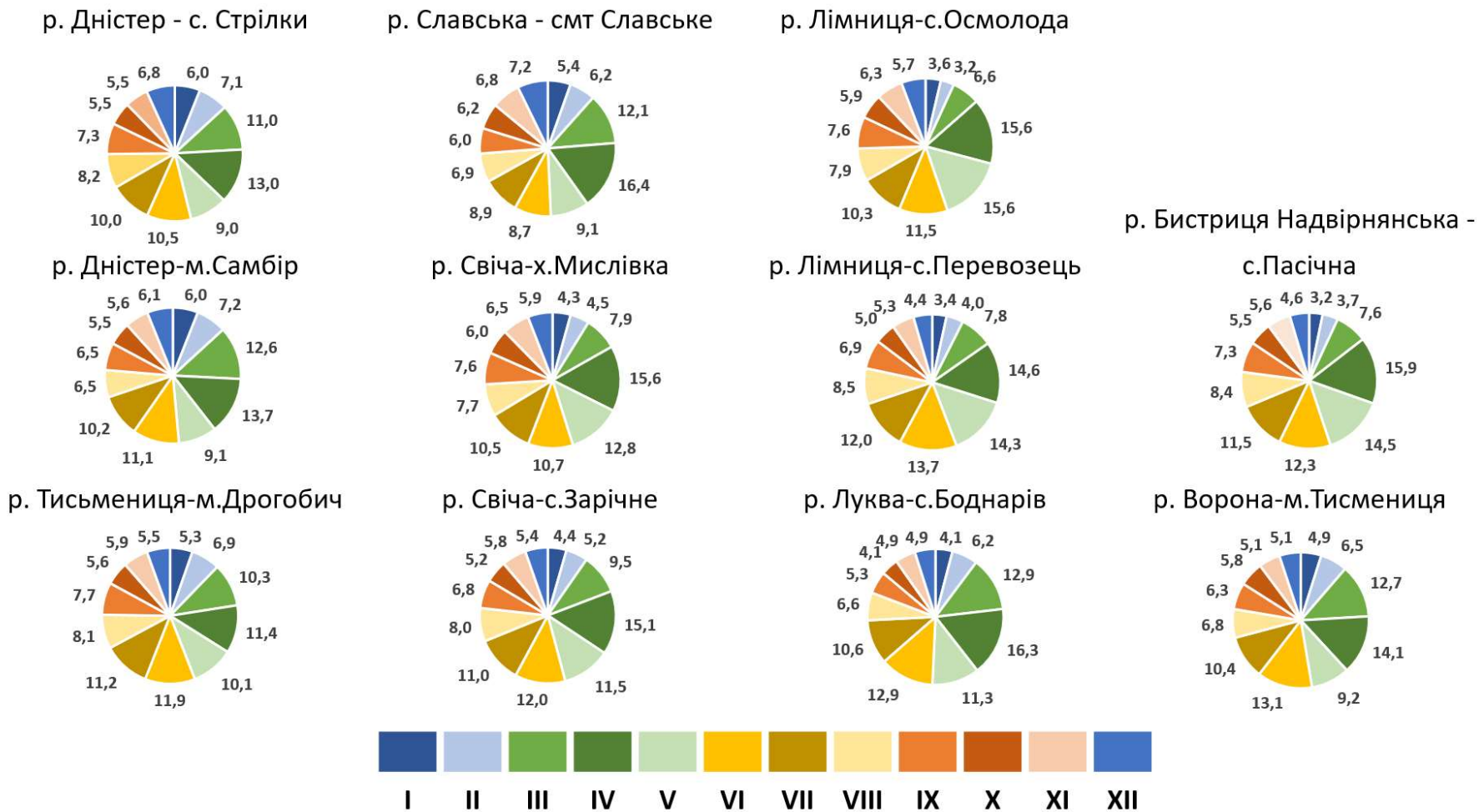


Рисунок 3.1 – Типовий розподіл стоку по місяцях на річках Прикарпаття за сучасних умов формування стоку

Територія Прикарпаття відноситься до Карпатської гірської ландшафтно-гідрологічної країни Прут-Дністровська ландшафтно-гідрологічна провінція.

За дослідженнями наведеними у [10] на досліджуваній нами території весняне водопілля припадає 29 % (за даними до 1989 р.) та 27 % (за даними за період 1989-2008 рр.) річного стоку, тоді як на літньо-осінню межень припадає 52 % (до 1989 р.) та 53 % (1989-2008 рр.) а на зимову межень – 19 % (до 1989 р.) та 20 % (1989-2008 рр.).

На рис. 3.2 представлені результати розрахунків для річок Свіча, Славська та Бистриця Надвірнянська за обраними нами періодами: весь період спостережень, період кліматичної норми (1961-1991 рр.) та сучасний період (1990-2015 рр.).

Характер зміни водності від місяця до місяця зберігається, а величина може змінюватись від  $\pm 0,5$  % до  $\pm 3$ %.

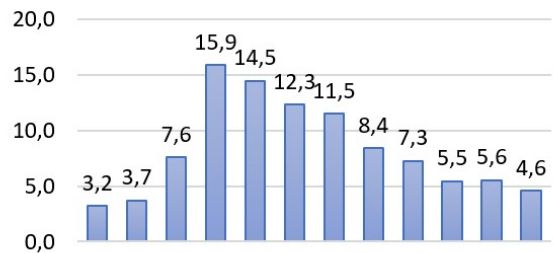
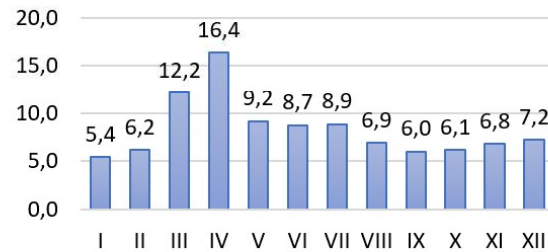
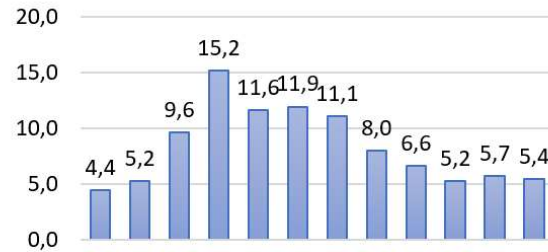
Порівняємо між собою результати розрахунків розподілу стоку річок Прикарпаття у різні проміжки часу, записавши у наступній послідовності: до 2015 р. / 1961-1991 рр. / 1990-2015 рр. Тоді маємо:

весняне водопілля – 36,4-37,9 / 37,9-39,1 / 35,2-36,5 % річного стоку води;  
літньо-осіння межень – 43,3-50,5 / 43,7-51,2 / 44,1-50,6 % річного стоку води;  
зимова межень – 11,5-15,1 / 9,7-17,2 / 13,0-19,9 % річного стоку води.

На рис. 3.3 наглядно показано, як можна завищити або навпаки занизити долю стоку за певний місьць, якщо розглянути проміжок часу не за весь період спостережень, хоча згідно рекомендацій нормативного документу [5] мінімальна тривалість ряду рекомендована 15 років.

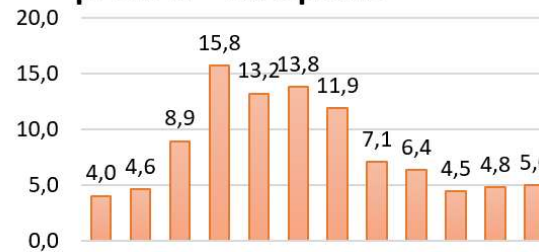
На слайді рис. 3.4 показано розподіл стоку по сезонах за різні часові інтервали. Розбіжність буде складати від 3 % до 5 % в межах кожного сезону [13].

### За весь період спостережень

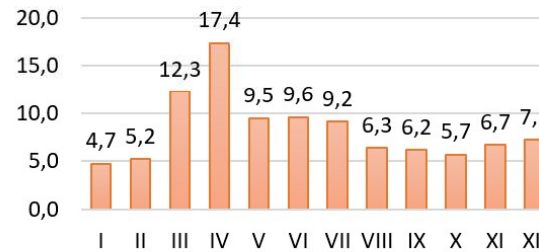


### За період кліматичної норми (1961-1991 рр.)

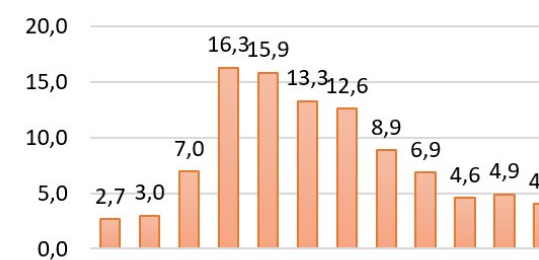
#### р. Свіча – с. Зарічне



#### р.Славська - с.мт Славське



#### р. Бистриця Надвірнянська – с. Пасічна



### За сучасний період (1990-2015 рр.)

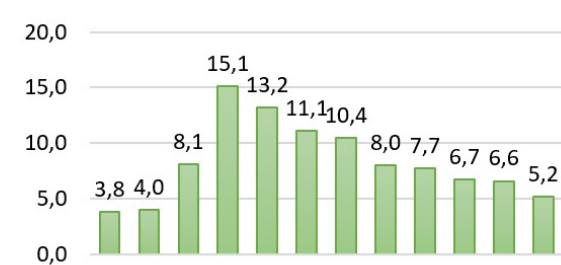
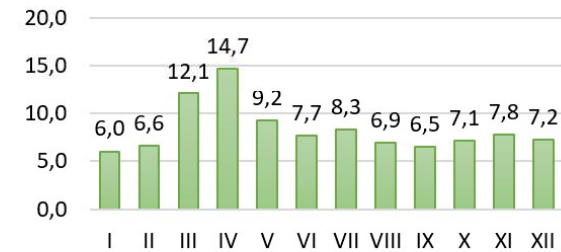
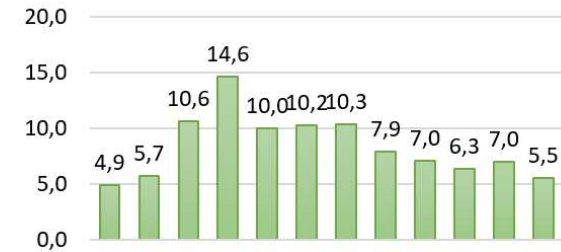


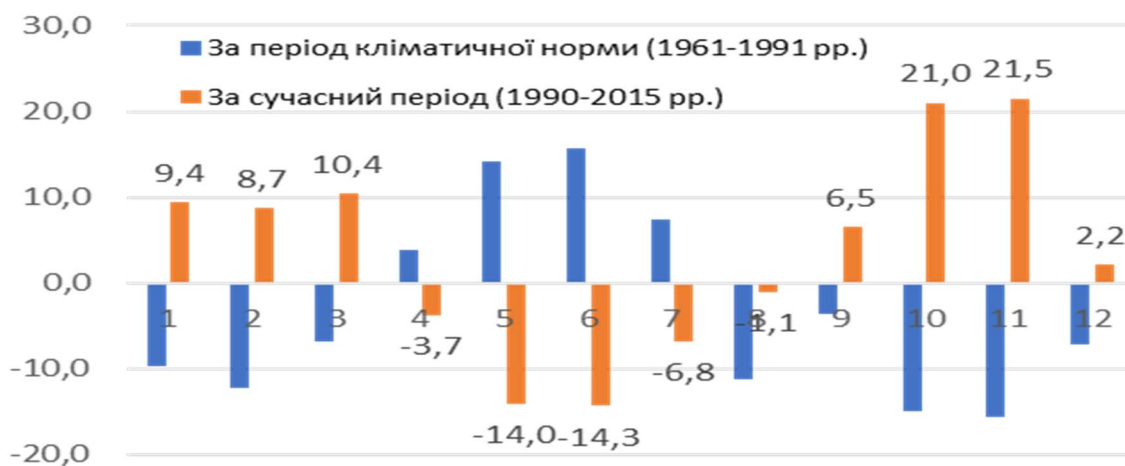
Рисунок 3.2 – Розподіл стоку (у %) на річках Прикарпаття за різні інтервали часу

Таблиця 3.2 – Розрахунковий розподіл стоку по місяцях у % від річної суми на річках Прикарпаття за різні часові інтервали

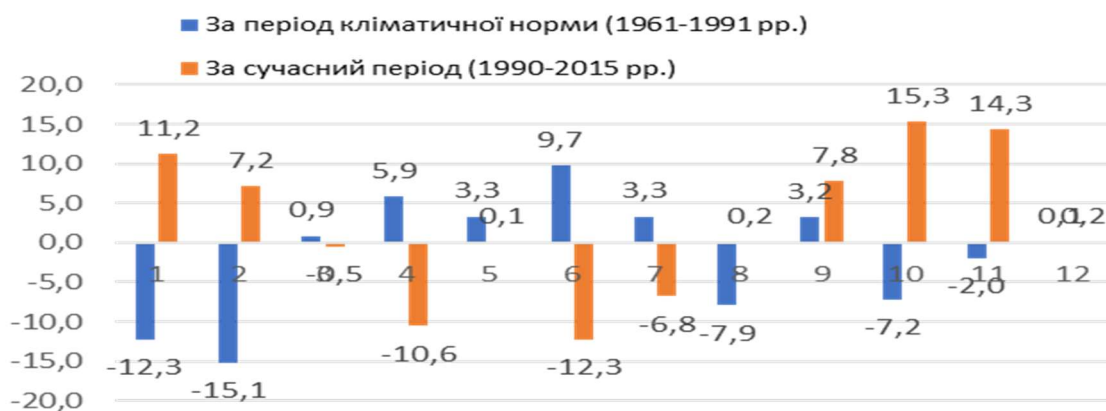
Період	Середня місячна витрата води, м <sup>3</sup> /с											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>р. Свіча – с. Зарічне</b>												
За весь період спостережень	4,4	5,2	9,6	15,2	11,6	11,9	11,1	8,0	6,6	5,2	5,7	5,4
За період кліматичної норми (1961-1991 рр.)	4,0	4,6	8,9	15,8	13,2	13,8	11,9	7,1	6,4	4,5	4,8	5,0
За сучасний період (1990-2015 рр.)	4,9	5,7	10,6	14,6	10,0	10,2	10,3	7,9	7,0	6,3	7,0	5,5
<b>р.Славська - смт Славське</b>												
За весь період спостережень	5,4	6,2	12,2	16,4	9,2	8,7	8,9	6,9	6,0	6,1	6,8	7,2
За період кліматичної норми (1961-1991 рр.)	4,7	5,2	12,3	17,4	9,5	9,6	9,2	6,3	6,2	5,7	6,7	7,2
За сучасний період (1990-2015 рр.)	6,0	6,6	12,1	14,7	9,2	7,7	8,3	6,9	6,5	7,1	7,8	7,2
<b>р. Бистриця Надвірнянська – с. Пасічна</b>												
За весь період спостережень	3,2	3,7	7,6	15,9	14,5	12,3	11,5	8,4	7,3	5,5	5,6	4,6
За період кліматичної норми (1961-1991 рр.)	2,7	3,0	7,0	16,3	15,9	13,3	12,6	8,9	6,9	4,6	4,9	4,0
За сучасний період (1990-2015 рр.)	3,8	4,0	8,1	15,1	13,2	11,1	10,4	8,0	7,7	6,7	6,6	5,2



## р. Свіча – с. Зарічне



## р. Славська - смт Славське



## р. Бистриця Надвірнянська – с. Пасічна

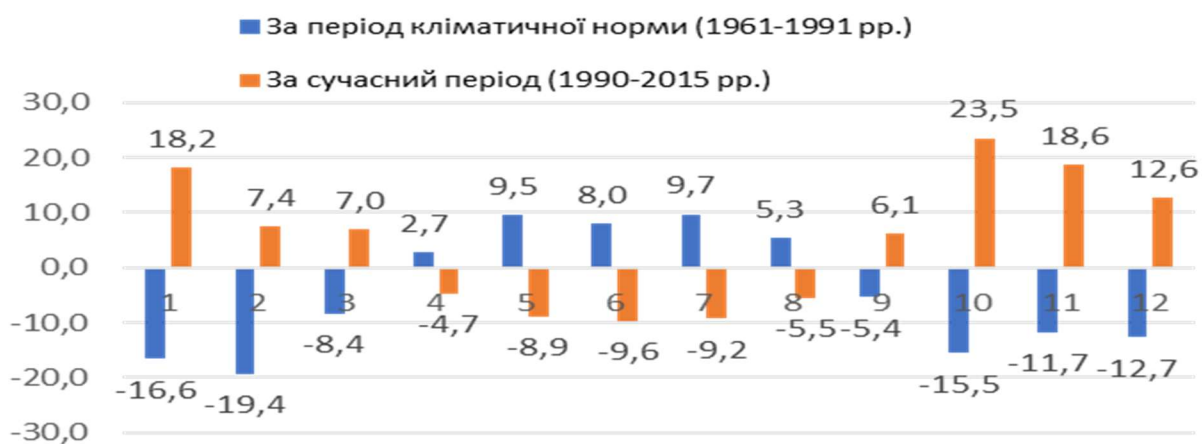
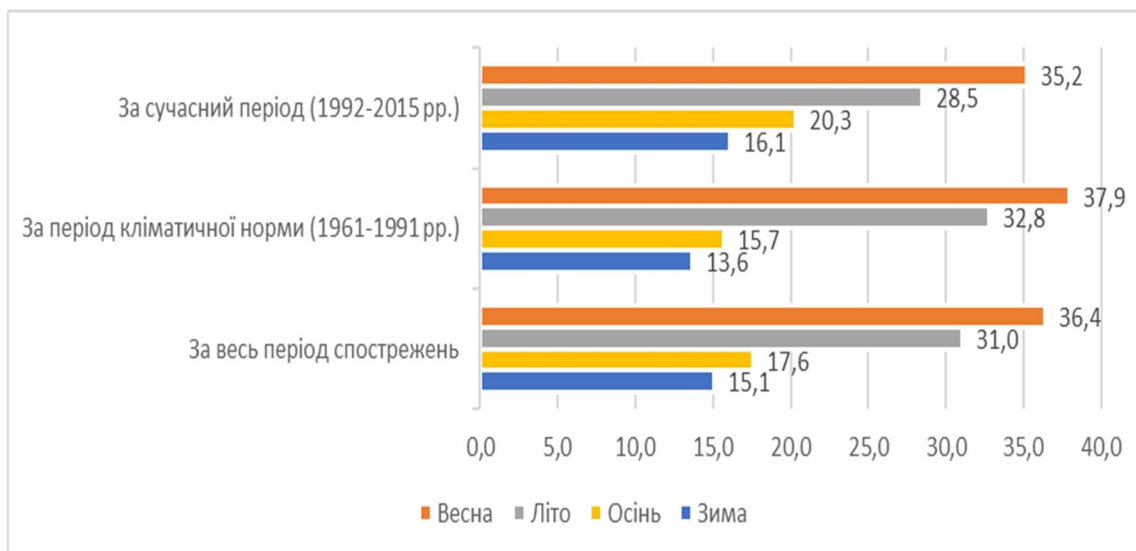
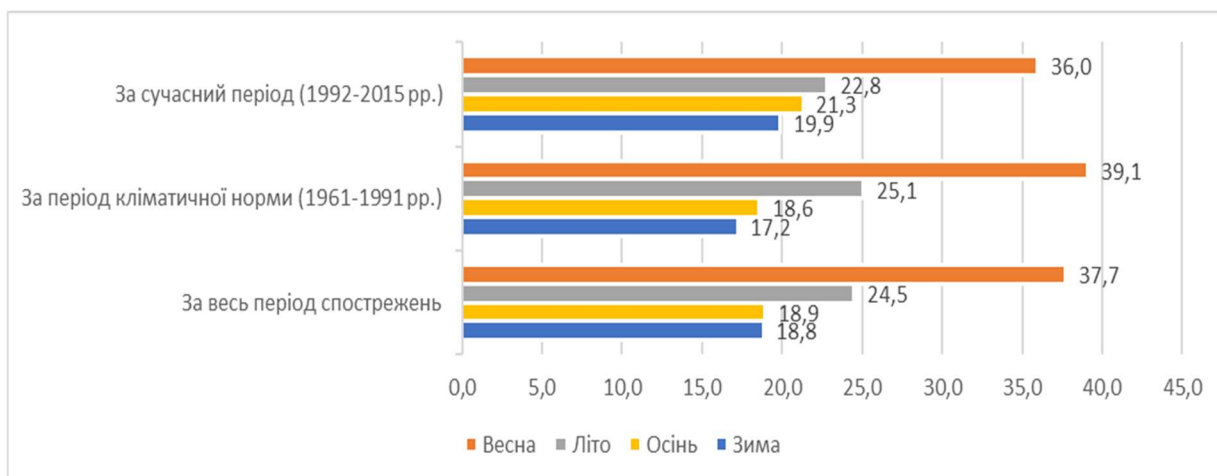


Рисунок 3.3 – Відхилення розрахункових розподілів стоку за період кліматичної норми та сучасний період у порівнянні із розподілом за весь період спостережень (у %)

## р. Свіча – с. Зарічне



## р. Славська - смт Славське



## р. Бистриця Надвірнянська – с. Пасічна

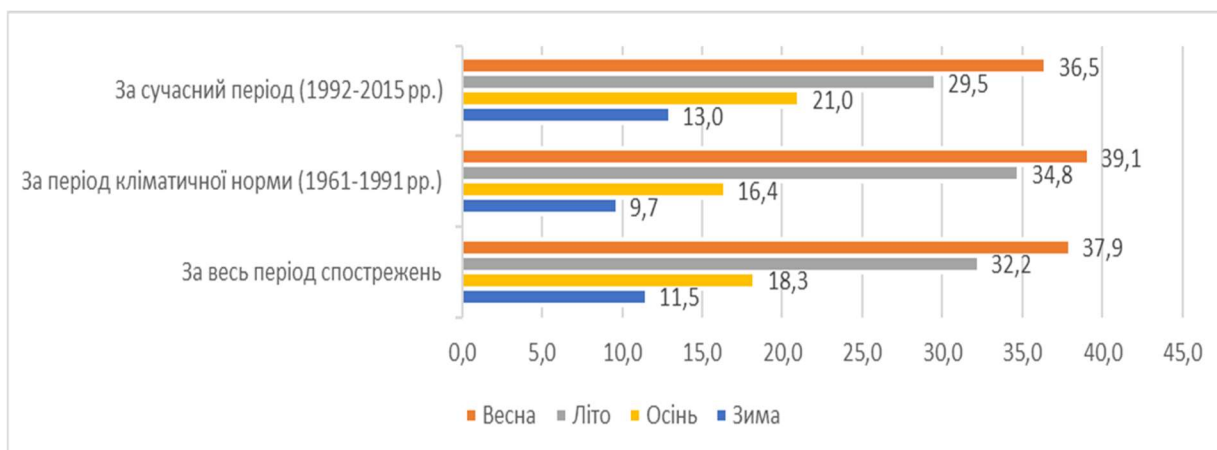


Рисунок 3.4 – Оцінка розподілу сезонного стоку за різні часові інтервали на річках Прикарпаття

## ВИСНОВКИ

Основним результатом кваліфікаційної роботи магістра є визначені просторово-часового розподілу річного стоку та визначення особливості його внутрішньорічного розподілу стоку на річках Прикарпаття, що опираються на матеріали спостережень по 2015 рік. Надійна оцінка величини річного стоку опираючись на розроблену регіональну методику нормування розрахункових величин стоку дає підставу для впровадження раціональних заходів управління водними ресурсами регіону для невивчених у гідрологічному відношенні річок.

Слід відмітити наступні результати дослідження:

1. Досліджені умови формування річного стоку на річках Прикарпаття показують розподіл як гідрологічних так і метеорологічних характеристик в залежності від висотного положення водозборів;
2. Виконано статистичний аналіз просторово-часового розподілу розрахункових величин річного стоку та узагальнити їх по території у вигляді 2 регіональних рівнянь, які дозволяють визначити середньорічний модуль стоку та коефіцієнт варіації;
3. Проаналізовано внутрішньорічний розподіл стоку у сучасних та минулих кліматичних умовах, а також за весь період спостережень.
4. Встановлено, що суттєвих змін розподілу стоку води протягом року на річках Прикарпаття не відзначається, проте вибір розрахункового періоду необхідно робити пильніше, щоб отримати правдиві результати, уникнувши завищення або заниження середньомісячного стоку.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Ресурси поверхневих вод СРСР. Україна і Молдавія [под ред. М.С. Каганера]. Ленінград : Гидрометеоздат, 1969. Т. 6., Вып. 1.: Западная Украина и Молдавия. 884 с.
2. Електроний портал «Карти України» <http://geomap.land.kiev.ua/>
3. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ : Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
4. Вишневський В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ : Ніка-Центр, 2003. 324 с.
5. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Гидрометиздат, 1984. 447 с.
6. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки. Одеса : ТЕС, 2014. 255 с.
7. Гайдамака А.О. Особливості внутрішньорічного розподілу стоку річок прикарпаття в сучасних умовах формування стоку // VI Всеукраїнський пленер з питань природничих наук, Одеса, 2022
8. Blöschl, G. et al. Changing climate both increases and decreases European river floods. *Nature*, 2019, 573(7772), pp. 108-111 <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1495-6>
9. Renard, B., Lang, M. & Bois, P. Statistical analysis of extreme events in a non-stationary context via a Bayesian framework: case study with peak-over-threshold data. *Stoch. Env. Res. Risk* A. 21, 97–112 (2006)
10. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). –К.: Ніка-центр, 2010. -316 с.
11. Gorbachova, L., Khrystiuk, B.: Extreme low flow change analysis on the Tysa River within Ukraine. *Acta Hydrologica Slovaca*, Volume 22, No. 2, 2021, 200 – 206
12. Ovcharuk, V. and Goptsiy, M.: Study of trends in the time series of maximum water discharges in the Tisza basin rivers within Ukraine. *Acta Hydrologica Slovaca*,

[http://www.uh.sav.sk/ah\\_articles/2022\\_23\\_1\\_Ovcharuk\\_32.pdf](http://www.uh.sav.sk/ah_articles/2022_23_1_Ovcharuk_32.pdf)

13. Гайдамака А.О. Порівняльний аналіз внутрішньорічного розподілу стоку річок Прикарпаття за різними періодами в умовах кліматичних змін // Матеріали наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, Одеса, 2022

#### **Апробація досліджень:**

-Участь у наукових семінарах кафедри гідрології суші 2021/2022 та 2022/2023 н.р.

-Участь у конференції молодих вчених ОДЕКУ 2022 р.

- **I тур** Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт за спеціальністю «**Науки про Землю (Географія)**». **Диплом III ступеня.**
- **II тур** Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт за спеціальністю «**Науки про Землю (Географія)**»

#### **Публікація тез:**

- Гайдамака А.О. Порівняльний аналіз внутрішньорічного розподілу стоку річок Прикарпаття за різними періодами в умовах кліматичних змін // Матеріали наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, Одеса, 2022
- Гайдамака А.О. Особливості внутрішньорічного розподілу стоку річок прикарпаття в сучасних умовах формування стоку // VI Всеукраїнський пленер з питань природничих наук, Одеса, 2022