

Міністерство освіти і науки України  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
Географічний факультет  
Кафедра гідрології та гідроекології

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПАВОДКІВ ХОЛОДНОГО ТА ТЕПЛОГО  
ПЕРІОДІВ РОКУ НА РІЧКАХ ЗАКАРПАТТЯ**

Галузь знань 10 – Природничі науки  
Спеціальність 103 – Науки про Землю  
Освітньо-професійна програма – Управління та екологія водними ресурсами

**Кваліфікаційна робота бакалавра**

студента 4-го курсу  
освітнього рівня бакалавр  
**Бартяна Єгора Івановича**

Науковий керівник:  
кандидат географічних наук,  
Марина ГОПЦІЙ

Роботу рекомендовано до захисту  
Протокол № 12 від 2 червня 2025 р.

Завідувач кафедри гідрології та  
гідроекології

професор  
Василь ГРЕБІНЬ

Київ 2025



## ВСТУП

**Актуальність теми:** Вивчення водного режиму річок Закарпаття та його змін у різні періоди є надзвичайно актуальним, адже цей регіон є одним з найбільш паводконебезпечних в Україні. Паводки в Карпатах не обмежуються певними сезонами, а можуть спостерігатися протягом усього календарного року, що підкреслює їхню постійну загрозу для регіону. Гідрологічний режим річок Закарпаття є надзвичайно складним і мінливим, характеризуючись різкими коливаннями рівня води та частими паводками, які можуть спостерігатися у всі пори року, з середньою частотою 8-10 паводків на рік, з яких 1-4 можуть виходити на заплаву. Паводки на Закарпатті мають багатогранні та руйнівні наслідки, що охоплюють людські втрати, значні матеріальні збитки та довгострокову деградацію довкілля. Найтрагічнішим наслідком паводків є загибель людей. За період з 1990 року, великі паводки призвели до значних людських жертв: 17 осіб загинуло у 1998 році, 9 – у 2001 році, та 2 – у 2019 році. Ці цифри підкреслюють постійну загрозу для життя, яку несуть ці стихійні лиха.

**Мета:** проаналізувати та порівняти характеристики максимального стоку дощових паводків на річках Закарпаття холодного та теплого періодів та дослідити мінливість величин максимальних витрат води та шарів стоку дощових паводків за багаторічний період.

**Завдання:**

- дослідити умови формування дощових паводків на річках Закарпаття;
- дослідити особливості гідрографічних характеристик та водного режиму річок Закарпаття;
- створити банк даних максимальних витрат води, шарів стоку та тривалості дощових паводків на річках Закарпаття;
- визначити та дослідити тенденцію у рядах максимальних витратах води та шарів стоку за багаторічний період спостережень;

- оцінити статистичні характеристики рядів характеристик максимального стоку дощових паводків;

- дослідити динаміку та характер змін характеристик дощових паводків за багаторічний період.

**Об'єкт дослідження:** річки Закарпаття (суббасейн Тиси, басейн Дунаю).

**Предмет дослідження:** максимальний стік дощових паводків холодного та теплого періодів на річках Закарпаття.

**Для дослідження використано матеріали:** Матеріали даних багаторічних спостережень за характеристиками дощових паводків та дані про щоденні витрати води за роки високих паводків Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського, інформація з офіційного сайту Українського гідрометеорологічного центру та Басейнового управління водними ресурсами річки Тиса.

**Методи дослідження:** аналітичний, статистичні методи обробки гідрометеорологічних рядів спостережень.

**Практичне значення:** отримана характеристика умов формування паводкового стоку та статистичні параметри можуть бути використані для вдосконалення моделей прогнозування дощових паводків холодного та теплого періодів на річках Закарпаття, дозволить більш точно оцінювати ймовірність виникнення паводків різної інтенсивності та визначати зони потенційного затоплення, що є основою для розробки карт ризиків. Дані про максимальні розрахункові витрати води дощових паводків (забезпеченістю менше 1%) необхідні для безпечного проектування та експлуатації гідротехнічних споруд (мостів, водозаборів, захисних дамб).

**Структура й обсяг кваліфікаційної роботи:** Структура роботи включає в себе вступ, 3 основних розділи, висновки та перелік використаних джерел. Повний обсяг роботи становить 47 сторінок.

## РОЗДІЛ 1

### ОСОБЛИВОСТІ УМОВ ФОРМУВАННЯ ПАВОДКІВ НА РІЧКАХ ЗАКАРПАТТЯ

Розуміння взаємодії природних фізико-географічних чинників та антропогенного впливу на формування річкового стоку та паводків є критично важливим для розробки ефективних стратегій протипаводкового захисту, сталого управління водними ресурсами та мінімізації соціально-економічних збитків у регіоні, особливо з огляду на зростаючу частоту та руйнівність паводків. Фізико-географічні особливості Закарпаття відіграють фундаментальну роль у формуванні його водного режиму, визначаючи обсяг, швидкість та динаміку річкового стоку [1].

Широта місцевості – головний фактор, від якого залежить кут падіння сонячних променів, що визначає кількість сонячної енергії, що надходить на земну поверхню. Ще один фактор – це тривалість світлового дня. Рух повітряних мас (арктичних, помірних, тропічних) визначає температурний режим та вологість.

Географічне положення відносно океанів та морів: Близькість до великих водойм (моря, океани) пом'якшує клімат, роблячи його більш вологим і з меншими добовими та річними амплітудами температур (морський клімат). Віддаленість від них призводить до більш континентального клімату з більшими коливаннями температур та меншою кількістю опадів [2].

Зі збільшенням висоти температура повітря знижується (адіабатичне охолодження), а кількість опадів часто зростає. Карпати створюють чітко виражену вертикальну кліматичну зональність, що проявляється у різниці температур між передгір'ями та високогір'ям.

Гори є орографічними бар'єрами, що впливають на розподіл опадів. Навітряні схили отримують значно більше опадів, ніж підвітряні, де спостерігається "дощова тінь" [1, 2].

Ліси, болота, степи по-різному впливають на тепловий та водний баланс території. Ліси, наприклад, збільшують випаровування, затримують сніг і згладжують температурні коливання.

Тип ґрунтів впливають на інфільтрацію води, випаровування та тепловий режим приземного шару повітря [3].

### 1.1. Географічне положення, рельєф та геологічна будова

Територія Закарпатської області (рис. 1.1) розділена на дві основні тектонічні структури: гірську частину, що займає близько 80% площі (Карпатські гори), та рівнинну частину (Закарпатська низовина), що становить 20% [4, 5]. Карпати в регіоні представлені поздовжніми ланцюгами хребтів і міжгірними долинами, з середньою висотою хребтів 700-1500 м.

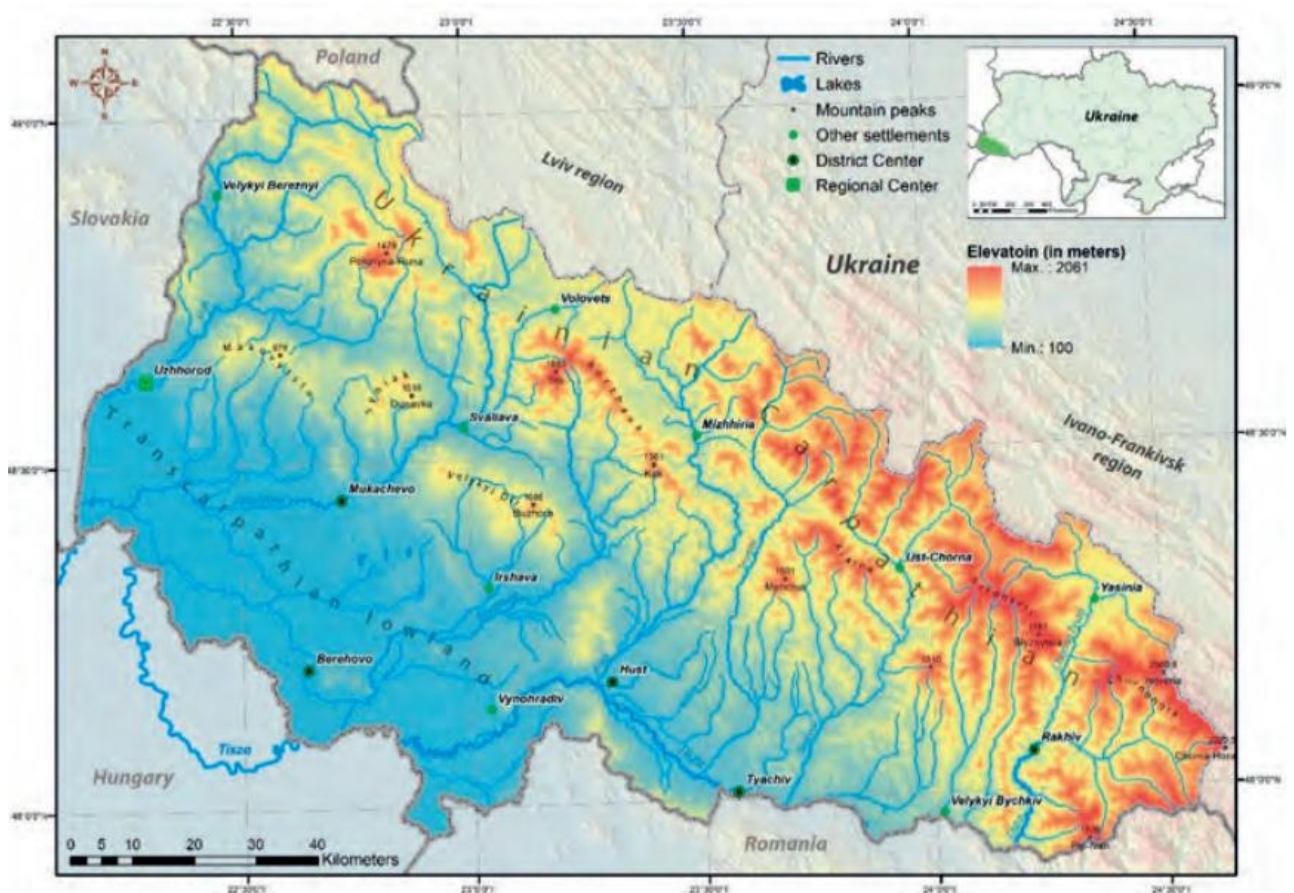


Рис. 1.1. Фізична карта Закарпаття [5]

Гірський рельєф є одним з найважливіших чинників формування стоку: зі збільшенням крутизни схилів (20-60% у Карпатах) зменшується кількість вологи, що поглинається ґрунтом, і значно зростає величина поверхневого стоку. Це особливо характерно для спадистих та стрімких безлісних ділянок. Падіння річок у верхів'ях значне, зазвичай 60-70 м/км, зменшуючись до 5-10 м/км у нижній частині течії. Це забезпечує високу швидкість течії річок, яка в межень становить 1-2 м/с, а під час повеней може зростати до 3-5 м/с.

Геологічна будова регіону зумовлює поділ на гірську та рівнинну частини. Вона не тільки формує макрорельєф, але й визначає шляхи руху води під землею. Наявність значних запасів підземних вод, включаючи артезіанські басейни, впливає на стабільне базове живлення річок. Водночас, карстові утворення можуть сприяти швидкому перерозподілу води, що потенційно прискорює надходження води до річкової мережі під час інтенсивних опадів, а також викликає такі явища, як зсуви та підтоплення. Це підкреслює, що геологічні фактори впливають як на довгострокове водопостачання, так і на раптові гідрологічні небезпеки [6].

Важливим аспектом є взаємодія інтенсивності опадів, насиченості ґрунтів та обмеженої глибини ґрунтового покриву в горах. Руйнівні паводки в Карпатах формуються в умовах перезволожених або замерзлих ґрунтів. Гірські ґрунти Закарпаття мають невелику товщину над материнською породою та їхня здатність до водопоглинання є обмеженою. Коли випадають інтенсивні опади, ці ґрунти швидко досягають повного насичення. Після цього, вся подальша вода не вбирається ґрунтом, а стікає по поверхні, безпосередньо надходячи до річок. Цей механізм є прямим і основним чинником формування раптових паводків у гірських районах [7].

## **1.2. Ґрунти та рослинний покрив**

Ґрунтовий покрив Закарпаття представлений переважно бурими гірсько-лісовими ґрунтами. Ці ґрунти, особливо у високогір'ї, є малопотужними

(невеликої товщини) і мають обмежену водоутримуючу здатність [8]. Це означає, що під час інтенсивних опадів ґрунт швидко насичується, і вода починає стікати по поверхні, значно посилюючи поверхневий стік.

Поєднання стрімких схилів, високої інтенсивності опадів та неглибоких ґрунтів з низькою водоутримуючою здатністю створює умови для формування швидких паводків. Ця природна геологічна та педологічна вразливість означає, що навіть незначні збільшення інтенсивності опадів (що потенційно пов'язано зі зміною клімату) або зменшення природної здатності ґрунтів утримувати воду (внаслідок антропогенної діяльності) можуть швидко посилити руйнівність повеней. Це робить регіон надзвичайно чутливим як до кліматичних змін, так і до змін у землекористуванні.

Ґрунтовий покрив Закарпаття різноманітний і залежить від висотної поясності. У гірських районах до висоти 1100-1500 м переважають бурі гірсько-лісові ґрунти, а вище 1200-1500 м – гірсько-лучні-буроземні ґрунти полонин. На Закарпатській низовині найпоширенішими є дерново-підзолисті, дернові, лучні та болотні ґрунти. Гірські ґрунти відносно молоді, мають незначну товщину та низьку водоутримуючу здатність, особливо у високогір'ї. Під ґрунтовим шаром часто знаходиться материнська порода (скеля), що обмежує глибину інфільтрації [5].

Водопроникність ґрунтів у Карпатах залежить від низки факторів, включаючи їхню вологість, щербенистість, висоту та крутість гірських схилів, а також лісистість та вік насаджень. Формування підземних вод значною мірою визначається геологічною будовою, рельєфом, ґрунтами та атмосферно-кліматичними умовами.

Ліс відіграє критично важливу водорегулюючу роль: він зменшує швидкість танення снігу (затримуючи його сходження до шести тижнів), утримує значну кількість води та сприяє її інфільтрації в ґрунт, тим самим зменшуючи поверхневий стік та запобігаючи водній ерозії [7].

Ліси, особливо природні та вікові деревостани, відіграють ключову водорегулюючу роль, затримуючи вологу, сприяючи її інфільтрації в ґрунт та

зменшуючи поверхневий стік [8]. Лісова рослинність уповільнює швидкість танення снігу, затримуючи його сходження до шести тижнів, що розтягує період надходження води до річок і знижує пікові витрати під час весняних водопіллів.

### **1.3. Короткий аналіз кліматичних умов**

Кліматичні умови території визначаються комплексом взаємопов'язаних кліматоформуючих факторів, які впливають на розподіл сонячної радіації, циркуляцію атмосфери та характер підстилаючої поверхні. Тим самим формується типовий для даної місцевості температурний режим, режим опадів, вологість повітря, вітровий режим та інші характеристики клімату [9].

Взаємодія всіх факторів утворює унікальний клімат кожної території. Зміни в одному з факторів можуть призвести до значних змін у кліматичних умовах регіону загалом. Клімат Закарпаття – один із найрізноманітніших в Україні через складний рельєф, розташування в зоні континентально-модерованого клімату та вплив Альпійсько-Карпатської системи. Спостерігається яскраво виражена зональність та висотна поясність кліматичних параметрів: температури, опадів, тривалості безморозного періоду тощо.

Закарпаття - це регіон з контрастним кліматом, де температура знижується, а опади зростають у міру підйому в гори. Така різноманітність пояснюється рельєфом, близькістю до Карпат, та впливами західних вологих повітряних мас.

Температура повітря знижується зі сходу на захід дуже незначно (табл.1.1.), але прослідковується по висоті (в середньому на 0.6 °C на кожні 100 м підйому).

На розглянутих метеостанціях за 30-ти річний період найтепліший місяць - липень з температурами +15,2-19,9 °C, а найхолодніший - січень з

температурами  $-2,8-5,8$  °C. У високогір'ї взимку часто спостерігаються морози до  $-20$  °C і нижче [10].

Таблиця 1.1.

## Середньомісячна температура повітря

Метеорологічна станція	СЕРЕДНЯ МІСЯЧНА І РІЧНА ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ (°C)												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Рахів	-4,3	-1,7	2,3	8	13	15,6	17,0	16,4	12,9	7,8	2,8	-1,8	7,3
Нижній Студений	-5,8	-4	-0,2	5,6	10,9	13,7	15,2	14,4	11,1	6,3	1,7	-3,3	5,5
Міжгір'я	-5	-2,6	1,4	7,2	12,3	15	16,4	15,8	12,3	7,4	2,5	-2,4	6,7
Ужгород	-2,8	-0,2	4,7	10,7	15,6	18,5	19,9	19,4	15,5	10,3	4,6	-0,4	9,7

За даними гідрометеорологічних станцій за узагальненими за 30-ти річний період сума опадів по місяцях і за рік наведені у табл. 1.2 та рис. 1.2, а за теплий і холодний період у табл. 1.3.

Таблиця 1.2.

## Середньомісячна та середньорічна сума опадів

Метеорологічна станція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Рахів	81	73	75	84	118	141	132	114	86	76	104	113	1197
Усть-Чорна	86	87	92	84	114	142	147	123	93	88	124	130	1310
Міжгір'я	72	70	85	77	112	134	146	117	94	83	104	110	1204
Довге	83	75	77	68	101	134	117	106	87	74	105	121	1148
Підполоззя	74	68	82	76	106	139	132	103	89	81	94	108	1152
Зарічеве	68	58	65	60	89	115	103	79	72	64	74	81	928

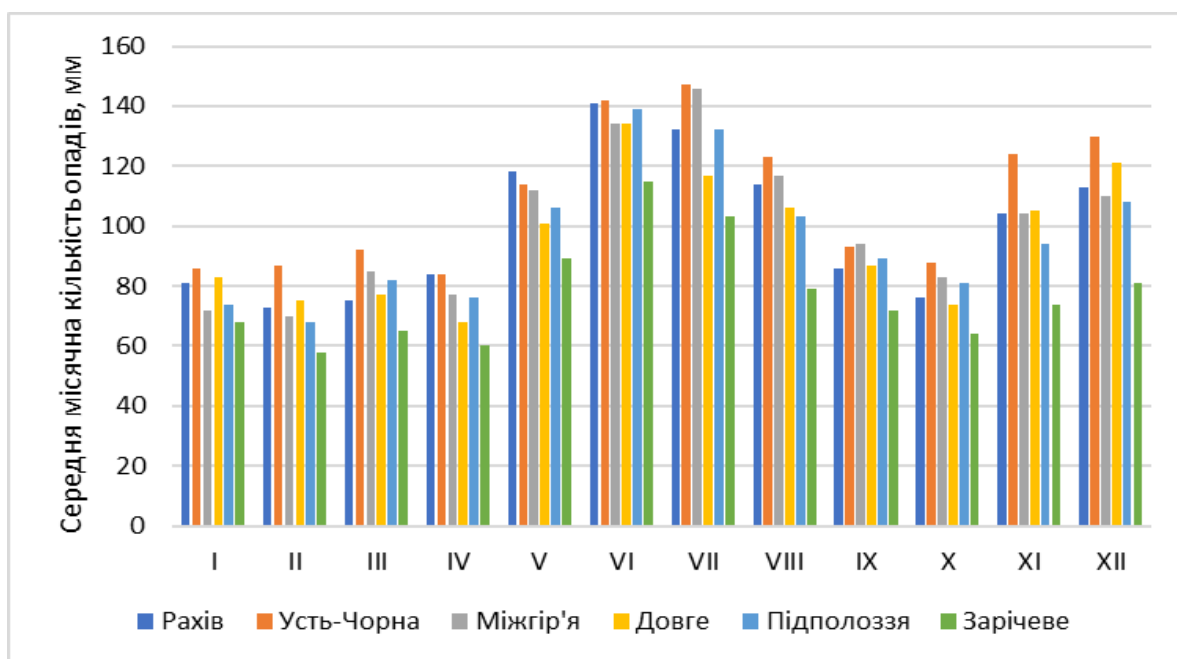
Таблиця 1.2.

## Сума опадів по періодах

Метеорологічна станція	Холодний період (XI-III)	Теплий період (IV-X)
Рахів	446	751
Усть-Чорна	519	791
Міжгір'я	441	763
Довге	461	687

Підполоззя	426	726
Зарічеве	346	582

Найбільша кількість опадів на більшості розглянутих метеостанціях випадає у червні (115-142 мм) та липні (103-147 мм), тоді як у січні-квітні 58-87 мм щомісячно. Майже стільки ж у вересні (72-94 мм) та жовтні (74-88 мм).



**Рис. 1.2. Середня місячна кількість опадів по гідрометеорологічних станціях в межах Закарпаття, мм**

За теплий період з квітня по жовтень випадає від 582 мм до 791 мм, тоді як у холодний період (з листопада по березень) від 346 мм до 519 мм.

Отже, клімат Закарпаття помірно континентальний, з характерним надмірним зволоженням.

## РОЗДІЛ 2

### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНОГО РЕЖИМУ ДОСЛІДЖУВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ

#### 2.1. Основні гідрографічні характеристики річок Закарпаття

Закарпаття вирізняється однією з найщільніших річкових мереж в Україні, з середньою густиною 1,7 км/км<sup>2</sup> [11]. Із загальної кількості 9 429 річок, більшість (9 277) є малими водотоками довжиною до 10 км, що складає близько 79% усіх водних об'єктів. Їхня сумарна довжина становить 16 248 км [12]. Основні річки регіону, такі як Тиса, Боржава, Латориця та Уж, мають довжину понад 100 км кожна [11]. Напрямок русел більшості річок у Карпатах зумовлений тектонічними факторами.

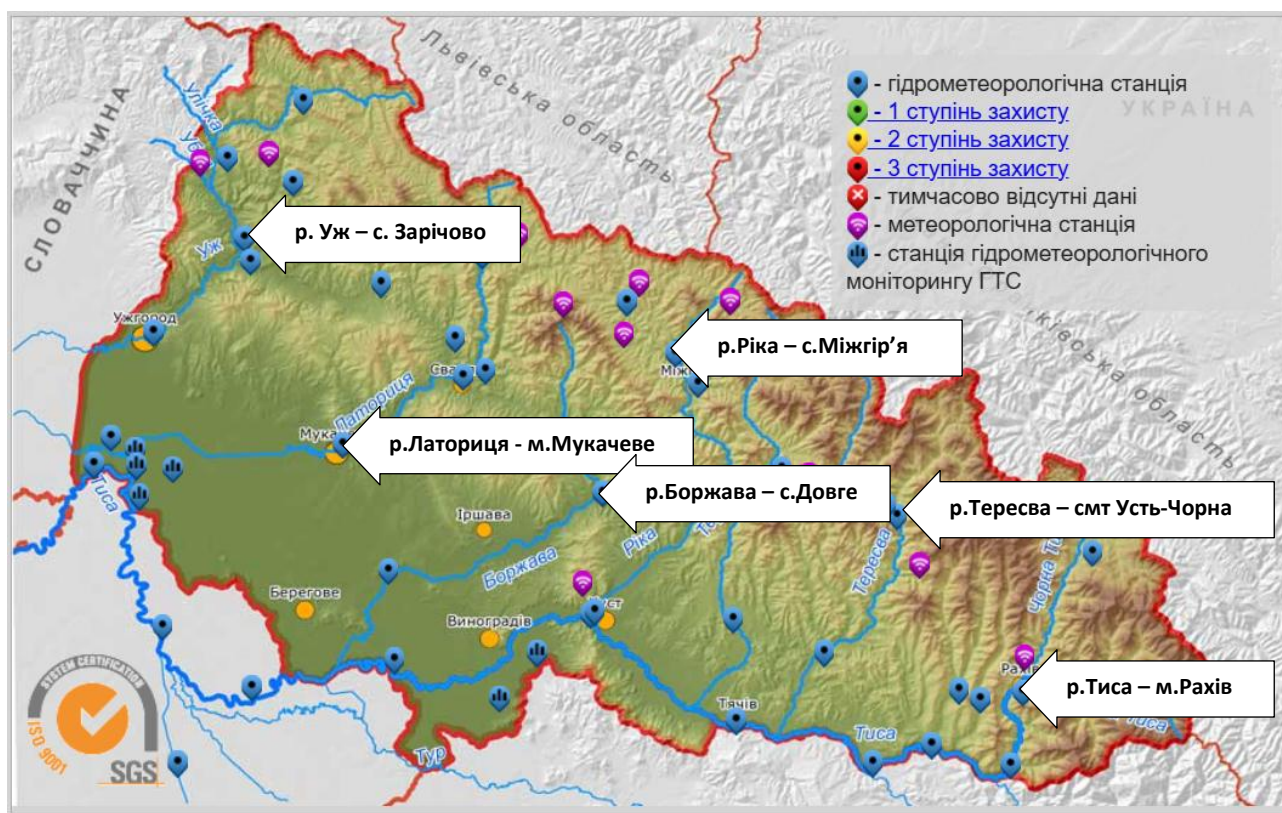
Як відзначено на сайті Басейнового управління водних ресурсів річки Тиси [13] запобігання шкідливій дії вод та ліквідація її наслідків, є одними з основних завдань в організації роботи водогосподарського комплексу та управління водними ресурсами країни.

Для підвищення практичної ефективності служби водогосподарського оповіщення в басейні р. Тиса і зменшення ризику стихійних лих створено АІВС «Тиса» (автоматизована інформаційно-вимірювальна система), яка містить такі підсистеми [13]:

- прогнозування дощових, тало-дощових паводків;
- контроль параметрів та прогнозування якості поверхневих вод;
- прогнозування зон затоплення і можливих збитків від затоплення паводками;
- розробка оперативних планів протипаводкових заходів;
- функціонування водного господарства в особливий період (підсистема цивільної оборони).

Головний екран результатів моніторингу стану водних об'єктів наведено на рис. 2.1 з поміткою розташування гідрологічних постів, які були обрані для

дослідження та порівняння паводків теплої та холодної періодів на річках Закарпаття за багаторічний період спостереження (по 2020 рік)



**Рис.2.1. Картошка розташування гідрологічних постів, які обрані для аналізу дощових паводків [13]**

За даними офіційного сайту БУВР Тиси [13] на сьогодні у басейні річки Тиси функціонують 58 автоматизованих вимірювальні станції (34 – гідрометеорологічних (з них 3 з вимірюванням якості води), 14 – метеорологічних, 4 – контролю якості води на водосховищах, 4 – моніторингу роботи насосних станцій, 2 – моніторингу роботи шлюзів). Всі вони включені в єдину спільну українсько-угорську систему моніторингу паводків АІВС «Тиса», яка також включає в себе гідрометеорологічні та метеорологічні станції на території Угорщини.

В табл. 2.1 приведені основні гідрографічні характеристики водозборів на території Закарпаття, які обрані для дослідження при написанні кваліфікаційної роботи бакалавра.

Таблиця 2.1 – Основні гідрографічні характеристики водозборів річок Закарпаття

№ з/п	Річка - пост	Відстань, км		Уквіт річки, ‰		Площа водозбору F, км <sup>2</sup>	Середня висота Н <sub>ср</sub> , м	Заболоченість f <sub>б</sub> , ‰	Лісистість f <sub>л</sub> , ‰	Розпаханість, ‰
		від витока	від найбільш віддаленої точки річкової мережі	середній	середньозважений					
1	Тиса - м.Рахів	4	53	15,3	9,1	1070	1100	0	68	5
2	Тересва - смт Усть-Чорна	2	34	20	17,2	572	1100	0	77	<5
3	Ріка - смт Міжгір'я	28	28	24,3	12,5	550	800	0	41	<5
4	Боржава - с.Довге	37	37	35,9	12,6	408	620	0	71	10
5	Латориця - м.Мукачеве	85	85	8,1	4,5	1360	570	0	63	5
6	Уж - с. Зарічово	68	68	10,6	6,3	1280	560	0	54	5

Річкова мережа басейну річки Тиса є деревоподібною. Басейни її приток повздожньої форми з чітко вираженими водорозділами, що проходять по гірським хребтам значної висоти. Середня висота водозборів 800-1200 м, середній схил 200-400‰. Ширина водозборів змінюється від 10-15 км (річки Косівська, Шопурка, Теремля) до 20-30 км (річки Тересва, Ріка). Басейни рік, що впадають в Тису нижче Ріки (річки Боржава і Латориця) грушоподібною форми; ширина їх досягає 35-45 км, середня висота водозборів 300-700 м, середні схили порядку 200-400‰.

Найбільшими правими притоками Тиси є Латориця (191 км) з притокою Уж (133 км), Боржава (106 км), Ріка (82 км), Теремля (80 км), Тересва (56 км), ліва - Батар. У верхній течії всі вони мають характер стрімких гірських річок, що течуть у вузьких, глибоких долинах, прориваючись через хребти і гірські гряди. При виході на рівнину долини їх розширюються, течія сповільнюється [5,6].

Основні притоки (в межах України) - Чорна Тиса, Апшинець, Тересва, Теремля, Ріка, Боржава (праві); Батар (ліва). Живлення переважно снігове і дощове; бувають високі паводки. 40% річного стоку припадає на весняний період. Льодоутворення з першої половини грудня (забереги, сало, шуга), льодостав нестійкий; весняний льодохід у березні, бувають затори.

Для порівняльного аналізу характеристик дощових паводків обрано 6 водозборів, які рівномірно розташовані по території Закарпаття. Площі водозборів від 408 км<sup>2</sup> до 1360 км<sup>2</sup> з середньою висотою водозборів 560-1100 м. Залісеність водозборів 41-77%, болота відсутні. Розораність близько 5% і лише по водозбору р. Боржава – с. Довге сягає 10%.

## **2.2. Загальна характеристика водного режиму річок Закарпаття**

Річки Закарпаття мають паводковий режим, що характеризується частими та швидкими підйомами рівня води. Швидкість підйому може сягати 0,5 м/год.,

а загальний підйом – 5 м і більше. Ці показники підкреслюють динамічність гідрологічного режиму регіону [1, 14].

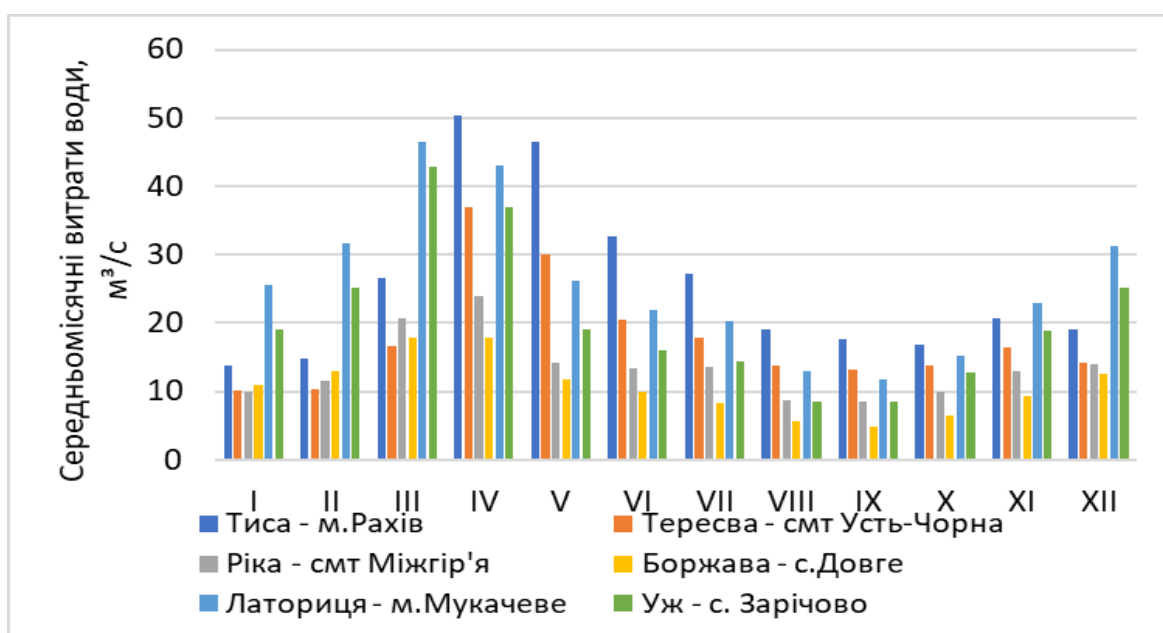
Внаслідок безпосереднього динамічного впливу гір на повітряні потоки відбувається інтенсифікація зливових дощів, які охоплюють за таких ситуацій одночасно значні території (10-20 тис.км<sup>2</sup>). Добові кількості опадів можуть досягати при цьому 2-3 місячні норми – 150-300 мм, які, стікаючи глибокими та вузькими долинами, формують високі, часто катастрофічні паводки. Так, в останні роки формування катастрофічних паводків в басейні Тиси було зафіксовано у 1994, 1998, 2000, 2001, 2010, 2019, 2020, 2023, 2024 [15-22].

На прикладі 2020 року за побудованим гідрографом зміни рівнів води (рис. 2.2) можна бачити часті підйоми рівнів води протягом року, а деякі набувають значних масштабів. Так у 2020 році на р. Тиса – м. Рахів у червні сформувався паводок, в наслідок якого відбулося руйнування доріг та зсуви, евакуація сотень людей, пошкоджено близько 500 км доріг. Тривала повінь 10 діб, зафіксована максимальна строкова витрата води 665 м<sup>3</sup>/с (23.06.2020р.) при середній багаторічній максимальній витраті води 237 м<sup>3</sup>/с. За паводок сформувалося 114 млн.м<sup>3</sup> води, що оцінюється як 13,7% від загального річного стоку.



**Рис. 2.2** Гідрограф рівнів води за 2020 рік, р. Тиса – м. Рахів

За побудованим типовим розподілом стоку середніх багаторічних середньомісячних витрат води (рис. 2.3) слід відмітити що найбільші витрати води формуються у весняний період з березня по травень-червень, а також відмічається збільшення стоку у зимовий період, що пояснює твердження, що досліджені річки з нестійким льодоставом та паводки можуть спостерігатися протягом всього року, і вони можуть бути значно вищі за весняні витрати води, як було видно на прикладі 2020 року.



**Рис. 2.3. Типовий розподіл середньорічного стоку по місяцях на досліджуваних річках Закарпаття**

У період сучасних кліматичних змін (1991-2020 рр.) глобальні зміни клімату призвели до зростання середньорічних температур повітря, в наслідок чого відмічається більш раннє та інтенсивне сніготанення навесні, збільшення випаровування з водної поверхні та ґрунту, що може призвести до посилення посушливих періодів у літню межень, зміни у термінах настання льодоставу та скресання, зменшення тривалості льодового покриву [14].

Також спостерігаються зміни у режимі опадів: частіше фіксуються короткочасні, але дуже сильні дощі, що є основним фактором формування раптових і високих дощових паводків. Можливе чергування тривалих

посушливих періодів з інтенсивними опадами, що посилює ризики як маловоддя, так і паводків. При зростанні температур, у зимовий період збільшується частка дощу замість снігу, що впливає на формування весняного стоку [9].

І як наслідок зростання частоти та інтенсивності екстремальних дощових паводків. Аналіз гідрологічних даних за останні десятиліття показує, що паводки стають більш руйнівними та непередбачуваними. Це пов'язано як зі змінами в режимі опадів (зливи), так і зі зменшенням регулюючої здатності водозборів.

### **2.3. Паводки на річках Закарпаття у сучасний кліматичний період**

Паводки в Карпатах є частим явищем, що може спостерігатися протягом усього календарного року, відрізняючись цим від гідрологічного режиму інших регіонів України. І як відзначають багато вітчизняних і закордонних вчених то у сучасний період кліматичних змін інтенсивність і частота настання паводків збільшилась.

Паводки на Закарпатті мають багатогранні та руйнівні наслідки, що охоплюють людські втрати, значні матеріальні збитки та довгострокову деградацію довкілля [15-22].

Розглянуті паводки сучасного періоду зведені у табл. 2.2.

Найтрагічнішим наслідком паводків є загибель людей. Паводки регулярно призводять до масштабних руйнувань житлового фонду та критичної інфраструктури. Зусилля з відновлення після стихійних лих часто зосереджуються на усуненні симптомів, а не першопричин, що призводить до згубного циклу повторних руйнувань та зростання витрат, замість сприяння сталому адаптації.

Значний та повторюваний вплив на сільське господарство <sup>5</sup> підкреслює пряму економічну вразливість первинного сектору регіону. Це вказує на критичну потребу у диверсифікації економічних стратегій та впровадженні

сільськогосподарських практик, стійких до повеней. Продовження залежності від традиційного землеробства на вразливих заплавах створює постійний цикл економічних втрат, загрози продовольчій безпеці та залежності від допомоги на відновлення, що перешкоджає довгостроковому регіональному розвитку.

Таблиця 2.2.

## Дощові паводки на Закарпатті (1990-2024) [15-22]

Рік/Дата	Річки/Територія	Максимальний рівень/Витрата води	Ключові наслідки
Січень 1994	6 регіонів Закарпаття, 139 населених пунктів	Дані відсутні.	Постраждало 108 000 осіб. Запит на міжнародну допомогу. <sup>35</sup>
Листопад 1998	Тиса, Латориця, Уж, Боржава, Тересва, Тересва; 269 населених пунктів, зокрема Мукачево, Ужгород, Тячів, Вилоч, Королево, Бобове, Вари	Тиса біля Вилока > 3000 м <sup>3</sup> /с; рівні перевищили історичні максимуми на 1,8-2,6 м; інтенсивність підйому 80-300 мм/год.	17 загиблих, 21 000 евакуйованих. 2695 будинків зруйновано, 2877 пошкоджено. 48 мостів пошкоджено, 12 зруйновано. 100 000 га с/г земель затоплено. Зруйновано 40.4 км дамб.
Вересень 2000 (сценарій)	Річка Уж, понад 300 міст та сіл, Ужгород	Не вказано (сценарій)	Затоплення 200 км доріг, порушення електропостачання. Десятки тисяч без домівок. Забруднення питної води (40% непридатна). Аварії на залізниці та нафтопроводі. <sup>45</sup>
Березень 2001	Тиса, Латориця; 191 населений пункт	Тиса та Латориця біля Чопа: 750 см (істор. максимум 746 см); перевищення попередніх максимумів до 1,1м.	9 загиблих, 4948 евакуйованих. 1924 будинки зруйновано. 17 мостів обвалилося. 50 км доріг пошкоджено. <sup>5</sup>
Грудень 2010	42 населені пункти в 11 районах, зокрема Кам'янське (Іршавський р-н), Виноградівський р-н	Не вказано (загальноєвропейські дані: перевищення опадів у 1.5-2 рази). <sup>52</sup>	Збитки 61 млн грн. Підтоплено млин. Затоплення доріг. <sup>49</sup>
Травень 2019	Закарпаття (загалом Західна Україна)	Не вказано.	2 загиблих (на Закарпатті). Загалом у Західній Україні: 165 населених пунктів, 6 лікарень, 10 000 домогосподарств, 3 000 га с/г угідь, 130 мостів пошкоджено.

Червень 2020	Західна Україна	Річки піднялися до 3 м.	Руйнування доріг та зсуви. Евакуація сотень людей. Пошкоджено близько 500 км доріг.
--------------	-----------------	-------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

**Продовження таблиці 2.2.**

Рік/Дата	Річки/Територія	Максимальний рівень/Витрата води	Ключові наслідки
Грудень 2023 / Січень 2024	Закарпаття, Хустщина	Не вказано.	Затоплено дороги та 330 га с/г угідь. Перекрито дорогу на Хустщині. <sup>58</sup>
Вересень 2024	Басейни річок Прут та Сірет на Закарпатті та Івано-Франківській області	Прогнозувався значний підйом води. <sup>59</sup>	Прогнозовані значні опади та підйом води. <sup>59</sup> Загалом у Європі повені були найпоширенішими з 2013 року. <sup>60</sup>

Паводки мають глибокі та довгострокові екологічні наслідки для Закарпаття. Кожен кубометр стоку під час паводків може містити до 12 кг ґрунту, що свідчить про надзвичайну інтенсивність ерозійних процесів. Це призводить до деградації родючих ґрунтів та зміни ландшафту.

Під час повеней відбувається масове забруднення водних ресурсів. Пошкоджені каналізаційні системи призводять до потрапляння стічних вод у питну воду, роблячи її непридатною для споживання. Крім того, паводкові води несуть з собою різноманітні забруднювачі з сільськогосподарських угідь та промислових об'єктів, що погіршує якість води та загрожує водним екосистемам.

Екологічні наслідки, зокрема широкомасштабна ерозія ґрунтів та серйозне забруднення води, вказують на те, що паводки в Закарпатті є не лише тимчасовими стихійними лихами, а й каталізаторами довгострокової екологічної деградації. Втрата родючих ґрунтів через ерозію та забруднення водних джерел підривають природний капітал регіону, що є основою для сільського господарства, туризму та загального добробуту населення. Це підкреслює, що стратегії відновлення мають виходити за рамки простого ремонту інфраструктури та включати комплексні заходи з відновлення

екосистем, такі як рекультивация ґрунтів, відновлення лісів та захист водозборів, щоб підвищити природну стійкість регіону до майбутніх гідрологічних потрясінь.

Порівняння водного режиму річок Закарпаття за періоди 1961-1990 рр. та 1991-2020 рр. демонструє значні зміни, викликані як глобальними кліматичними процесами, так і зростаючим антропогенним навантаженням. Останні десятиліття характеризуються тенденцією до збільшення частоти та інтенсивності дощових паводків, що робить регіон ще більш вразливим. Зміни в режимі опадів (частіші та інтенсивніші зливи) у поєднанні з антропогенним впливом (вирубка лісів, неконтрольована забудова, зміна землекористування) посилюють ці негативні явища [23]. Для сталого управління водними ресурсами Закарпаття необхідна розробка комплексних заходів, що враховуватимуть як природні зміни, так і наслідки людської діяльності.

Для ефективного управління ризиками дощових паводків на Закарпатті та мінімізації їхніх наслідків [13], необхідно впровадити комплексний підхід, що включає:

Необхідно перейти від реактивного реагування до проактивних, інтегрованих стратегій, які враховують як природні, так і антропогенні фактори, а також прогнозовані зміни клімату.

Запровадження політики, спрямованої на відновлення та збереження природних річкових заплав, що дозволить річкам природно розливатися та зменшувати швидкість потоку. Це включає заборону будівництва та розорювання в цих зонах.

Впровадження суворих стандартів лісокористування, боротьба з незаконними рубками, збільшення частки зрілих та корінних лісостанів, а також відновлення лісів на деградованих схилах для підвищення водорегулюючої функції лісів.

Розвиток та впровадження сучасних гідрологічних моделей, що враховують динамічні попередні умови (вологість ґрунту, сніговий покрив), для забезпечення більш точних та своєчасних прогнозів швидких паводків.

Проектування та будівництво інфраструктурних об'єктів з урахуванням зростаючих ризиків повеней, а також адаптація існуючих споруд.

Розробка та впровадження програм, що зменшують залежність місцевих громад від сільського господарства у високоризикових зонах, а також сприяють впровадженню стійких до повеней сільськогосподарських практик.

Продовження та посилення міжнародної співпраці у сфері обміну даними, прогнозування та реагування на паводки, особливо в басейні річки Тиса, яка є транскордонною.

Реалізація цих рекомендацій дозволить Закарпаттю не лише ефективніше протистояти викликам, пов'язаним з дощовими паводками, а й забезпечити сталий розвиток регіону в умовах мінливого клімату.

## РОЗДІЛ 3

### ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ РІЧОК ЗАКРАПАТТЯ

#### 3.1. Динаміка зміни водності дощових паводків

Дослідження динаміки зміни водності дощових паводків є важливою складовою гідрології, що дозволяє аналізувати вплив кліматичних змін, урбанізації, водогосподарської діяльності на режим поверхневого стоку. У науковій практиці як в Україні, так і за кордоном застосовуються комплексні методи, що охоплюють статистичний, гідрологічний, геоінформаційний та моделюючий підходи. Зокрема, статистичні методи, такі як аналіз рядів максимальних витрат води та шарів стоку, дозволяють виявити циклічність та оцінити ймовірність виникнення паводків різної інтенсивності. Гідрологічні підходи зосереджені на вивченні особливостей водного режиму річок, враховуючи місцеві фактори формування стоку, такі як рельєф, геологічна будова, ґрунтово-рослинний покрив та кліматичні особливості [24].

Дослідження трендів у коливаннях річкового стоку може бути візуалізовано за допомогою хронологічних графіків, що відображають зміну величин стоку від року до року [17, 25, 26]. Лінії тренду при аналізі даних важливі для виявлення тенденцій та прогнозування майбутніх гідрометеорологічних ситуацій на водозборах.

На рис. 3.1 приведені хронологічні графіки максимальних витрат води дощових паводків окремо за холодний та теплий періоди. А також на графіках позначені середні багаторічні значення максимальної витрати води дощових паводків та лінії трендів.

Аналіз графіків максимальних витрат води дощових паводків показує, що у холодний період направленість лінії трендів – вниз, окрім р. Тиса – м. Рахів. При цьому значимими є тренди для р. Ріка – с. Міжгір'я та р. Уж – с. Зарічово.



— - середнє багаторічне значення; ..... - лінія тренду

**Рис.3.1. Хронологічні графіки максимальних витрат води дощових паводків на річках Закарпаття**

Для паводків теплого періоду направленість трендів різна, проте значимих немає і в більшості випадках можна відмітити відсутність направленості.

На рис. 3.2 приведені хронологічні графіки шарів стоку дощових паводків за теплий і холодний період. При цьому направленість ліній трендів у більшості випадків вгору або направленість відсутня. Значимий тренд до зростання величин шарів стоку дощових паводків у холодний період відмічається на водозборі р. Латориця – м. Мукачеве, всі інші не значимі.

### **3.2. Статистичні методи оцінки гідрологічних величин та точності вихідної інформації**

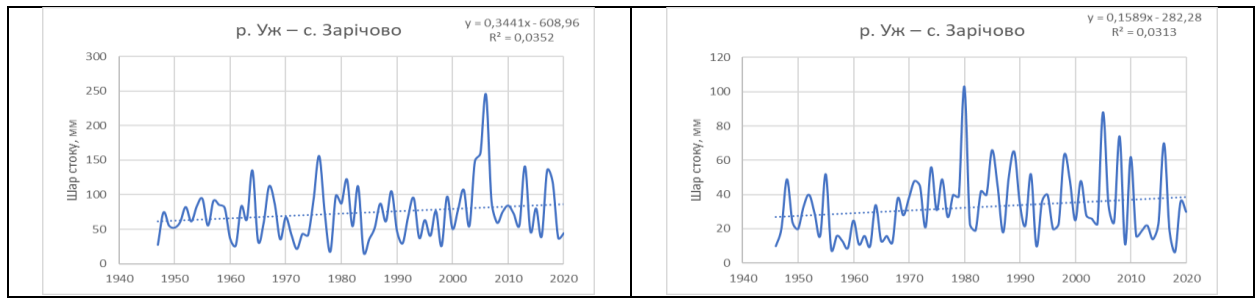
Гідрологічні явища та процеси, такі як річковий стік, рівень води, випаровування та інші, демонструють значну мінливість як у часі, так і в просторі. Ця динамічна природа зумовлює їхній імовірнісний характер, що означає, що ми часто описуємо їх у термінах ймовірності, а не абсолютної визначеності [27].

Ця випадковість не заперечує їхньої фізичної обумовленості, а є прямим наслідком складної взаємодії безлічі факторів: інтенсивність та тривалість опадів; насиченість ґрунтів та їхня водопроникність; крутизна схилів; сніговий покрив та його танення; геологічна будова та підземні води; антропогенний вплив (вирубка лісів, забудова заплавл, меліорація, сільськогосподарська діяльність). Кожен з цих факторів окремо, а тим більше в сукупності, практично не піддається точному обліку та прогнозуванню.

За допомогою статистичних методів стає можливим аналізувати великі обсяги даних, виявляти кореляції, кількісно оцінювати ймовірності та прогнозувати поведінку гідрологічних систем, надаючи критично важливі інструменти для управління водними ресурсами та протипаводкового захисту.

Застосування статистичних методів у гідрологічних дослідженнях має свої специфічні особливості, що впливають з унікальної природи гідрологічних явищ [24].





**Рис.3.2. Хронологічні графіки шарів стоку дощових паводків на річках Закарпаття**

Перша особливість полягає в обмеженості інформації, яка часто є незворотною. На відміну від багатьох інших галузей знань, гідрологічні спостереження, особливо довготривалі, є дорогими та трудомісткими, а в багатьох випадках розширення часових рядів даних є фізично неможливим. У зв'язку з цим, особливої ваги набувають методи приведення коротких гідрологічних рядів та їх статистичних параметрів до тривалого періоду, а також екстраполяції різних кривих розподілу за межі наявних вимірювань. Ці процедури вимагають обережності та глибокого розуміння статистичних закономірностей.

Друга важлива особливість полягає у неоднорідності рядів гідрологічних вимірювань як у часі, так і у просторі. Річковий стік, наприклад, може суттєво відрізнятися в різні сезони, роки, а також на різних ділянках річкової системи. Ця мінливість значно ускладнює статистичне описання сукупності гідрологічних величин, оскільки традиційні статистичні методи часто передбачають однорідність вибірки. Частково порушення одноманітності рядів стокових характеристик пов'язано зі зростаючим впливом господарської діяльності на водозбірні басейни, що призводить до антропогенних змін гідрологічного режиму.

Третя специфічна риса застосування статистики в гідрології пов'язана з наявністю внутрішньорядової зв'язаності (автокореляції), коли значення гідрологічної величини в певний момент часу залежить від її значень у попередні моменти. Це явище порушує фундаментальний принцип випадковості незалежних спостережень, що призводить до зменшення об'єму

незалежної інформації в гідрологічних рядах і вимагає застосування спеціальних статистичних методів для її врахування.

Незважаючи на ці особливості, основною задачею гідрологічних розрахунків залишається визначення величини стоку із заданими ймовірними характеристиками. Для досягнення цієї мети необхідно підібрати такий теоретичний закон розподілу ймовірностей, який би найкращим чином апроксимував емпіричний розподіл гідрологічних даних і спирався на надійно визначені статистичні параметри, необхідні для практичного застосування цього закону в інженерних розрахунках [28].

Світовий досвід гідрологічних досліджень показує, що при розрахунках стоку найбільш оптимальними для практичного застосування є теоретичні закони розподілу, які описуються невеликою кількістю статистичних параметрів – зазвичай двома або трьома, такими як математичне сподівання (середнє значення), дисперсія (міра розсіювання), коефіцієнт варіації (відносна міра розсіювання) та коефіцієнт асиметрії (міра скошеності розподілу).

При визначенні статистичних параметрів розподілу висуваються певні вимоги до їх статистичних оцінок:

1) незміщеність - статистична оцінка повинна в середньому давати істинне значення параметра незалежно від тривалості вихідного ряду. Центр розподілу статистичної характеристики має співпадати з її дійсним значенням.

2) спроможність - оцінка повинна наближатися до істинного значення параметра при збільшенні обсягу вибірки. Математично це означає, що дисперсія оцінки повинна прямувати до нуля при необмеженому зростанні кількості спостережень.

3) ефективність - серед усіх можливих незміщених оцінок даного параметра слід обирати ту, яка має найменшу дисперсію. Менша дисперсія оцінки означає меншу ймовірність отримання грубої помилки при визначенні наближеного значення параметра.

У практиці гідрологічних досліджень для визначення статистичних параметрів рядів різних гідрологічних характеристик найбільш поширеними є наступні методи:

*Метод моментів* полягає у прирівнюванні теоретичних моментів розподілу до відповідних емпіричних моментів, обчислених за вибіркою, та розв'язанні отриманої системи рівнянь відносно невідомих параметрів розподілу.

Основні особливості застосування методу моментів для розрахунку статистичних параметрів [24, 28]:

1) моментні оцінки параметрів:

$\bar{x}$  – середнє арифметичне значення випадкової величини, а  $\alpha_1 = m_x$  – математичне сподівання випадкової величини

$$\alpha_1 = \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i ; \quad (3.1)$$

$D_x$  - дисперсія - другий центральний момент характеризує розсіювання випадкової величини відносно середнього

$$\beta_2 = \sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^2 p_i = D_x ; \quad (3.2)$$

$\sigma_x$  - квадратний корінь дисперсії називається середнім квадратним відхиленням

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} ; \quad (3.3)$$

$C_v$  - коефіцієнта варіації

$$C_v = \frac{\sigma_x}{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^2}{(n-1)}}, \quad (3.4)$$

де  $k_i = x_i / \bar{x}$  – модульний коефіцієнт;

$C_s$  - коефіцієнтом асиметрії

$$C_s = \left[ n \sum_{i=1}^n (k_i - 1)^3 \right] / \left[ (n-1)(n-2)C_v^3 \right] \quad (3.5)$$

не залежать від закону розподілу;

2) емпіричне математичне сподівання є незміщеною і спроможною оцінкою математичного сподівання;

3) оцінки дисперсії і коефіцієнта асиметрії зміщені;

4) ефективність моментних оцінок часто невисока, тому вони не є кращими.

Все це дозволяє зробити висновок, що застосування метода моментів у розрахунках стоку повинно бути обмеженим і у деяких випадках замінено на методи, що дають оцінки більшої ефективності.

*Метод максимальної правдоподібності* передбачає знаходження таких значень параметрів розподілу, за яких функція правдоподібності, що відображає ймовірність отримання наявної вибірки, досягає свого максимуму [24, 28].

Метод максимальної правдоподібності доцільно застосовувати для визначення статистичних параметрів, коли використовується крива трипараметричного гама-розподілу, а  $C_v > 0,5$ . При  $C_v < 0,5$  методи

максимальної правдоподібності та моментів практично мають майже однакові результати.

Метод максимальної правдоподібності є ефективним інструментом для оцінки статистичних параметрів, проте його застосування вимагає уважного врахування особливостей досліджуваних даних та потенційних обчислювальних труднощів.

*Метод квантилів (графо-аналітичний метод)* використовує емпіричну функцію розподілу, побудовану на основі впорядкованих значень вибірки, для графічного визначення квантилів певних рівнів ймовірності, які потім використовуються для оцінки параметрів теоретичного розподілу.

Цей підхід до оцінки статистичних параметрів ґрунтується на встановленні взаємозв'язку між вибірковими параметрами та відповідними квантилями розподілу. У гідрологічних дослідженнях широке застосування знайшов графо-аналітичний варіант методу квантилів (розроблений Алексєєвим Г.А.).

Суть цього методу полягає у спільному використанні емпіричної кривої забезпеченостей, побудованої на основі наявних спостережень, та обраного аналітичного (теоретичного) закону розподілу. Ключовим при його застосуванні є припущення про збіжність теоретичної кривої розподілу з емпіричною хоча б у трьох характерних точках.

Для опису розподілу гідрологічної величини, наприклад, річкового стоку, використовується закон розподілу Пірсона III. У цьому контексті графо-аналітичний метод квантилів дозволяє визначити параметри цього розподілу, спираючись на візуальне та аналітичне зіставлення емпіричної та теоретичної кривих забезпеченостей у вибраних характерних точках [27].

Для отримання більшого наближення емпіричних оцінок забезпеченості до теоретичного їх значення запропонована С.М. Крицьким і М.Ф. Менкелем

$$P_m = \frac{m}{n+1} \cdot 100\% ; \quad (3.6)$$

де  $m$  – порядковий номер у ранжованому (від найбільшого до найменшого) статистичному ряді, що складається з  $n$  членів.

На відповідній клітчатці ймовірностей з графіку емпіричної кривої забезпеченості знімаються величини стоку в характерних (контрольних) точках з забезпеченістю 5, 50 та 95 відсотків (%). Відповідно до теоретичного закону розподілу Пірсона III для випадкової величини надаються нормовані відхилення  $\Phi$ , що залежать від забезпеченості  $P$  і коефіцієнтів асиметрії  $C_s$ .

Для визначення коефіцієнта асиметрії використовується коефіцієнт скісності  $S$

$$S = \frac{x_5 + x_{95} - 2x_{50}}{x_5 - x_{95}}. \quad (3.7)$$

Якщо коефіцієнт скісності  $S$  від'ємний, то у таких випадках ординати кривої забезпеченості Пірсона III беруться з протилежним знаком.

Кожен з цих методів має свої переваги та недоліки, а їх вибір залежить від конкретних характеристик гідрологічних даних та поставленої задачі дослідження [24, 28].

Підсумовуючи маємо, що метод моментів є відносно простим в обчисленні, але його ефективність може бути нижчою порівняно з методом максимальної правдоподібності, особливо для невеликих вибірок або складних розподілів. Метод максимальної правдоподібності, хоча й теоретично обґрунтований та часто забезпечує асимптотично ефективні оцінки, може бути обчислювально складним і залежить від правильності вибору закону розподілу. Графо-аналітичний метод квантилів є зручним для візуалізації та може бути корисним при роботі з неповними даними, але його точність значною мірою залежить від якості побудови емпіричної кривої забезпеченостей та об'єму обраних характерних точок.

Для того, щоб вибіркові оцінки могли з достатньою мірою вірогідності відображати властивості генеральної сукупності та використовуватися для

прийняття обґрунтованих рішень, вони повинні відповідати певним ключовим вимогам якості, серед яких найважливішими є незміщеність та ефективність.

Незміщеність означає, що математичне сподівання (середнє значення) вибіркової оцінки має дорівнювати істинному значенню параметра генеральної сукупності.

Ефективність характеризує точність оцінки. Серед усіх можливих незміщених оцінок певного параметра ефективною вважається та, яка має найменшу дисперсію (міру розсіювання) навколо свого середнього значення. Ефективна оцінка забезпечує меншу ймовірність значної помилки при наближеному визначенні параметра генеральної сукупності на основі вибірових даних.

Задоволення цим вимогам є важливим для забезпечення надійності статистичних висновків та прогнозування характеристик генеральної сукупності на основі аналізу вибірових даних, особливо в таких галузях, як гідрологія, де якість оцінок безпосередньо впливає на прийняття інженерних та управлінських рішень.

Мірою точності визначення параметрів статистичного розподілу є середня квадратична похибка  $\sigma_{\bar{x}}$ . З урахуванням наявності кореляційних зв'язків між суміжними членами стокових рядів маємо формулу вигляду

$$\sigma_{\bar{x}} = 100 C_v / \sqrt{n}. \quad (3.8)$$

Стандартна похибка  $\sigma_{C_v}$  коефіцієнтів варіації  $C_v$  обчислюється за формулами

- метод моментів

$$\sigma_{C_v} = C_v \sqrt{(1 + C_v^2) / (2n)} \quad (3.9)$$

- метод максимальної правдоподібності

$$\sigma_{C_v} = \sqrt{3/[2n(3 + C_v^2)]}. \quad (3.10)$$

Відносна середня квадратична похибка коефіцієнта асиметрії  $\sigma_{C_s}$  визначається за теоретичною формулою С.М. Крицького та М.Ф. Менкеля [28]

$$\sigma_{C_s} = \sqrt{\frac{6}{n}(1 + 6C_v^2 + 5C_v^4)}. \quad (3.11)$$

С.Н. Крицький та М.Ф. Менкель [28] розробили номограми для визначення відносної стандартної похибки квантилів трипараметричного гамма-розподілу

$$\left( E_\sigma = \frac{\sigma_{Q_p} \sqrt{n}}{Q_p} \right) \text{ з закріпленими відношеннями } C_s = 2C_v, 3C_v, 4C_v$$

$$\sigma = \frac{E_\delta}{\sqrt{n}} \cdot 100\%, \quad (3.12)$$

де  $E_\delta$  – визначається за відповідними номограмами [28].

Допустима похибка для максимального стоку не має перевищувати  $\pm 20\%$  для визначення середнього значення та  $\pm 15\%$  при визначенні коефіцієнта варіації [24].

Річковий стік не є випадковим процесом, а часто відображає певні періодичні коливання, зумовлені різноманітними природними та антропогенними факторами [25].

#### **3.4. Статистичні параметри часових рядів шарів стоку дощових паводків річок Закарпаття**

В роботі використана інформація про максимальний стік дощових паводків окремо за теплий період та холодний період по 6 водозборах річок Закарпаття.

Банк даних формувався за даними наведеними у виданнях ЦГО «Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші» (1981-2020 рр.) та «Основні гідрологічні характеристики» (від початку спостережень по 1980 р.), де найбільші дощові паводки теплого періоду вибрано від дати кінця повені до дати настання стійких осінніх льодових утворень, а найбільші дощові і сніго-дощові паводки за холодний період на річках Закарпаття вибирались, починаючи від дати настання стійких льодяних утворень восени попереднього року

3

урахуванням весняного сезону в поточному році [29].

Досліджувані водозбори мають діапазон площ від 408 км<sup>2</sup> (р. Боржава – с. Довге) до 1360 км<sup>2</sup> (р. Латориця – м. Мукачеве) та періоди спостережень за дощовими паводками у теплий період 73-75 років та 68-75 років у холодний період.

При дослідженні статистичних параметрів часових рядів характеристик максимального стоку дощових паводків на річках Закарпаття використано програмний комплекс StokStat.

Середній багаторічний шар стоку дощових паводків *теплого* періоду на річках Закарпаття становить в середньому 47 мм (табл. 3.1а), але по водозборах коливається від 33 мм (р. Уж – с.Зарічово) до 57 мм (р. Тересва - смт Усть-Чорна). При цьому діапазон коливання коефіцієнтів варіації  $C_v$  за методом максимальної правдоподібності становить від 0,59 до 0,97. Коефіцієнт асиметрії  $C_s$  нормований по його співвідношенню з  $C_v$  та для досліджувано території прийнято співвідношення  $C_s/C_v$  рівним 3,0.

Середній багаторічний шар стоку дощових паводків *холодного* періоду на річках Закарпаття становить в середньому 76 мм (табл. 3.1б), при цьому по водозборах коливається від 57 мм (р. Тиса – м. Рахів) до 95 мм (р. Боржава -

с. Довге). При цьому діапазон коливання коефіцієнтів варіації  $C_v$  за методом максимальної правдоподібності становить від 0,44 до 0,76. Коефіцієнт асиметрії  $C_s$  нормований по його співвідношенню з  $C_v$  та для досліджувано території прийнято співвідношення  $C_s/C_v$  рівним 3,0, як і для теплого періоду.

Використовуючи визначені статистичні параметри, було проведено розрахунок шарів паводкового стоку 1% забезпеченості для теплого та холодного періодів (табл. 3.2).

Шари стоку дощових паводків 1% забезпеченості за теплий період змінюються по водозборах від 98 мм р. Уж – с. Зарічово до 242 мм р. Тиса – м. Рахів, а у холодний період від 194 мм р. Тиса – м. Рахів та р. Латориця – м. Мукачеве до 279 мм р. Боржава - с. Довге.

Таблиця 3.1.

## Статистичні параметри часових рядів спостереження шарів стоку дощових паводків на річках Закарпаття

## А) теплий період

№ за/п	Річка - пост	F, км <sup>2</sup>	n, років	Y, мм	Метод моментів				Метод максимальної правдоподібності			σ
					Cv	Cs	r(1)	Cs/Cv	Cv	Cs	Cs/Cv	
1	Тиса - м.Рахів	1070	74	51	0,92	3,52	0,123	3,8	0,97	4,78	4,9	11,2
2	Тересва - смт Усть-Чорна	572	73	57	0,69	2,69	0,046	3,9	0,71	3,36	4,8	8,3
3	Ріка - смт Міжгір'я	550	75	53	0,61	1,40	0,012	2,3	0,61	1,52	2,5	7,1
4	Боржава - с.Довге	408	75	49	0,80	1,68	-0,159	2,1	0,80	1,87	2,3	9,3
5	Латориця - м.Мукачеве	1360	75	38	0,70	1,38	-0,181	2,0	0,71	1,53	2,2	8,2
6	Уж - с. Зарічово	1280	75	33	0,59	1,20	-0,035	2,0	0,59	1,28	2,2	6,9
<i>Середнє</i>				47								3,0

## Б) холодний період

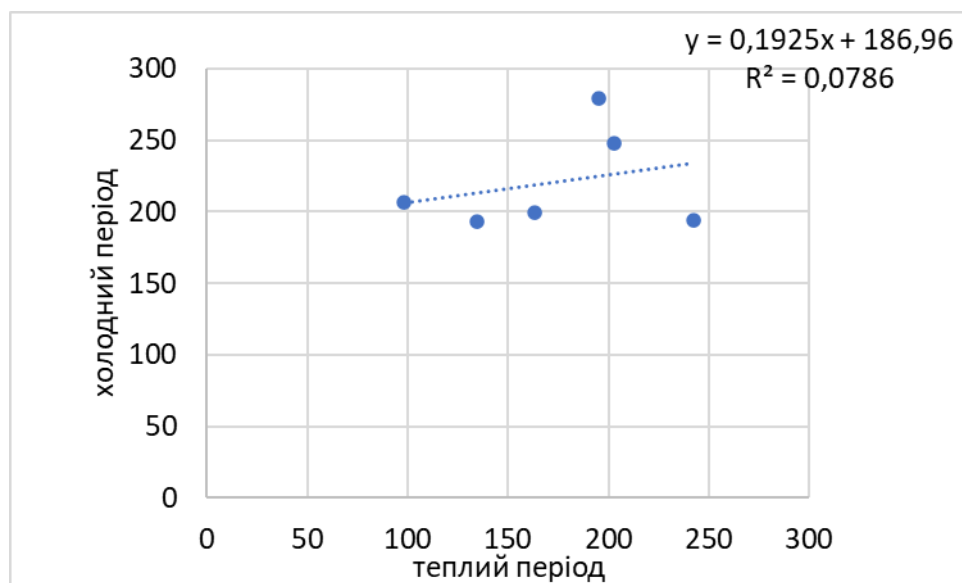
№ за/п	Річка - пост	F, км <sup>2</sup>	n, років	Y, мм	Метод моментів				Метод максимальної правдоподібності			σ
					Cv	Cs	r(1)	Cs/Cv	Cv	Cs	Cs/Cv	
1	Тиса - м.Рахів	1070	74	57	0,69	1,49	0,055	2,2	0,69	1,64	2,4	8,0
2	Тересва - смт Усть-Чорна	572	68	75	0,73	3,20	-0,019	4,4	0,76	4,29	5,7	9,2
3	Ріка - смт Міжгір'я	550	75	83	0,44	0,98	-0,163	2,2	0,44	1,05	2,4	5,1
4	Боржава - с.Довге	408	74	95	0,57	1,76	0,075	3,1	0,57	1,99	3,5	6,6
5	Латориця - м.Мукачеве	1360	74	72	0,51	0,92	0,154	1,8	0,51	0,95	1,9	5,9
6	Уж - с. Зарічово	1280	74	74	0,53	1,47	0,165	2,8	0,54	1,65	3,1	6,3
<i>Середнє</i>				76								3,0

Таблиця 3.2.

**Визначення шарів стоку дощових паводків 1%-ої забезпеченості  
(при  $C_s/C_v = 3,0$ )**

№ за/п	Річка - пост	F, км <sup>2</sup>	Теплий період			Холодний період		
			Y, мм	k <sub>1%</sub>	Y <sub>1%</sub> , мм	Y, мм	k <sub>1%</sub>	Y <sub>1%</sub> , мм
1	Тиса - м.Рахів	1070	51	4,73	242	57	3,43	194
2	Тересва - смт Усть-Чорна	572	57	3,54	203	75	3,31	248
3	Ріка - смт Міжгір'я	550	53	3,11	164	83	2,4	199
4	Боржава - с.Довге	408	49	3,96	195	95	2,93	279
5	Латориця - м.Мукачеве	1360	38	3,54	135	72	2,7	194
6	Уж - с. Зарічово	1280	33	3	98	74	2,81	207

На рис. 3.3 наведено порівняльний графік величин шарів стоку дощових паводків у теплий і холодний період на річках Закарпаття.



**Рис. 3.3. Порівняння розрахункових величин шарів стоку дощових паводків 1 % забезпеченості на річках Закарпаття у холодний та теплий періоди**

Маємо досить високий коефіцієнт кореляції  $r = 0,887$  та рівняння зв'язку вигляду

$$(Y_{1\%})_{\text{ХП}} = 0,19 \cdot (Y_{1\%})_{\text{ТП}} + 187.$$

Похибка вихідної інформації по шарах стоку дощових на річках Закарпаття становлять 8,5% для теплого періоду та 6,8% для холодного періоду.

### **3.5. Статистичні параметри часових рядів максимальних витрат води дощових паводків на річках Закарпаття**

За результатами статистичного аналізу для рядів максимальних витрат води визначені: середні значення максимальних витрат води  $\bar{Q}_m$ , коефіцієнти варіації  $C_v$  та співвідношення  $C_s/C_v$  (табл.3.3).

Середня багаторічна витрата води максимального стоку дощових паводків у *теплий* період на річках Закарпаття змінюється від 110 м<sup>3</sup>/с (р. Боржава – с. Довге) до 329 м<sup>3</sup>/с (р. Латориця – м. Мукачеве) та у *холодний* період - від 135 м<sup>3</sup>/с (р. Тересва– смт Усть Чорна) до 452 м<sup>3</sup>/с (р. Уж – с. Зарічово). Коефіцієнти варіацію оцінюються як 0,51-0,80 у теплий період та 0,50-0,78 у холодний період. Співвідношення  $C_s/C_v$  прийнято рівним 3,0 для дощових паводків, як теплого, так і холодного періодів.

Модуль стоку дощових паводків 1% забезпеченості (табл. 3.4) для холодного періоду змінюється від 0,20 м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>) на р. Тиса – м. Рахів до 0,39 м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>) на р. Ріка - смт Міжгір'я та для теплого періоду змінюється від 0,22 м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>) на р. Тиса – м. Рахів до 0,38 м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>) на р. Ріка – смт Міжгір'я.

Так само як і для шарів стоку побудовано порівняльний графік витрат води 1 % забезпеченості за теплий та холодний період на річках Закарпаття. Зв'язок теж також тісний і добрий.

Похибка вихідної інформації для максимальних витрат води дощових паводків річок Закарпаття становить 7,9% для теплого періоду і 7,4% для холодного періоду.

Таблиця 3.3.

**Статистичні параметри часових рядів спостереження максимальних витрат води дощових паводків на річках Закарпаття**

А) теплий період

№ за/п	Річка - пост	F, км <sup>2</sup>	n, років	Q <sub>max</sub> , м <sup>3</sup> /с	Метод моментів				Метод максимальної правдоподібності			Q <sub>max</sub> , м <sup>3</sup> /(с·км <sup>2</sup> )	σ <sub>q</sub>
					C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	r(1)	C <sub>s</sub> /C <sub>v</sub>	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>s</sub> /C <sub>v</sub>		
1	Тиса - м.Рахів	1070	74	237	0,69	1,65	-0,014	2,4	0,70	1,84	2,6	0,22	8,1
2	Тересва - смт Усть-Чорна	572	73	129	0,66	2,37	0,169	3,6	0,69	2,93	4,2	0,23	8,1
3	Ріка - смт Міжгір'я	550	75	210	0,51	1,03	-0,006	2,0	0,51	1,09	2,1	0,38	5,9
4	Боржава - с.Довге	408	75	110	0,74	1,42	-0,036	1,9	0,74	1,54	2,1	0,27	8,5
5	Латориця - м.Мукачеве	1360	75	329	0,77	2,80	-0,113	3,6	0,80	3,53	4,4	0,24	9,2
6	Уж - с. Зарічово	1280	75	289	0,66	1,60	-0,083	2,4	0,66	1,77	2,7	0,23	7,6
<i>Середнє</i>								2,5		2,9		10,6	

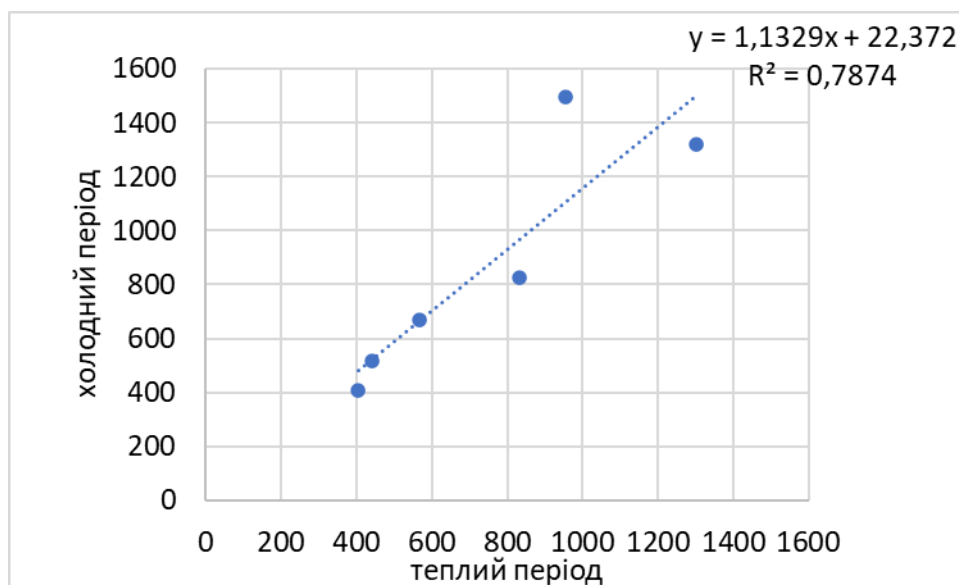
Б) холодний період

№ за/п	Річка - пост	F, км <sup>2</sup>	n, років	Q <sub>max</sub> , м <sup>3</sup> /с	Метод моментів				Метод максимальної правдоподібності			Q <sub>max</sub> , м <sup>3</sup> /(с·км <sup>2</sup> )	σ <sub>q</sub>
					C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	r(1)	C <sub>s</sub> /C <sub>v</sub>	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>s</sub> /C <sub>v</sub>		
1	Тиса - м.Рахів	1070	74	218	0,76	1,82	0,062	2,4	0,77	2,07	2,7	0,20	8,9
2	Тересва - смт Усть-Чорна	572	68	135	0,75	2,97	0,034	4,0	0,78	3,88	5,0	0,24	9,4
3	Ріка - смт Міжгір'я	550	75	215	0,60	1,84	0,161	3,1	0,61	2,15	3,5	0,39	7,1
4	Боржава - с.Довге	408	74	153	0,49	0,81	0,096	1,6	0,50	0,86	1,7	0,37	5,8
5	Латориця - м.Мукачеве	1360	74	430	0,60	1,52	0,006	2,5	0,60	1,68	2,8	0,32	6,9
6	Уж - с. Зарічово	1280	74	452	0,54	0,70	0,03	1,3	0,54	0,72	1,3	0,35	6,3
<i>Середнє</i>								2,5		2,9		10,6	

Таблиця 3.4

**Визначення максимальних модулів стоку дощових паводків 1%-ої  
забезпеченості на річках Закарпаття при  $C_s/C_v = 3,0$**

№ за/п	Річка - пост	F, км <sup>2</sup>	Теплий період			Холодний період		
			Q <sub>max</sub> , м <sup>3</sup> /с	k <sub>1%</sub>	Q <sub>1%</sub> , м <sup>3</sup> /с	Q <sub>max</sub> , м <sup>3</sup> /с	k <sub>1%</sub>	Q <sub>1%</sub> , м <sup>3</sup> /с
1	Тиса - м. Рахів	1070	237	3,5	830	218	3,79	828
2	Тересва - смт Усть-Чорна	572	129	3,43	442	135	3,84	517
3	Ріка - смт Міжгір'я	550	210	2,7	568	215	3,11	668
4	Боржава - с. Довге	408	110	3,67	405	153	2,66	406
5	Латориця - м. Мукачеве	1360	329	3,96	1301	430	3,07	1320
6	Уж - с. Зарічово	1280	289	3,31	956	452	3,31	1497



**Рис. 3.4. Порівняння середніх максимальних витрат води дощових паводків на річках Закарпаття у теплий і холодний періоди**

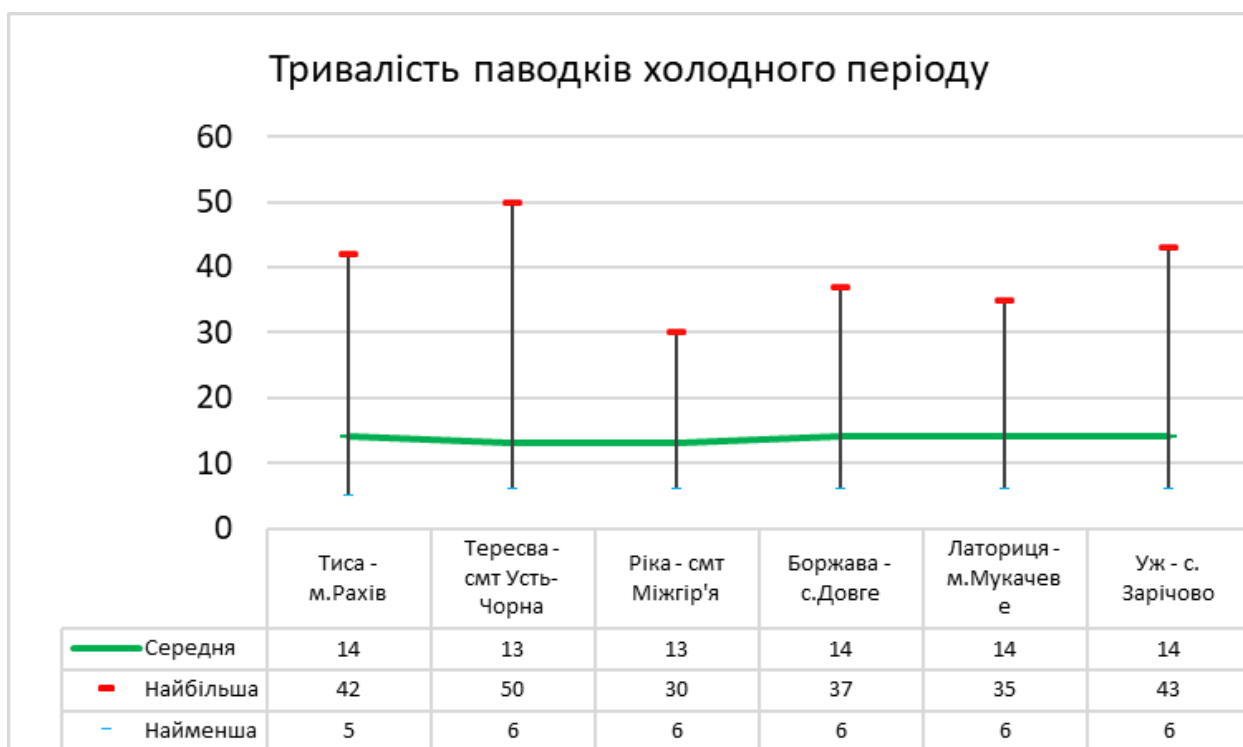
### **3.6. Тривалість дощових паводків на річках Закарпаття**

Ще однією характеристикою дощових паводків є їх тривалість, яка є досить мінливою і залежить від багатьох факторів. Короткочасні, але дуже інтенсивні зливи можуть викликати швидкі, але нетривалі паводки, а тривалі затяжні дощі призводять до більш тривалих паводків. Також має значення

крутизна схилів, лісистість, водопроникність ґрунтів та гірських порід.

При оцінці тривалості дощових паводків окремо визначають тривалість підйому та спаду, а також загальну тривалість. Якщо тривалість підйому паводкової хвилі і настання піку триває від 1 до 3 діб, то такі паводки частіш за все викликаються раптовими сильними зливами, а якщо підйом формуються внаслідок тривалих дощів або серії дощів протягом кількох днів, то його тривалість може сягати 4-7 діб і більше.

На досліджуваних водозборах середня багаторічна тривалість дощових паводків у теплий період складає 8-9 діб, а у холодний період 13-14 діб. На рис. 3.5 приведено аналіз найбільшої та найменшої тривалості паводків по всіх водозборах. Як можемо бачити, що найменша тривалість паводків це 2-4 доби у теплий період та 5-6 діб у холодний період. Найбільша тривалість зафіксованих паводків у теплий період складає 17-22 діб, у холодний період від 35 діб до 50 діб. Найдовший зафіксований паводок по досліджених водозборах зафіксовано у 2013 році на гідрологічному посту р. Тересва – смт Усть Чорна, який тривав з 29 березня по 17 травня. Найбільша стокова витрата зафіксована 01.04 – 64,6 м<sup>3</sup>/с (об'ємом паводку склав 134 млн м<sup>3</sup> з 391 млн м<sup>3</sup> річного стоку) при середній найбільшій багаторічній витраті води 135 м<sup>3</sup>/с. Отже, паводок 2013 року був не високим, проте найтривалішим. При цьому у 2013 році паводок теплового періоду тривав 22 дні (02-24.11.2013) з максимальною витратою 69,2 м<sup>3</sup>/с та об'ємом – 33,2 млн м<sup>3</sup>.



**Рис. 3.5. Тривалість паводків на річках Закарпаття за багаторічний період спостереження**

## ВИСНОВКИ

Основна мета кваліфікаційна робота бакалавра на тему «Порівняльний аналіз паводків холодного та теплого періодів року на річках Закарпаття» досягнута, а саме проаналізовані дощові паводки на річках Закарпаття та порівняно характеристики максимального стоку дощових паводків на річках Закарпаття холодного та теплого періодів та дослідити мінливість величин максимальних витрат води та шарів стоку дощових паводків за багаторічний період. За результатами поставлених завдань можна зробити висновки:

- 1) Річковий стік Закарпаття протягом року та під час паводків формується під потужним впливом унікального поєднання фізико-географічних характеристик. До них належать гірський рельєф зі стрімкими схилами, високі річні суми опадів, особливості ґрунтового покриву та надзвичайно густа річкова мережа. Природні фактори, такі як критична інтенсивність опадів, насиченість ґрунтів, швидкість поверхневого стоку на схилах та динаміка сніготанення та відлиг, є основними факторами формування річкового стоку та, зокрема, паводків, що характеризуються раптовістю та руйнівною силою.
- 2) Річки Закарпаття, що належать до басейну Тиси (басейн Дунаю), характеризуються переважно гірським водним режимом з частими дощовими паводками протягом усього року. Живлення річок змішане, вертикальна зональність гірської місцевості зумовлює наявність значної кількості опадів протягом року, що відображаються на частих паводках протягом року та своєрідному пилкоподібному ході гідрологічних елементів.
- 3) Закарпаття є одним із найбільш забезпечених водними ресурсами регіонів України, характеризуючись винятково густою мережею річок. А також найбільшу мережу автоматизованого моніторингу стану водних об'єктів в Україні, що важливо при проходженні екстремальних стоку.

- 4) Детальний аналіз наявних рядів спостереження за паводковим стоком у холодний і теплий період дозволив зробити такі підсумки дослідження:
- за побудованими хронологічними графіками максимальних витрат води дощових паводків отримано, що у холодний період направленість лінії трендів – вниз, окрім р. Тиса – м. Рахів. При цьому значимими є тренди для р. Ріка – с. Міжгір'я та р. Уж – с. Зарічово. Тоді як для паводків теплого періоду направленість трендів різна, проте значимих немає і в більшості випадках можна відмітити відсутність направленості.
  - за хронологічними графіками шарів стоку дощових паводків за теплий і холодний період встановлено, що направленість ліній трендів у більшості випадків вгору або направленість відсутня. Значимий тренд до зростання величин шарів стоку дощових паводків у холодний період відмічається на водозборі р. Латориця – м. Мукачеве, всі інші не значимі.
- 5) Середній багаторічний шар стоку дощових паводків *теплого* періоду на річках Закарпаття становить в середньому 47 мм (від 33 мм до 57 мм), а *холодного* періоду - 76 мм (від 57 мм до 95 мм). Отже у холодний період формуються більші за величинами стоку дощові паводки: максимальними витратами води, шарами стоку та тривалістю паводків.
- 6) Для ефективного управління ризиками дощових паводків на Закарпатті та мінімізації їхніх наслідків, необхідно впровадити комплексний підхід дозволить Закарпаттю не лише ефективніше протистояти викликам, пов'язаним з дощовими паводками, а й забезпечити сталий розвиток регіону в умовах мінливого клімату.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сучасний стан водних ресурсів Закарпаття The current state of water resources of Transcarpat, доступ отримано травня 28, 2025, [https://www.dnu.dp.ua/docs/visnik/fbem/program\\_5e569f79ee32d.pdf](https://www.dnu.dp.ua/docs/visnik/fbem/program_5e569f79ee32d.pdf)
2. Особливості формування максимального стоку річок гірських, доступ отримано травня 28, 2025, [http://irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbu/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE\\_FILE\\_DOWNLOAD=1&Image\\_file\\_name=PDF/glghge\\_2019\\_3\\_34.pdf](http://irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/glghge_2019_3_34.pdf)
3. Загальна гідрологія. Підручник / С.С. Левківський, В.К. Хільчевський, О.Г. Ободовський та ін. Київ : Фітосоціоцентр. 2000. 264 с.
4. Ресурси Закарпаття - Ужгородський національний університет, доступ отримано травня 28, 2025, [https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/54313/1/%D0%A0%D0%BE%D0%B%D0%BD%20%D0%9B.%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA\\_%D0%A0%D0%97\\_2023.pdf](https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/54313/1/%D0%A0%D0%BE%D0%B%D0%BD%20%D0%9B.%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%A0%D0%97_2023.pdf)
5. Екологічні проблеми Закарпаття. Навчальний посібник / Н. Каблак, Я. Гасинець, Л. Фельбаба-Клушина, В. Мірутенко та ін.; за заг. ред. проф. Н. Каблак та проф. Л. Фельбаба-Клушина. Ужгород : РІК-У, 2023. 324 с.
6. Коротун І.М. Природні ресурси України: навчальний посібник. / І.М. Коротун, Л.К. Коротун, С.І. Коротун. Київ : видавництво Київського університету, 1968. 684с.
7. Природа Українських Карпат / за ред. К.І. Геренчука. Львів, 1968. 266 с.
8. Загальна гідрологія: Підручник. / за ред. В.К. Хільчевського і О.Г. Ободовського. Київ : ВПЦ «Київський університет». 2008. 399 с.
9. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ : Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
10. Кліматичний кадастр України: стандартні кліматичні норми за період 1961-1990 рр. Київ : ЦГО, 2006. 446 с.

11. Вишневецький В. І., Косовець О. О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ: Нікацентр, 2003. 324 с.
12. Гідрографічні та гідрологічні характеристики річок України - eKhNUIR, доступ отримано травня 28, 2025, <https://ekhnuir.karazin.ua/server/api/core/bitstreams/6b1fac59-9ec0-4aa4-8124-332c21206d22/content>
13. Офіційний сайт Басейнове управління водними ресурсами річки Тиси. Режим доступу: <https://buvrtysa.gov.ua/newsite/> (дата звернення 24.04.2025)
14. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ : Ніка-Центр, 2010. 316 с.
15. Екстремальні гідрологічні явища: паводки і посухи на території гірських регіонів України : монографія / за ред. Є.Д. Гопченка ; Одеськ. держ. екол-ний ун-т. Одеса : ТЕС, 2018. 324 с.
16. Сусідко М. М., Полякова С. О., Щербак А. В. Каталог характеристик дощових і сніго-дощових паводків на річках Карпатського регіону за 1989-2002 рр. *Наук. пр. УкрНДГМІ*, 2006. Вип. 255. С. 299-310.
17. Гопченко Є.Д., Гопцій М.В. Максимальний стік дощових паводків у Передкарпатті : монографія. Одеськ. держ-ний екол-ний ун-т, Одеса: ТЕС, 2015. 128 с.
18. Flood Prevention in Ukraine - NATO, доступ отримано травня 28, 2025, [https://www.nato.int/nato\\_static\\_fl2014/assets/pdf/pdf\\_publications/20120116\\_flood\\_ukraine\\_eng.pdf](https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/pdf_publications/20120116_flood_ukraine_eng.pdf)
19. Ukraine: Flood Management. Within the Tisza River Basin, доступ отримано травня 28, 2025, [http://www.floodmanagement.info/publications/casestudies/cs\\_ukraine\\_full.pdf](http://www.floodmanagement.info/publications/casestudies/cs_ukraine_full.pdf)
20. Ukraine - Reports - ReliefWeb Response, доступ отримано травня 28, 2025, <https://response.reliefweb.int/ukraine/reports?page=1494>
21. Ukraine Floods Jan 1994 UN DHA Situation Report 1 - ReliefWeb, доступ отримано травня 28, 2025, <https://reliefweb.int/report/ukraine/ukraine-floods-jan-1994-un-dha-situation-report-1>

22. Повінь на Закарпатті (1998) - Вікіпедія, доступ отримано травня 28, 2025,

[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%BD%D1%8C\\_%D0%BD%D0%B0\\_%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%BF%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96\\_\(1998\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%BD%D1%8C_%D0%BD%D0%B0_%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%BF%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96_(1998))

23. Лук'янець О.І. Досвід оцінювання водності карпатських річок на наступні періоди. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2000. №1. С.206-209.

24. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки : підручник. Одеса : ТЕС, 2014. 484 с.

25. Гопцій М.В. Гопченко Є.Д. Дощові паводки в Українських Карпатах та їх розрахункові характеристики. *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія*, 2011. Вип. 2(23). С.57-62.

26. Гопцій М.В. Гопченко Є.Д. Методика розрахунку максимального стоку дощових паводків на річках Прикарпаття. *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія*, 2011. Вип. 3(24). С. 45-50.

27. Лобода Н.С. Методи статистичного аналізу у гідрологічних розрахунках і прогнозах : навч. посіб. Одеса : Екологія, 2010. 184 с.

28. Школьний Є.П., Гончарова Л.Д., Миротворська Н.К. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації (збірник задач і вправ) : навч. посіб. / М- во освіти і науки України ; Одес. гідрометеорол. ін-т. Одеса, 2000. 419 с.

29. Багаторічні дані спостережень за режимом поверхневих вод України. ЦГО ім. Б.Срезневського. Басейн Дунаю.