

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий  
Гідрометеорологічний інститут  
Кафедра гідрології суші

**Кваліфікаційна робота бакалавра**

на тему: Мінімальний стік річок у період відкритого русла у гірській частині р. Дністер

Виконав студент групи ГО-41  
спеціальності 103 «Науки про Землю»  
освітньої програми «Гідрометеорологія»  
Нізіцький Максим Анатолійович

---

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

Консультант

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

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри гідрології суші

д-р геогр. наук., проф. Шакірманова Ж.Р.

“ 05 ” травня 2021 року

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

студенту(ці) Нізіцькому Максиму Анатолійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Мінімальний стік річок у період відкритого русла у гірській частині р. Дністер

керівник роботи Гопцій Марина Володимирівна канд. геогр. наук, ст. викладач  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Строк подання студентом роботи 31.05.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи мінімальні середньорічні 30-ти добові витрати води на річках гірської частини Дністра від початку спостережень по 2015 рік, включно; основні гідрографічні характеристики водозборів річок до гідрометричних створів та гирла

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Стисла фізико-географічна характеристика гірського басейну р. Дністер. 2. Особливості водного режиму в гірській частині басейну р. Дністер.

3. Визначення модулів мінімального стоку на річках гірської частини Дністра.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Фізико-географічне положення водозборів гірської частини басейну р. Дністер; ґрунтовий та рослинний покриви водозборів гірської частини басейну р. Дністер; середньорічна температура повітря; сезонні та річні суми опадів; карта-схема гідрологічної мережі; хронологічні графіки витрат води на річках гірської частини басейну р. Дністер; різницево-інтегральні криві модулів стоку на річках гірської частини басейну р. Дністер; залежність середніх 30-ти добових модулів мінімального стоку від широтного та висотного положення водозборів

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 05.05.2021 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ за/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Вступ. Стисла фізико-географічна характеристика гірського басейну р. Дністер	05.05-10.05.2021	<b>70</b>	<b>задов.</b>
	<b>Рубіжна атестація</b>	<b>11.05-15.05.2021</b>		
2	Особливості водного режиму в гірській частині басейну р. Дністер	16.05-23.05.2021	<b>70</b>	<b>задов.</b>
3	Визначення модулів мінімального стоку на річках гірської частини Дністра	24.05-28.05.2021	<b>85</b>	<b>добре</b>
4	Висновки. Перелік джерел посилань. Додатки	29.05-30.05.2021		
	Оформлення роботи	31.05.2021		
	Перевірка на плагіат, підписання авторського договору	01.06-02.06.2021		
	Підготовка доповіді, презентації	01.06-14.06.2021		
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапах)</b>		<b>75</b>	<b>добре</b>

Студент(ка) \_\_\_\_\_ **Нізіцький М.А.**  
( підпис ) (прізвище та ініціали)Керівник роботи \_\_\_\_\_ **Гопцій М.В.**  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

	С.
Вступ .....	4
1 Стисла фізико-географічна характеристика гірського басейну р. Дністер ..	5
1.1 Географічне положення та рельєф .....	5
1.2 Ґрунтовий та рослинний покрив .....	6
1.3 Коротка кліматична характеристика регіону.....	7
1.4 Підземні води та господарська діяльність .....	8
1.5 Мережа спостережень за гідрометеорологічними характеристиками т гідрологічна вивченість.....	9
2 Особливості водного режиму в гірській частині басейну р. Дністер.....	11
2.1 Загальна характеристика водного режиму .....	11
2.2 Особливості умов формування мінімального стоку гірських річок Дністра у період відкритого русла.....	13
3 Визначення модулів мінімального стоку на річках гірської частини Дністра .....	16
3.1 Аналіз циклічності у коливаннях мінімального стоку на річках в період відкритого русла.....	16
3.2 Оцінка величини та просторово-часового розподілу мінімального стоку на річках гірської частини Дністра .....	23
3.3 Визначення мінімального стоку на гірській частині Дністра при відсутності гідрометеорологічних спостережень .....	25
Висновки .....	30
Перелік джерел посилання .....	32
Додаток А    Хронологічні графіки середніх мінімальних 30-ти добових витрат води за період відкритого русла на малих річках гірської частини Дністра .....	34

## ВСТУП

Надійна оцінка величини мінімального стоку забезпечить безперебійну роботу народного господарства та дозволить не допустити виснаження природніх запасів води для досліджуваного регіону.

*Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є розрахунок величини мінімального стоку в період відкритого русла на гірській частині басейну р. Дністер та проаналізувати особливості умов формування меженого стоку у регіоні.*

*Об'єкт дослідження – басейни гірської частини р. Дністер.*

*Предмет дослідження – часові ряди середніх мінімальних 30-ти добових витрат води за період відкритого русла на річках гірської частини Дністра.*

*Завдання:*

- дослідити умови формування мінімального стоку на річках гірської частини Дністра;

- сформувати базу даних середніх мінімальних 30-ти добових витрат води за період відкритого русла на малих річках гірської частини Дністра ;

- виконати аналіз часових рядів спостереження середніх мінімальних 30-ти добових витрат води за період відкритого русла на малих річках гірської частини Дністра;

- виконати статистичну обробку часових рядів середніх мінімальних 30-ти добових витрат води за період відкритого русла на річках гірської частини Дністра, з метою визначення середньої багаторічної витрати водимінімальних 30-ти добових витрат води за період відкритого русла, коефіцієнтів варіації та асиметрії, похибки вихідної інформації по стоку;

- виконати розрахунок мінімального модуля стоку 80 %-ої забезпеченості за нормативним документом.

# 1 СТИСЛА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГІРСЬКОГО БАСЕЙНУ Р. ДНІСТЕР

## 1.1 Географічне положення та рельєф

Дністер бере початок на східних схилах Карпат, на горі Розлуч, поблизу с. Вовче Львівської області. Спустившись з висоти близько 900 м над рівнем моря, річка гірським потоком прокладає собі шлях по Передкарпаття, перетинає південно-західну частину Подільської височини, протікає Молдовою, потім вступає на її територію і значною судноплавною річкою впадає в Дністровський лиман знову на території України [1]. Довжина річки - 1 362 км, площа басейну - 72100 км<sup>2</sup> (рис. 1.1).

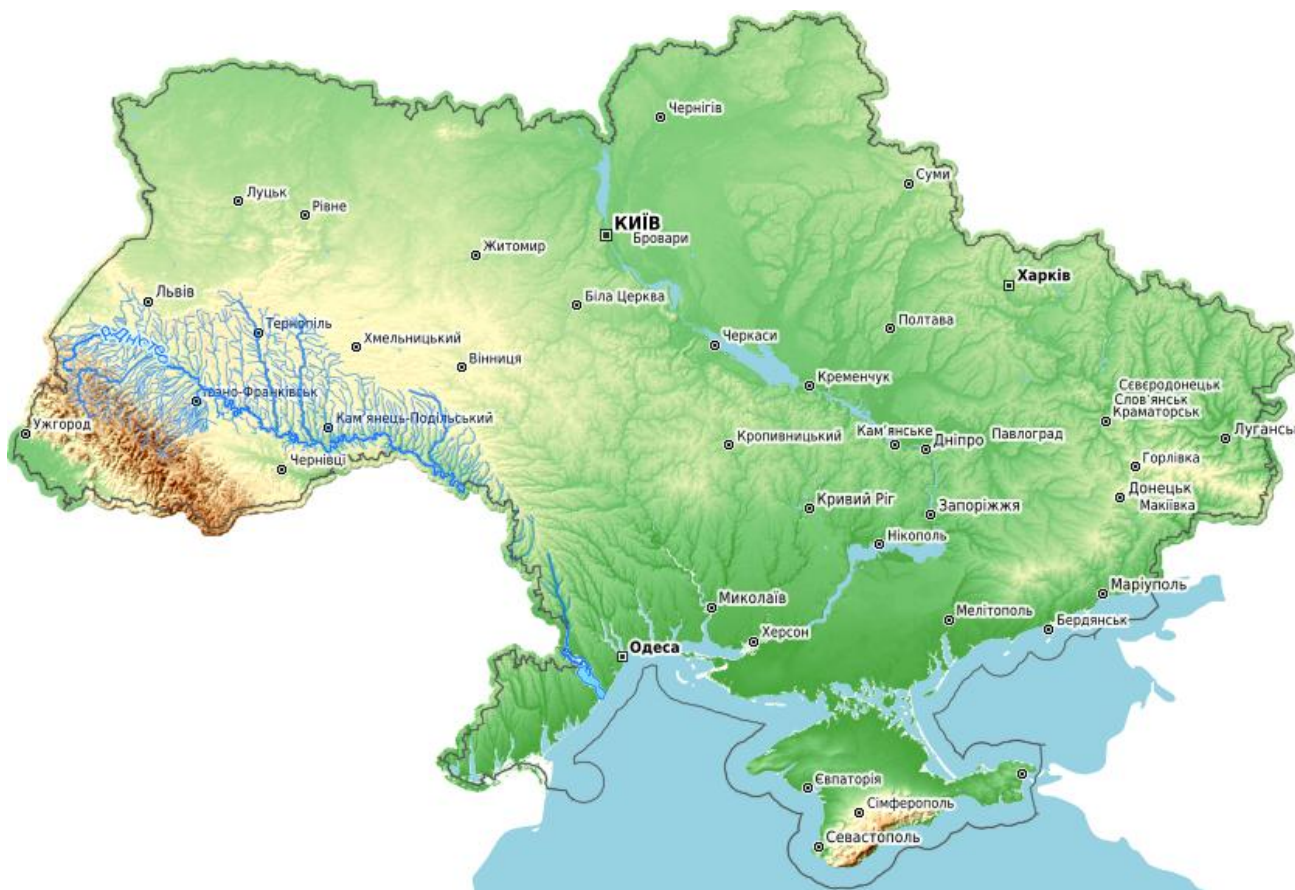


Рисунок 1.1 – Фізико-географічне положення басейну р. Дністер

[\[https://uk.wikipedia.org/wiki/BB:The\\_Dniester\\_river\\_basin\\_in\\_Ukraine.png\]](https://uk.wikipedia.org/wiki/BB:The_Dniester_river_basin_in_Ukraine.png)

Витік р. Дністер розташований недалеко від села Серета (Турківський район Львівської області), що на Україні. Устя - Дністровський лиман Чорного моря. У гирлі Дністер утворює дельту, основу якої складають Дністровські плавні - місце гніздування птахів, нересту риби [3].

Дністер має 386 приток. З них головні це: Бистриця, Тисмениця, Стрий, Збруч, Серет, Смотрич, Стрипа, Ушиця, Жванчик, Русава та інші.

Річку можна поділити на три частини: гірську - Карпатську, середню - Подільську і долішню – Причорноморську (рис. 1.2) [4].

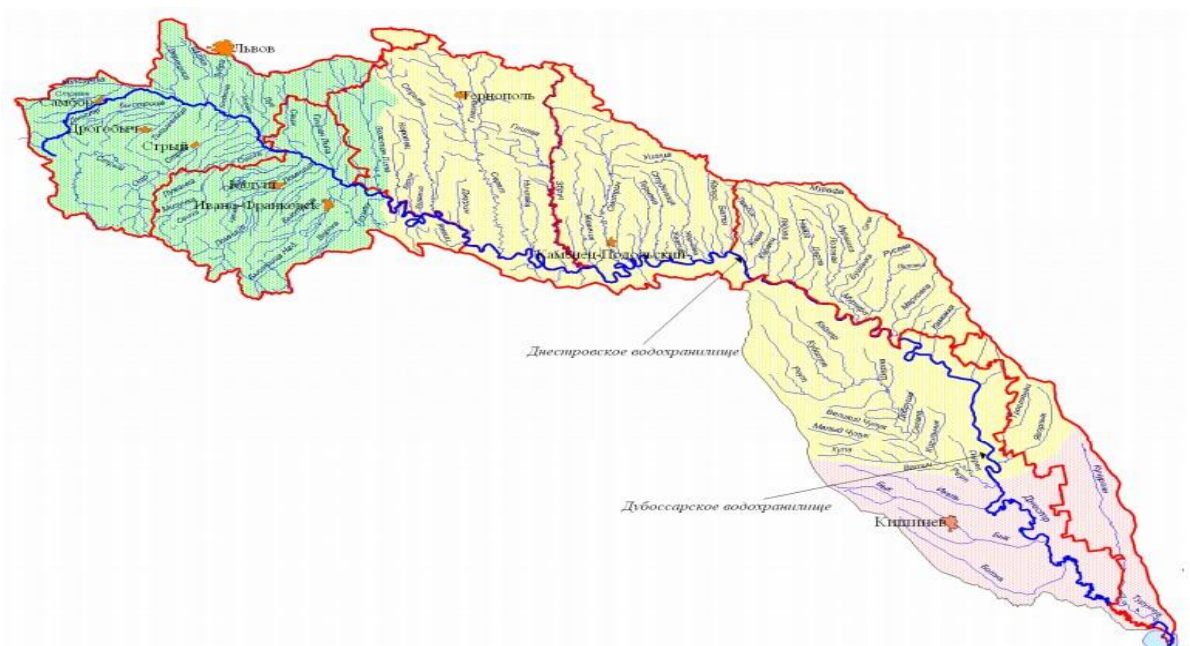


Рисунок 1.2 – Районування басейну р. Дністер [5]

## 1.2 Ґрунтовий та рослинний покрив

Екосистема басейну Дністра в основному представлена лісовими, степовими і луговими ландшафтними комплексами. У Карпатській частині басейну найкраще зберіглася наземна рослинність, де вона представлена

ялиновими і змішаними, а також листяними лісами, які вниз за течією змінюються на широколисті і хвойні ліси. Основні породи дерев лісових ландшафтів - дуб, бук, граб, липа, зустрічається ліщина, ясен і гру. Нижче по території басейну з'являється степова рослинність, представлена типчаково-ковиловими, а також субпонтійско-різнотравні і полинно-типчаково степу [6].

Важливим елементом ландшафту гирлової ділянки є плавневі озера. Плавнева система Дністра грає найважливішу роль в підтримці водного балансу і збереження біологічного різноманіття басейну річки Дністер. Водно-болотні угіддя є унікальною середовищем проживання і кормовою базою птахів-мігрантів, ссавців, земноводних і рептилій. Найбільшими плавневими озерами Дністра є озера Путрине (2,2 км<sup>2</sup>), Тудора (2,8 км<sup>2</sup>) та Біле (1,3 км<sup>2</sup>).

### 1.3 Коротка кліматична характеристика регіону

У верхній частині басейну річки Дністер, що займає передгір'я Карпат, випадає опадів в середньому 700-1000 мм в рік, в нижній, рівнинній частині до 400 мм. Тривалість безморозного періоду басейну Дністра коливається від 250 до 300 днів. У басейні розвинена зливова діяльність. Зима - мінлива і нестійка. Тривалі періоди відлиги серед зими - явище вельми звичайне. У створі греблі промерзання ґрунту до 1 м. Найбільша вологість повітря в липні. Грози протягом 8 місяців з березня по листопад. Зимові періоди рясніють відлигами, що викликають різку зміну рівнів і витрат води, утворення заторів. Тепла частина року супроводжується багаторазовими паводками [7].

Підвищена зливова діяльність, поряд з великим коефіцієнтом стоку з північно-східних схилів Карпат, є основною причиною паводків на Дністрі (70% стоку дає гірська частина басейну, складова від усього водоскиду 30% площі, а 30% стоку припадає на інші 70% площі басейну ). Близько 50% -60% річного стоку проходить в літньо-осінній період, в весняний період - 25-30% [8].



#### 1.4 Підземні води та господарська діяльність

Живиться Дністер від дощових вод та сніготанення й має свою характерну рису – паводковий режим, що зумовлюється значним коливанням зимових та літніх опадів. Так, щороку на річці відбувається по кілька паводків, особливо після випадання зливових дощів влітку або стрімкого сніготанення навесні. Причиною паводкового стану є низька місткість русла річки через її круті береги та вузькі заплави [4], [6].

Дністер упродовж багатьох тисячоліть відігравав роль основної транспортної артерії, що зв'язувала Прикарпаття й Пониззя з Балканами і Близьким Сходом. У далекому минулому з півдня річкою доставлялись вироби з металу, античний посуд, тканини тощо, а племена Подністров'я вивозили хліб, хутро, шкіру. З часів Київської Русі до середини XIX століття Дністром сплавливали до чорноморських портів цінну деревину, вивозили зерно, хутро, мед, віск, зброю, вироби місцевих ремісників.

Тепер господарське значення Дністра зросло. Він дає питну воду для великих та малих міст, зокрема і для Одеси. Крім того, річка приводить у рух турбіни Дністровської ГЕС та Дністровської ГАЕС. Дністровський гідровузол є стратегічним об'єктом для України, адже він здійснює надійне електро- та водопостачання населення і промисловості. Дністровське водосховище, яке створено греблею Дністровської ГЕС, використовується для зрошення полів, розведення риби та здійснення судноплавства.

Неможливо не зазначити велике значення водосховища у боротьбі з повенями та паводками, що найбільшою мірою було проявлено в 1998 та 2008 роках, коли на Дністрі сформувались високі дощові паводки.

Дністровське водосховище, як головний регулятор стоку дозволяє в 1,2-1,4 рази зменшити максимальні витрати води в період паводків та в 2 рази збільшити мінімальні витрати води в посушливий період [1].

Галицьке море – так ще називають Дністровське водосховище і це дійсно море, тільки вода в ньому не солоня, проте чиста і придатна для купання. Тому водосховище використовується також для оздоровчих заходів і є досить популярним місцем для якісного відпочинку, де можна покупатися, порибалити і насолодитись неповторною красою Дністровського каньйону [6].

Укргідроенерго є одним із основних водокористувачів в системі водогосподарського комплексу в Україні і здійснює свою діяльність на головних річках країни – Дніпро та Дністер. Це накладає на Товариство велику відповідальність у використанні водних ресурсів та зобов'язання приділяти значну увагу питанням охорони довкілля, зокрема свідомо підходити до питань збереження чистоти річок та водойм для того, щоб ми могли передати нашим нащадкам найбільший скарб на землі – чисту воду.

#### 1.5 Мережа спостережень за гідрометеорологічними характеристиками та гідрологічна вивченість

Досліджувана територія має високий коефіцієнт густоти річкової мережі, проте для аналізу мінімального стоку періоду відкритого русла було проаналізовано 22 малих водозборів на гірській території басейну р. Дністер. Площа водозборів змінюється від 76,3 км<sup>2</sup> (р. Славська – смт Славське) до 1020 км<sup>2</sup> (р. Стрий – с. Ясениця) та середнім періодом спостереження 55 років, по 2015 рік, включно (рис. 1.3) [1], [9].

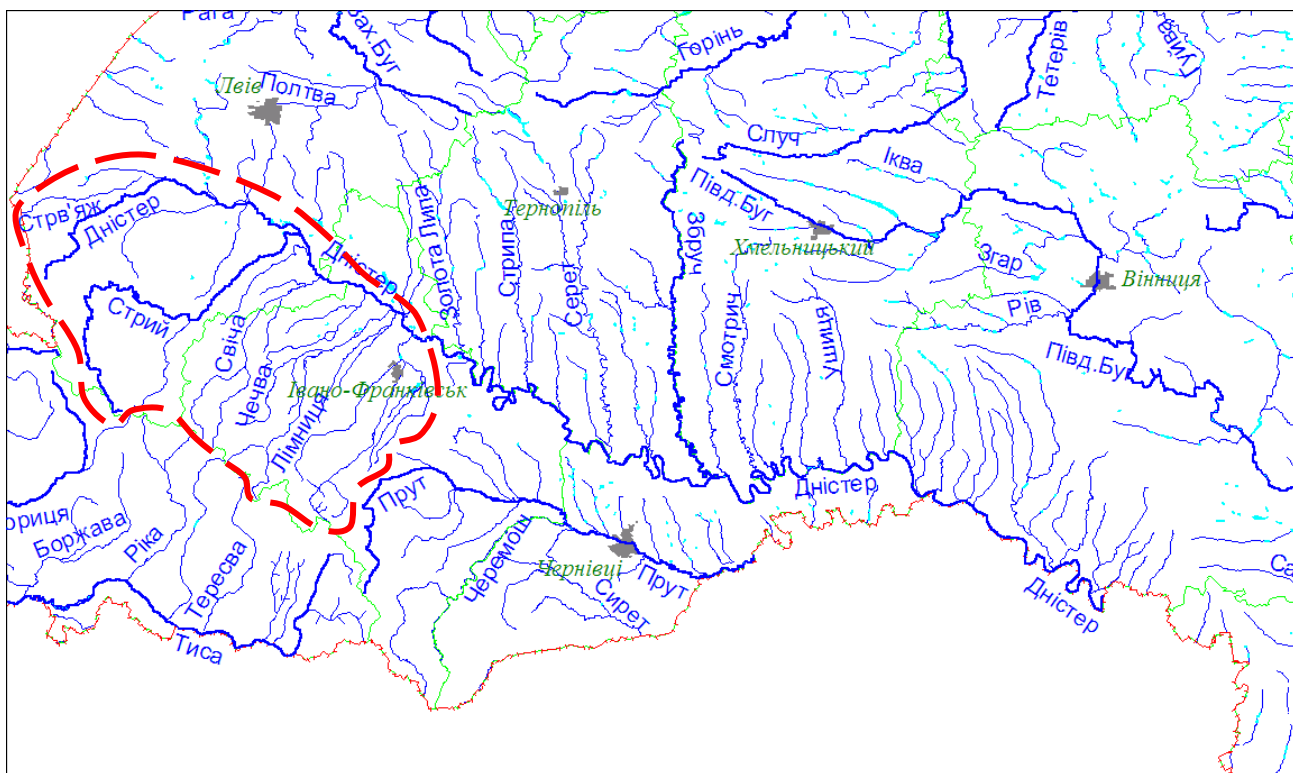


Рисунок 1.3 – Річкова мережа верхньої гірської частини р. Дністер [5]

## 2 ОСОБЛИВОСТІ ВОДНОГО РЕЖИМУ В ГІРСЬКІЙ ЧАСТИНІ БАСЕЙНУ Р. ДНІСТЕР

### 2.1 Загальна характеристика водного режиму річок

Водний режим визначається кліматичними, гідрогеологічними, особливостями території. Район знаходиться в різко мінливих кліматичних і географічних умовах. У зв'язку з чим процеси формування поки на різних його частинах вельми складні і обумовлюють істотні відмінності в водному режимі. Це призвело до необхідності характеризувати водний режим по ряду гідрологічних районів [9].

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 році є, як правило, витрати дощових паводків, хоча в окремі роки максимальні витрати весняного водопілля можуть трохи перевищувати максимальні витрати дощових паводків.

Карпатська, гірська частина басейну представляє собою верхню правобережну частину водозбору до впадання р.Бистриця з сильно розвиненою гідрографічною мережею і є головною областю формування стоку р. Дністра. Підвищена злизова діяльність на північно-східних схилах Карпатських гір обусловлює виникнення часто повторюваних ливневих паводків, що становить характерну особливість режиму р. Дністра, рівно як і інших річок району (річки басейнів Тиси і Прута), що беруть початок в Карпатах. Карпатські притоки р.Дністер є гірські річки з великими ухілами, з скалистовалунним і гальковим ложем, мало проникними підстилаючі ми ґрунтами. Вологість повітря тут велика, а випаровування незначне [2], [9]

Вище зазначалося, що характерною особливістю режиму р. Дністра є неперервні часті паводки з максимальними витратами води до  $500 \text{ м}^3/\text{с}$ , вони складають близько 83% усього числа паводків. Найбільша кількість паводків

характерна саме для гірської частини (близько 63%). Розподіл стоку по сезонах може бути в середньому представлено наступним чином: протягом весняного періоду, коли основна частина стоку формується за рахунок танення снігу в горах, стікає близько 25%, в літньо-осінній період проходить близько 60% річного стоку, інші 15% складають зимовий стік [3].

Повенітапаводки - характерне явище для Дністра. Під час паводків формується 50-70 % від річного стоку. Середні багаторічні коефіцієнти стоку річок коливаються від 0,17-0,23 (Подільська височина) до 0,4-0,7 (Передкарпаття і Карпати). Під час екстремальних паводків коефіцієнти стоку правобережних приток сягають 0,74-0,92. Це зумовлене наявністю кількох чинників [6], зокрема:

1) Верхня частина басейну Дністра розташована в Карпатах і Передкарпатті. Для гірських приток характерна яскраво виражена сезонність у розподілі стоку, висока повторюваність паводків (5-12 на рік), приуроченість максимальних витрат до літнього періоду, інтенсивне підняття рівня води (0,5-1,5 м на добу й більше) і значно повільніше його спадання. Середня тривалість паводків на малих і середніх річках становить 3-10 днів, на великих (Стрий, Лімниця тощо) - від 7 до 20 днів і більше.

2) Зміни рослинного покриву, спричинених господарською діяльністю (вирубання лісів, розорювання схилів угідь, випасання худоби тощо). Якість прибережних захисних споруд не завжди відповідає нормам. Крім того, з року в рік недостатньо виконується програма охорони довкілля. Велику роль у формуванні повеней на Дністрі відіграють лісові ландшафти та гірські річки. Ліс виконує водоохоронні та ґрунтозахисні функції: регулює поверхневий стік та гідрологічний режим, протидіє ерозії ґрунтів, стабілізує річкові русла тощо.

3) Кліматичний чинник. Глобальне потепління спричинює нестабільність кліматичних циклів, відбувається часта зміна періодів посух і злив. Коли степова кліматична зона щоразу більше потерпає від нестачі вологи, частота екстремальних опадів у гірських районах зростає.

Внутрішньорічний режим стоку річок гірської частини р. Дністер характеризується наявністю паводочного періоду з березня по серпень, протягом якого в середньому проходить 55-70% річного стоку.

У цей період входять сезони: весна (березень-травень) і літо (липень-серпень). Найменша частка річного стоку (10-15%) припадає на зиму (грудень поточного року і січень-лютий наступного календарного року). Лімітуючий періоду - межень (вересень-лютий), а лімітуючий сезон-зима.

## 2.2 Особливості умов формування мінімального стоку гірських річок Дністра у період відкритого русла

Умови формування стоку в межах окремих геоморфологічних районів різні. Для гірської частини Карпат найнижча межень характерна для зимового періоду, коли річка переходить виключно на підземне живлення. Літня межень тут значно вище, так як на межові витрати великий вплив мають часто випадаючі дощі, обумовлюючи пилкоподібний характер гідрографа стоку [1], [10].

Річки гірської карпатської частини району характеризуються паводковим режимом протягом всього року, що викликає значні підвищення стоку в період літньо-осінньої межені за рахунок зливових вод, а в зимовий період за рахунок інтенсивного танення снігу в періоди відлиги. Весняна повінь на річках виражено слабо, характеризується невеликою тривалістю і часто значно меншим підйомом рівня води, ніж в періоди літніх паводків.

Для гірської частини Карпат найнижча межень характерна для зимового періоду, коли річка переходить виключно на підземне живлення. Літня межень тут значно вище, так як на межові витрати, великий вплив мають часто випадаючі дощі, а також за рахунок живлення підземних вод талими водами в період відлиг, обумовлюючи пилкоподібний характер гідрографа стоку. В окремі роки опади бувають дуже значними. Максимальні кількості опадів характерні для Карпат і

великих висот Закарпаття, де їх випадає до 2000 мм на рік. В різних частинах досліджуваної території на формування підземних вод витрачається різна кількість вологи, що в свою чергу позначається на характері впливу підземних вод на формування меженного стоку річок [11].

Вплив гідрогеологічних умов відбувається на фоні впливу загальних фізико-географічних факторів (клімату, рельєфу, характеру ґрунту, заболоченості, лісистості, озерності) і зміни в природному режимі річок, що відбуваються внаслідок господарської діяльності людини. Гідрогеологічні умови є одним з основних чинників формування мінімального стоку, тому режим мінімального стоку тісно пов'язаний з режимом підземних вод.

Питання дослідження мінімального стоку тісно пов'язані з питаннями взаємозв'язку поверхневих і підземних вод: при одних і тих же гідрогеологічних умовах, але при різних взаємозв'язках ерозійного врізу річки і водоносних горизонтів можна очікувати різні величини мінімального стоку. Чим більше водоносних горизонтів розкриває річка, тим більш стійкою є величина мінімального стоку [12].

Випаровування за рік змінюється від 550 до 625 мм на території Карпат і знижується в міру наближення до півдня до 400 мм. Тому в різних районах на формування стоку поверхневих і підземних вод витрачається різна кількість опадів. Однак навіть за допомогою великого числа водомірних постів на річках верхнього Дністра і в Закарпатті вельми складно охарактеризувати режим річок в складних гідрогеологічних умовах гірських Карпат, а також виявити взаємозв'язок поверхневих і підземних вод в межах закарстованої мергельно-крейдяної товщі.

Водомірні пости з тривалими рядами спостережень майже завжди мають перерви в спостереженнях над стоком, що ускладнює аналіз як багаторічних коливань мінімального стоку, так і вибірку найбільш маловодних років, для яких характерні мінімальні витрати води.

Часта тривність літньо-осінньої межени зумовлює не велику тривалість меженних періодів. На правих гірських притоках р. Дністер тривалість літньо-осінньої межени 60-100 днів (рис. 2.1).

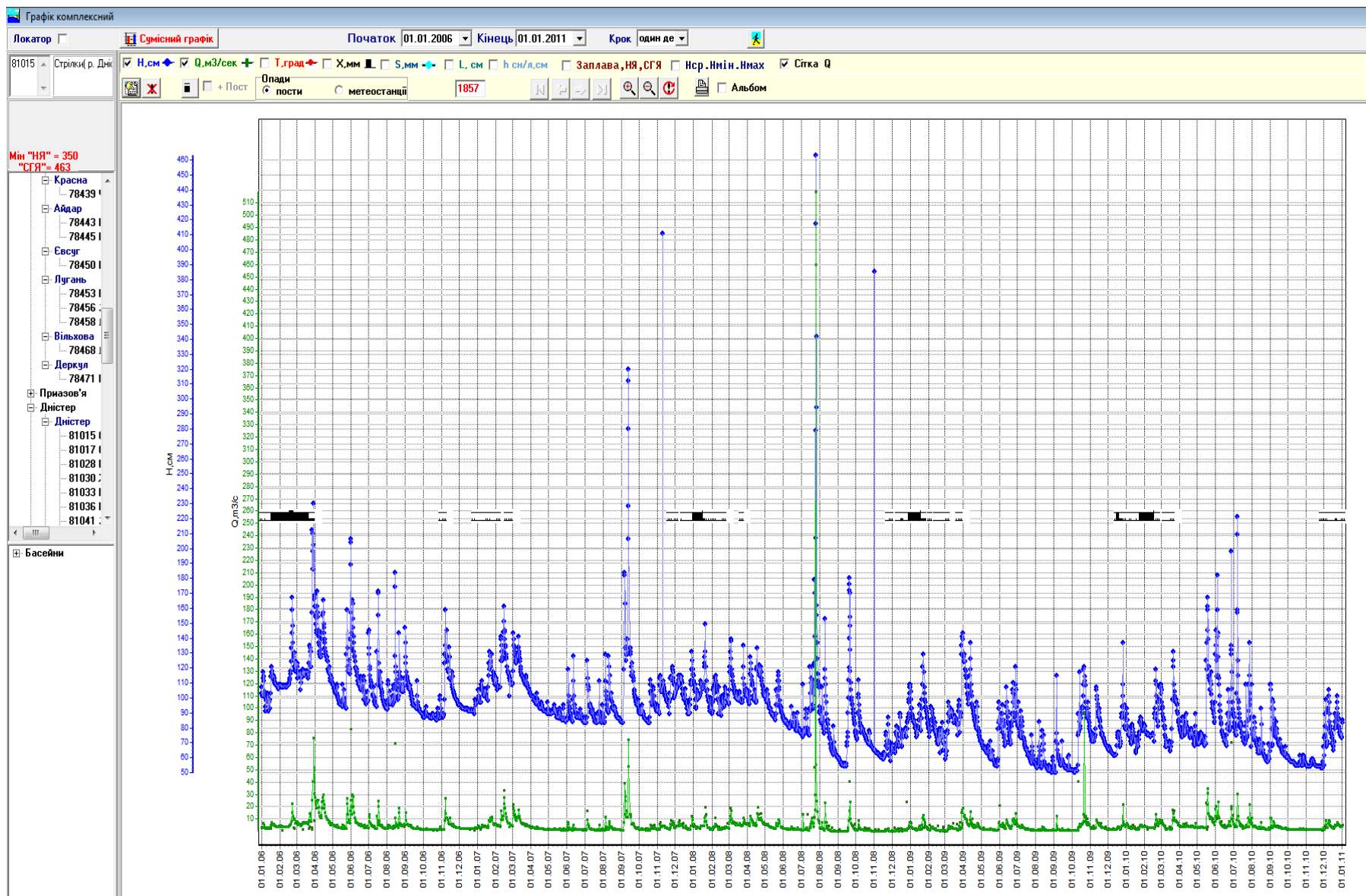


Рисунок 2.1 – Хід рівнів води та кількість опадів протягом року на річках гірської частини Дністра



### 3 ВИЗНАЧЕННЯ МОДУЛІВ МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ НА РІЧКАХ ГІРСЬКОЇ ЧАСТИНИ ДНІСТРА

3.1 Аналіз циклічності у коливаннях мінімального стоку на річках в період відкритого русла.

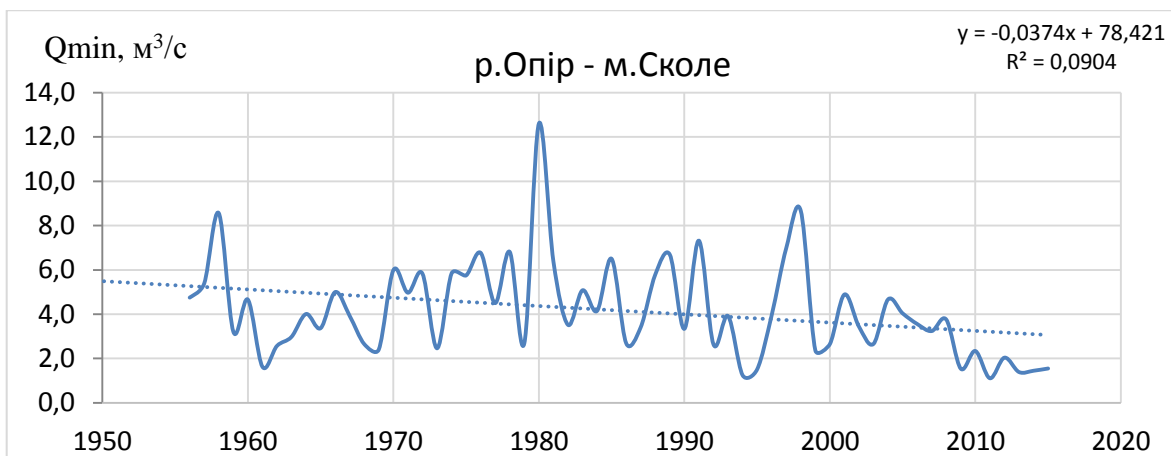
При встановленій неоднорідності виникає необхідність проаналізувати хронологічний хід стоку в цих рядах з метою виявлення характеру можливих трендів, тобто тенденцій, спрямованих у бік збільшення або зменшення стоку [13]-[15]. З цією метою будуються хронологічні графіки ходу гідрометеорологічних характеристик, приклади яких наводяться на рис. 3.1. Для всіх постів, де встановлена наявність трендів, виконуються перевірка значущості коефіцієнтів кореляції перевіряючи нерівність вигляду

$$2\sigma_r > r \quad (3.1)$$

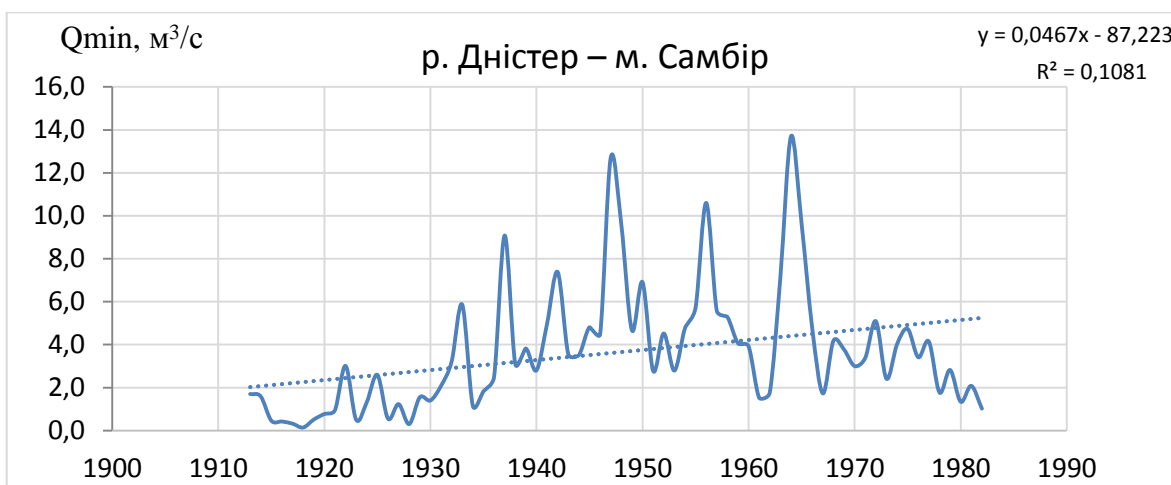
де  $\sigma_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n-1}}$  - середньоквадратична похибка визначення коефіцієнтів кореляції.

Для всіх досліджуваних водозборах побудовані хронологічні графіки ходу середніх мінімальних 30-ти добових витрат води (рис. 3.1, дод. А.1), по яких оцінено тренди (табл. 3.1).

Встановлено, що по 14 водозборах тренди у рядах мінімального стоку не значимі. Для водозборів р. Дністер – м.Самбір, р.Вершиця – м. Комарно, р. Славська – смт Славське, р. Головчанка – с. Тухля, р. Сукіль – с. Тисів, р. Чечва – с. Спас, р. Бистриця-Надвірнянська – с. Черніїв відмічається тенденція до збільшення мінімального стоку в період відкритого русла, а для р. Опір – м.Сколе навпаки, відмічається тенденція до зменшення мінімального стоку у період відкритого русла.



Висновок: Тренд від'ємний значимий.



Висновок: Тренд додатній значимий.



Висновок: Тренд не значимий.

Рисунок 3.1 – Хронологічні графіки середніх мінімальних 30-ти добових витрат води за період відкритого русла

Таблиця 3.1 –Визначення трендів у рядах мінімального стоку періоду відкритого русла на річках гірської частини

Дністра

Пункти	Площаводозбор у, F, км <sup>2</sup>	п - років пост е-режень	$\bar{q}_{\min 30}$ , л/(с·км <sup>2</sup> )	Рівняння тренду	R <sup>2</sup>	r	2σ <sub>r</sub>	Висновок
р. Дністер – с. Стрільки	384	70	4,05	$y = -0,0007x + 2,8545$	0,0007	0,03	0,24	не значимий
р. Дністер – м. Самбір	850	70	4,28	$y = 0,0467x - 87,223$	0,1081	0,33	0,21	значимий
р. Стрв'яж – с. Луки	910	59	3,28	$y = -0,0019x + 6,8062$	0,0006	0,02	0,26	не значимий
р. Вершиця – м. Комарно	812	59	2,86	$y = 0,054x - 104,96$	0,3575	0,60	0,17	значимий
р. Бистриця – с. Озимина	206	62	3,74	$y = 0,0002x + 0,4009$	5,00E-05	0,01	0,26	не значимий
р. Стрий – с. Матків	106	61	8,05	$y = 0,0036x - 6,2134$	0,0143	0,12	0,25	не значимий
р. Стрий – с. Завадівка	740	54	4,88	$y = -0,0131x + 29,675$	0,0114	0,11	0,27	не значимий
р. Стрий – с. Ясениця	1020	33	5,09	$y = -0,0431x + 91,375$	0,031	0,18	0,34	не значимий
р. Завадка – с. Риків	100	33	6,43	$y = -0,0062x + 12,95$	0,0605	0,25	0,33	не значимий
р. Рибник – с. Майдан	138	33	10,9	$y = 0,0154x - 29,329$	0,0798	0,28	0,33	не значимий
р. Опір – м. Сколе	733	60	5,68	$y = -0,0374x + 78,421$	0,0904	0,30	0,24	значимий
р. Славська – смт Славське	76,3	62	9,3	$y = 0,0057x - 10,538$	0,0912	0,30	0,23	значимий
р. Головчанка – с. Тухля	130	61	9,03	$y = 0,0209x - 40,275$	0,2924	0,54	0,18	значимий
р. Орава – х. Святослав	204	71	6,67	$y = 0,0024x - 3,4023$	0,0122	0,11	0,24	не значимий
р. Сукіль – с. Тисів	138	57	8,35	$y = 0,0085x - 15,812$	0,0901	0,30	0,24	значимий
р. Свіж – смт Букачівці	465	59	3,16	$y = 0,0066x - 11,617$	0,0492	0,22	0,25	не значимий
р. Лімниця – с. Осмолода	203	59	15,66	$y = 0,0061x - 8,9108$	0,0073	0,09	0,26	не значимий
р. Чечва – с. Спас	269	60	6,34	$y = 0,0125x - 23,198$	0,0903	0,30	0,24	значимий
р. Луква – с. Боднарів	185	62	2,4	$y = 0,0002x - 0,0449$	0,0002	0,01	0,26	не значимий
р. Бистриця-Надвірнянська – с. Черніїв	679	32	4,73	$y = 0,075x - 146,85$	0,1575	0,40	0,30	значимий
р. Ворона – м. Тисмениця	657	54	2,51	$y = -0,0038x + 9,1219$	0,0055	0,07	0,27	не значимий
р. Бистриця- Солотвинська – м. Івано- Франківськ	777	33	3,71	$y = 0,0171x - 31,314$	0,01	0,10	0,35	не значимий

Дослідження закономірностей коливань річного стоку у часі та по території дозволяють судити про можливість і доцільність використання водних ресурсів держави для забезпечення її потреб. Коливання річного стоку характеризуються циклічністю. Циклічність являє собою послідовну зміну низки років підвищеної та зниженої водності. До років підвищеної водності відносяться ті, у які стік перевищував середню багаторічну величину річного стоку. Роками зниженої водності є роки, у які річний стік був менше середньої багаторічної величини [15].

Угрупування років підвищеної водності складає багатоводний період коливань водності або додатну фазу, угруповання років зниженої водності – маловодний період або від’ємну фазу. Тривалість фаз коливань водності не є постійною, через що циклічність називають “несуворою періодичністю”. Основними чинниками, які впливають на формування угруповань років однієї і тієї ж водності, вважаються: - загальна циркуляція атмосфери, зумовлена розподілом сонячної радіації навколо земної кулі; - обертання Землі навколо своєї осі та навколо Сонця; - зміни сонячної активності. Найчастіше в практиці гідрологічних розрахунків для виділення фаз і циклів водності використовуються різницеві інтегральні криві, ординати яких являють собою послідовне накопичення відхилень величин стоку від середнього значення. Порівняння кривих легше виконувати при їх представленні у вигляді безрозмірних, тобто модульних, коефіцієнтів стоку. Середнє багаторічне значення модульного коефіцієнта завжди дорівнює одиниці, отже, поточні ординати різницевої інтегральної кривої на кінець  $t$ -го року від початку побудовання кривої визначають за рівнянням

$$\sum_{i=1}^t (k_i - 1) = f(t), \quad (3.2)$$

де  $k_i$  - модульний коефіцієнт.

Різницева інтегральна крива стоку, як і будь-яка інтегральна крива, має таку властивість. Відхилення середнього значення величини (модульного коефіцієнта)

за будь-який інтервал часу  $m$  від його середнього значення за багаторічний період спостережень дорівнює одиниці, характеризується тангенсом кута нахилу лінії, яка поєднує точки початку та кінця інтервалу, до горизонтальної прямої і визначається за формулою

$$\operatorname{tg} \alpha = (k_i - 1)_{\text{сеп}} = \frac{l_k - l_n}{m} = \frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1) - \sum_{i=1}^{n-m} (k_i - 1)}{m} = \frac{\sum_{i=1}^m (k_i - 1)}{m} \quad (3.3)$$

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

$m$  – число років у періоді часу.

Період часу, для якого ділянка інтегральної кривої має нахил вгору відносно осі абсцис та значення  $(k_i - 1)_{\text{сеп}}$  додатне (переважають додатні відхилення від середнього), відповідає багатоводній фазі коливань стоку. Період, для якого з'єднуюча лінія і відповідна ділянка нахилена вниз та  $(k_i - 1)_{\text{сеп}}$  має від'ємне значення, відповідає маловодній фазі (К.П. Клібашев, І.Ф. Горошков, 1970 [15]). Для одного виділеного циклу, який складається із однієї багатоводної та однієї маловодної фаз, середнє значення модульного коефіцієнта  $k_{\text{сеп}}$  дорівнюватиме 1, для багатоводного – більше за 1, для маловодного – менше за 1, сума  $k_i$  для одного або декількох циклів.

$$\sum_{i=1}^m (k_i - 1) = 0 \quad (3.4)$$

Циклічність коливань мінімального стоку тієї чи іншої річки можна досліджувати за хронологічними графіками. Однак ці календарні графіки зміни мінімального стоку не завжди дають достатньо повне уявлення про циклічні коливання стоку, внаслідок наявності малих циклів на загальному фоні багаторічних коливань водності річки.

Для всіх досліджених водозборів були розраховані ординати різницевих інтегральних кривих (рис. 3.2).

Як видно з рис. 3.2 усі ряди містять повні цикли водності, тобто угруповання як маловодних років, так і багатоводних років. Проте слід відмітити, що стік на досліджуваних водозборах не є синхронним, а інколи навіть синфазні, що можна пояснити особливістю географічного положення водозборів та особливістю розподілу метеорологічних елементів по території.

Слід також відмітити, що майже по всіх водозборах в останні роки відмічається маловодна фаза, яка розпочалася у різні роки 1989-2012 рр., проте по 4 водозборах (р. Стрий – с.Матків, р. Рибник – с. Майдан, р. Головчанка – с. Тухля, р. Сукіль – с. Тисів) в останні роки відмічається, навпаки, багатоводна фаза, що розпочалась у 1973-1995 рр.

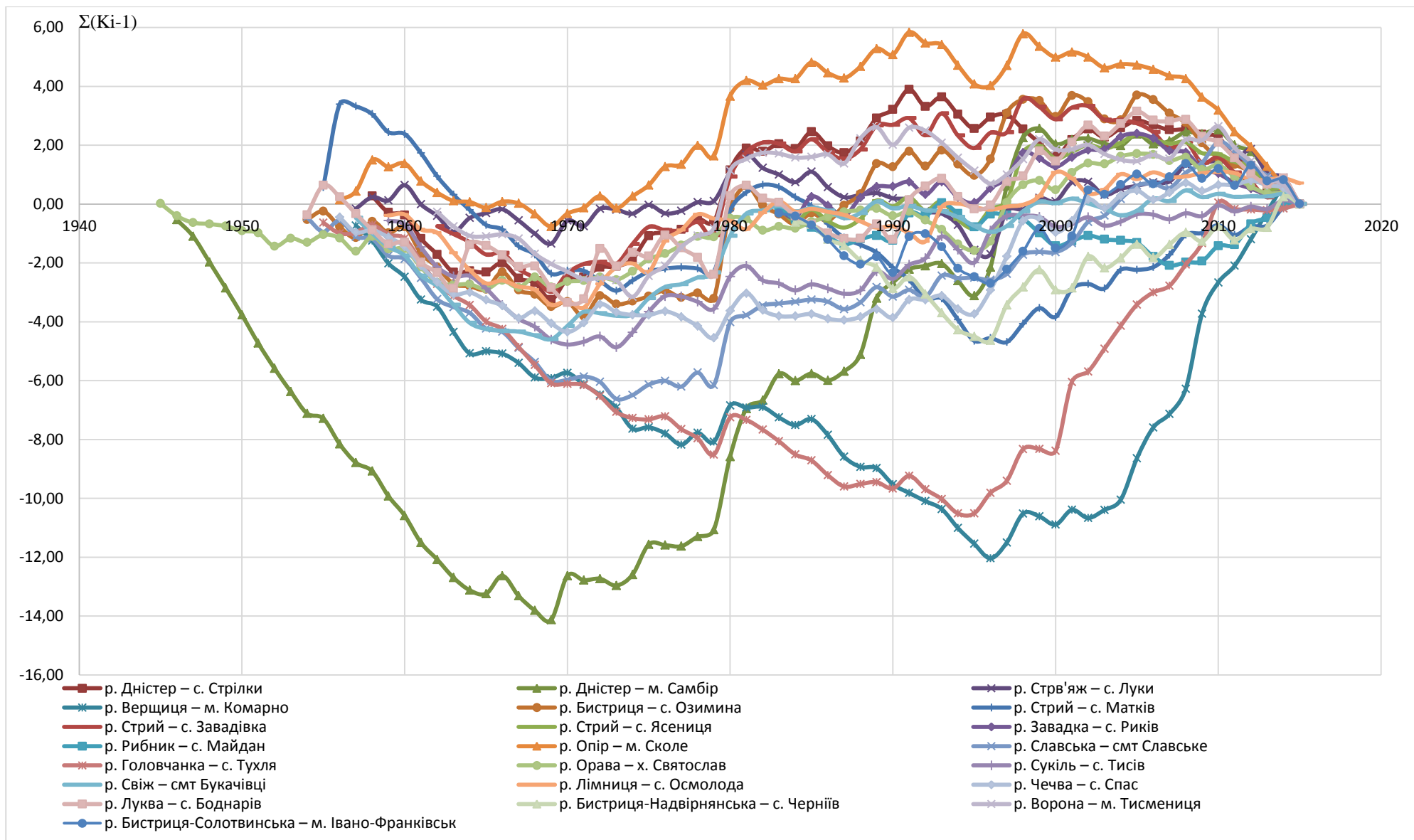


Рисунок 3.2 – Різницево-інтегральні криві середніх мінімальних 30-ти добових витрат води на річках гірської частини Дністра

### 3.2 Оцінка величини та просторово-часового розподілу мінімального стоку на річках гірської частини Дністра

Для аналізу часових рядів мінімального стоку періоду відкритого русла було використано статистичний метод, а саме метод моментів та метод найбільшої правдоподібності.

Результати визначення статистичних параметрів часових рядів спостереження зведені у табл. 3.2.

На розглянутій території середнє багаторічне значення середнього 30-ти добового мінімального стоку періоду відкритого русла на гірських річках Дністра  $\bar{q}_{\min}$  змінюється від 2,40 л/(с·км<sup>2</sup>) в басейні р. Луква - с. Бондарів до 15,7 л/(с·км<sup>2</sup>) р. Лімниця – с. Осмолода. Величина коефіцієнта варіації за методом моментів змінюється від 0,33 до 0,79, а коефіцієнтів асиметрії - від 0,58 до 2,25. Середнє співвідношення  $C_s/C_v = 2,3$ . Величина коефіцієнта варіації за методом найбільшої правдоподібності змінюється від 0,32 до 0,81, а коефіцієнтів асиметрії - від 0,60 до 2,84. Середнє співвідношення  $C_s/C_v = 2,6$ .

Для гірської частини Дністра були визначені модулі мінімального 30-ти добового середньомісячного стоку 80 %-ої забезпеченості (в якості опорної згідно рекомендацій [14]) за допомогою тирпараметричного гама розподілу. Їх величина змінюється по території гірської частини р. Дністер від 1,06 л/(с·км<sup>2</sup>) до 10,4 л/(с·км<sup>2</sup>) [16].

Похибка вихідної інформації складає  $\pm 6,9\%$ , що відповідає точності вихідної інформації по мінімальному стоку.



Таблиця 3.2 - Статистичні параметри часових рядів спостереження за середніми 30-ти добовими мінімальними модулями стоку на річках гірської частини Дністра в період відкритого русла

№ за\п	Річка - пост	F, км <sup>2</sup>	H, м	n, років	q <sub>min30</sub> , л/(с·км <sup>2</sup> )	Метод моментів				Метод найбільшої правдоподібності			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	р. Дністер – с. Стрілки	384	620	70	4,05	0,485	0,786	0,15	1,6	0,49	0,823	1,7	5,80
2	р. Дністер – м. Самбір	850	570	70	4,28	0,788	1,509	0,556	1,9	0,81	1,748	2,2	9,62
3	р. Стрв'яж – с. Луки	910	400	59	3,28	0,444	0,58	-0,005	1,3	0,44	0,604	1,4	5,77
4	р. Вершиця – м. Комарно	812	310	59	2,86	0,662	1,402	0,554	2,1	0,68	1,648	2,4	8,80
5	р. Бистриця – с. Озимина	206	520	62	3,74	0,632	2,162	0,073	3,4	0,63	2,625	4,1	8,05
6	р. Стрий – с. Матків	106	860	61	8,05	0,615	2,248	0,305	3,7	0,65	2,839	4,4	8,27
7	р. Стрий – с. Завадівка	740	800	54	4,88	0,53	1,188	-0,003	2,2	0,53	1,302	2,5	7,23
8	р. Стрий – с. Ясениця	1020	-	33	5,09	0,449	1,463	0,056	3,3	0,45	1,800	4,0	7,76
9	р. Завадка – с. Риків	100	-	33	6,43	0,371	0,599	0,001	1,6	0,37	0,648	1,7	6,46
10	р. Рибник – с. Майдан	138	-	33	10,9	0,346	0,735	0,123	2,1	0,35	0,802	2,3	6,02
11	р. Опір – м. Сколе	733	820	60	5,68	0,517	1,242	0,206	2,4	0,52	1,356	2,6	6,67
12	р. Славська – смт Славське	76,3	860	62	9,3	0,474	1,457	0,167	3,1	0,47	1,624	3,5	5,96
13	р. Головчанка – с. Тухля	130	810	61	9,03	0,579	1,597	0,381	2,8	0,59	1,866	3,1	7,59
14	р. Орава – х. Святослав	204	830	71	6,67	0,329	0,879	0,166	2,7	0,32	0,915	2,8	3,83
15	р. Сукіль – с. Тисів	138	770	57	8,35	0,406	0,663	0,2	1,6	0,41	0,712	1,7	5,42
16	р. Свіж – смт Букачівці	465	310	59	3,16	0,344	0,79	0,531	2,3	0,35	0,875	2,5	4,53
17	р. Лімниця – с. Осмолода	203	1200	59	15,66	0,381	1,038	0,149	2,7	0,38	1,11	3,0	4,88
18	р. Чечва – с. Спас	269	820	60	6,34	0,424	0,961	0,267	2,3	0,43	1,05	2,5	5,51
19	р. Луква – с. Боднарів	185	480	62	2,4	0,656	1,736	-0,053	2,6	0,66	2,001	3,0	8,37
20	р. Бистриця-Надвірнянська – с. Чернів	679	-	32	4,73	0,543	0,621	0,005	1,1	0,55	0,675	1,2	9,65
21	р. Ворона – м. Тисмениця	657	330	54	2,51	0,48	1,397	0,254	2,9	0,49	1,622	3,3	6,64
22	р. Бистриця-Солотвинська – м. Івано-Франківськ	777	-	33	3,71	0,565	0,855	0,067	1,5	0,57	0,947	1,7	9,89

### 3.3 Визначення мінімального стоку на гірській частині Дністра при відсутності гідрометеорологічних спостережень

За відсутності систематичних вимірювань стоку і відповідно часових рядів норма мінімального стоку визначається непрямими методами. Найпоширеніші - карти норми мінімального стоку (модуля або шару). Будуються карти за даними вивчених річок з вимогами точності обчислювання норми стоку. Враховуючи суттєвий вплив на річковий стік місцевих та антропогенних факторів, при складанні карт використовуються тільки ті матеріали, які відносяться до середніх площ водозборів. Загалом мінімальний стік підлеглий географічній зональності. Так, у літньо-осінній період 30-денний модуль стоку 80 %-ної забезпеченості закономірно зменшається з 6 л/(с·км<sup>2</sup>) - на північному заході ЄТС і 15-20 л/(с·км<sup>2</sup>) на Північному Уралі до 0.5 л/(с·км<sup>2</sup>) і менше - на південному сході. Набагато менше зимовий мінімальний стік. Він становить 2-4 л/с км<sup>2</sup> на півночі і 0-0.25 л/(с·км<sup>2</sup>) на півдні і південному сході ЄТС, зростаючи до 10-15 л/(с·км<sup>2</sup>) на Чорноморському побережжі. Відхилення на окремих водозборах розрахункових значень мінімального стоку від зональних пов'язані, головним чином, з неповнотою дренажу ґрунтових вод (малі річки), гідрогеологічними особливостями території, зарегульованністю стоку великими водоймищами (озера, водосховища) проточного типу. Тому географічна зональність в розподілі мінімального стоку характерна лише для водозборів певних розмірів у кожній природній зоні. Для побудови карти мінімального стоку у СНіП 2.01.14-83 [14] використані значення витрат фіксованої забезпеченості – мінімальні 30-денні витрати 80%-ої забезпеченості. Відповідно до СНіП 2.01.14-83, значення мінімального 30-добового модуля стоку щорічної ймовірності перевищення слід знімати з карт ізоліній мінімального 30-добового зимового [СНіП, аркуш 17] або ізоліній літньо-осіннього стоку річок ймовірністю перевищення 80% [СНіП, аркуш 18] для центрів тяжіння басейну шляхом інтерполяції між ізолініями стоку.

Якщо водозбір перетинає декілька ізоліній, то значення мінімального стоку визначаються як середні зважені за площею

$$\bar{Q}_{80\%N} = \frac{\bar{Q}_{80\%1}f_1 + \bar{Q}_{80\%2}f_2 + \dots + \bar{Q}_{80\%n}f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n}, \quad (3.5)$$

де  $Q_{80\%1}, Q_{80\%2}, Q_{80\%n}$  - середні значення модулів мінімального стоку між сусідніми ізолініями;

$f_1, f_2, f_n$  - площі між відповідними ізолініями стоку, які визначаються планіметруванням або за допомогою палетки.

Точність визначення мінімального стоку за картами ізоліній змінюється у середньому від  $\pm 10\%$  у зволжених районах до  $\pm 20\%$  - у районах недостатнього зволоження та гірських областях. Карти ізоліній не можливо використовувати для визначення мінімального стоку річок, у межах водозборів яких знаходяться озера, регулюючі значну частину стоку, а також річок, в басейнах яких є ділянки вираженого карсту. Перехідні коефіцієнти від 30-добових (середньомісячних) мінімальних витрат води щорічної ймовірності перевищення 80% до мінімальних витрат інших ймовірностей перевищення визначають за даними річок-аналогів. Значення коефіцієнтів для окремих районів наведені у табл.3.1.

Для малих річок з площею водозбору менше за  $2000 \text{ км}^2$  нормативним документом рекомендується  $Q_{80\%}$  визначати за формулою, розробленою А.М.Владимировим [14]:

$$Q_{80\%} = 10^{-3} a \cdot (F \pm f)^n, \quad (3.6)$$

де  $f$  - середня по району площа з відсутністю стоку (-) або середня площа підземного басейну, який забезпечує додаткове живлення річок даного району (+) внаслідок карсту;

$a$  і  $n$  – параметри, які характеризують зволоженість даного району і інтенсивність зміни стоку із зростанням площі водозбору. Значення приведені в таблицях СніПа (додаток 2, табл.17). Для районів Середньої Азії, Казахстану і деяких інших районів застосування регіональної формули допускається для літньо-осінньої межени при  $F < 10000 \text{ км}^2$  і зимової – при  $F < 5000 \text{ км}^2$ .

Тривалість періодів перемерзання й пересихання визначається за регіональними залежностями мінімальної 30-денної (середньомісячної) витрати води. Для оцінки відсутності стоку протягом 30 діб може використовуватись формула (3.6). У зв'язку з цим виконують розрахунок  $Q_{80\%}$  для деяких значень площі, і та із них, за якої витрата води, обчислена із формули (3.6), буде не вище  $0.001 \text{ м}^3/\text{с}$ , береться за площу пересихання або перемерзання. Формулу (3.6) не можливо використовувати для розрахунку мінімального стоку річок зі значним озерним регулюванням, які протікають у районах локального впливу карсту, а також при значно виражених впливах господарчої діяльності на стік річок. Для окремих районів [СНіП, додаток 1, аркуші 19,20] рекомендовано визначати мінімальні 30-добові витрати щорічної ймовірності перевищення  $P=80\%$  за формулою.

$$q_{80\%} = a\bar{H}_B, \quad (3.7)$$

де  $q$  - 80% модуль мінімального стоку 80%-ної забезпеченості,

$H_B$  - середня висота водозбору.

Для гірських територій значення мінімального стоку припускається визначати по залежності модуля мінімального стоку від середньої висоти басейну річки. Залежності будуються для однорідних за гідрогеологічними умовами.

Для досліджених водозборів було побудовано залежність модулів мінімального стоку 80 %-ої забезпеченості від висотного положення водозборів (рис. 3.3). Зв'язок добрий при коефіцієнті  $r = 0,85$ , що дозволяє встановити

регіональне рівняння для визначення мінімальних модулів стоку 80 %-ої забезпеченості від висоти водозборів:

$$y = 0,0028 * H^{1,10849}, \quad (3.8)$$

де  $H$  – висота водозборів, м.

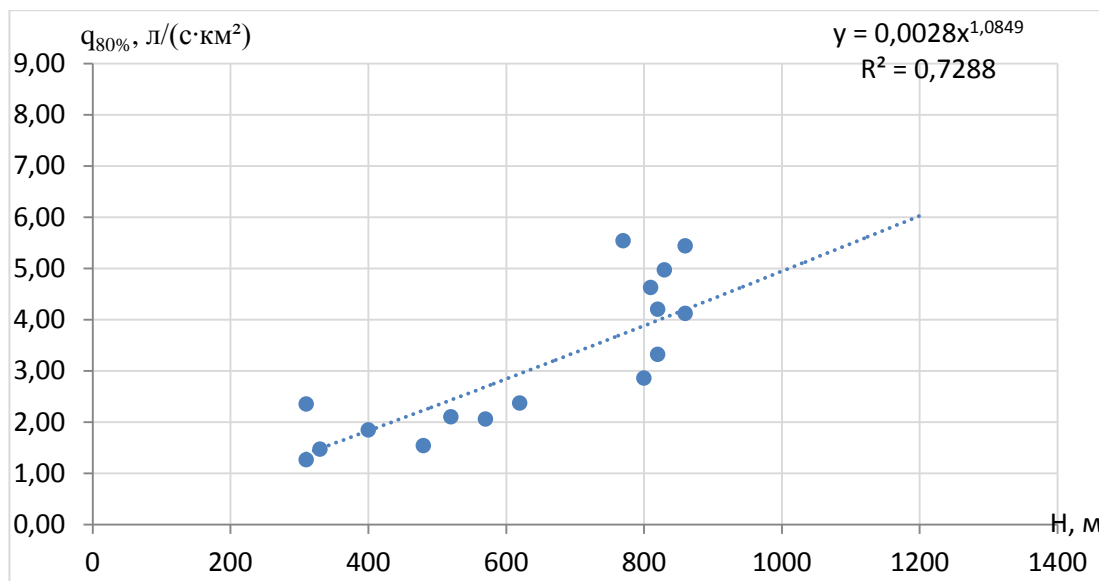


Рисунок 3.3 – Залежність модулів мінімального стоку 80% -ої забезпеченості періоду відкритого русла від висотного положення водозборів гірської частини Дністра

Похибка визначення за регіональним рівнянням складає  $\pm 19,2$  % (табл. 3.3), що відповідає вимогам щодо визначення мінімального стоку за нормативним документом [14].

Для порівняння були визначені модулі мінімального стоку на річках гірської частини Дністра за нормативним документом, згідно рівнянь (3.6) та (3.7). Похибка розрахунків за (3.6) склала  $\pm 37,9$  %, а за (3.7) -  $\pm 38,9$  %.

Отже, для річок гірської частини Дністра необхідно виконати уточнення параметрів формул СНіП 2.01.14-83.

Таблиця 3.3 – Розрахунок мінімальних модулів стоку 80% забезпеченості в період відкритого русла на річках гірської частини Дністра

№ з/п	Річка- пост	q80% стат, л/(с·км <sup>2</sup> )	Q80% за(3.6), м <sup>3</sup> /с	q80%*, л/(с·км <sup>2</sup> )	q80%** за (3.7), л/(с·км <sup>2</sup> )	q80%*** за(3.8), л/(с·км <sup>2</sup> )	Δ*, %	Δ**, %	Δ***, %
1	р. Дністер – с. Стрільки	2,37	0,73	1,90	1,25	2,72	19,8	47,4	14,9
2	р. Дністер – м. Самбір	2,06	1,78	2,09	1,14	2,49	1,50	44,9	20,9
3	р. Стрв'яж – с. Луки	1,85	1,92	2,11	0,76	1,70	14,1	58,7	7,7
4	р. Вершиця – м. Комарно	1,26	1,69	2,08	0,57	1,30	64,7	54,5	2,8
5	р. Бистриця – с. Озимина	2,10	0,36	1,76	1,02	2,26	16,1	51,3	7,3
6	р. Стрий – с. Матків	4,12	0,32	3,00	2,87	3,86	27,1	30,4	6,2
7	р. Стрий – с. Завадівка	2,85	2,45	3,31	2,66	3,58	16,0	6,8	25,3
8	р. Стрий – с. Ясениця	3,37	3,43	3,37	-	-	0,30	-	-
9	р. Завадка – с. Риків	4,26	0,30	3,00	-	-	29,7	-	-
10	р. Рибник – с. Майдан	8,12	0,42	3,04	-	--	62,5	-	-
11	р. Опір – м. Сколе	3,32	2,43	3,31	2,73	3,67	0,4	17,9	10,5
12	р. Славська – смтСлавське	5,44	0,23	2,96	2,87	3,86	45,7	47,3	29,0
13	р. Головчанка – с. Тухля	4,62	0,39	3,04	2,69	3,62	34,3	41,7	21,6
14	р. Орава – х. Святослав	4,97	0,63	3,10	2,76	3,72	37,5	44,4	25,1
15	р. Сукіль – с. Тисів	5,54	0,42	3,04	2,56	3,43	45,0	53,8	38,0
16	р. Свіж – смтБукачівці	2,35	1,50	3,24	0,98	1,30	37,4	58,2	44,9
17	р. Лімниця – с. Осмолода	10,4	0,63	3,10	4,07	5,52	-	-	-
18	р. Чечва – с. Спас	4,20	0,85	3,15	2,73	3,67	25,1	35,1	12,6
19	р. Луква – с. Боднарів	1,54	0,57	3,09	1,56	2,07	100,8	1,1	34,6
20	р. Бистриця-Надвірнянська – с. Чернів	2,77	2,24	3,30	-	-	19,2	-	-
21	р. Ворона – м. Тисмениця	1,47	2,16	3,29	1,05	1,39	124,2	28,5	5,6
22	р. Бистриця-Солотвинська – м. Івано-Франківськ	1,90	2,58	3,32	-	-	74,8	-	-
	<i>Середнє</i>						37,9	38,9	19,2

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра мета досягнута та виконані усі завдання, а саме проаналізовані умови формування та величини мінімального стоку в період відкритого русла на малих річках гірської частини Дністра. У роботі досліджено водозбори малих річок гірського Дністра з площами водозборів від 76,3 км<sup>2</sup> (р. Славська – смт Славське) до 1020 км<sup>2</sup> (р. Стрий -с. Ясиниця) з період спостереження по 2015 р., включно. Основні висновки кваліфікаційної роботи бакалавра наступні:

- 1) для гірської частини Дністра найнижча межень характерна для зимового періоду, коли річка переходить виключно на підземне живлення. Літня межень тут значно вище, так як на межові витрати, великий вплив мають часто випадаючі дощі, а також за рахунок живлення підземних вод талими водами в період відлиг, обумовлюючи пилкоподібний характер гідрографа стоку.
- 2) за хронологічними графіками встановлено, що по 14 водозборах тренди у рядах мінімального стоку не значимі. Для водозборів р. Дністер – м.Самбір, р. Вершиця – м. Комарно, р. Славська – смт Славське, р. Головчанка – с. Тухля, р. Сукіль – с. Тисів, р. Чечва – с. Спас, р. Бистриця-Надвірнянська – с. Черніїв відмічається тенденція до збільшення мінімального стоку в період відкритого русла, а для р. Опір – м. Сколе навпаки, відмічається тенденція до зменшення мінімального стоку у період відкритого русла.
- 3) за різницево-інтегральними кривими встановлено, що усі ряди містять повні цикли водності, тобто угруповання як маловодних років, так і багатоводних років. Проте слід відмітити, що стік на досліджуваних водозборах не є синхронним, а інколи навіть синфазні, що можна пояснити особливістю географічного положення водозборів та особливістю розподілу метеорологічних елементів по території. Слід

також відмітити, що майже по всіх водозборах в останні роки відмічається маловодна фаза, яка розпочалася у різні роки 1989-2012 рр., проте по 4 водозборах (р. Стрий – с.Матків, р. Рибник – с. Майдан, р. Головчанка – с. Тухля, р. Сукіль – с. Тисів) в останні роки відмічається, навпаки, багатоводна фаза, що розпочалась у 1973-1995 рр.

- 4) На розглянутій території середнє багаторічне значення середнього 30-ти добового мінімально стоку періоду відкритого русла на гірських річках Дністра  $\bar{q}_{\min}$  змінюється від 2,40 л/(с·км<sup>2</sup>) в басейні р. Луква - с. Бондарів до 15,7 л/(с·км<sup>2</sup>) р. Лімниця – с. Осмолода. Величина коефіцієнта варіації за методом моментів змінюється від 0,33 до 0,79, а коефіцієнтів асиметрії - від 0,58 до 2,25. Середнє співвідношення  $C_s/C_v = 2,3$ . Величина коефіцієнта варіації за методом найбільшої правдоподібності змінюється від 0,32 до 0,81, а коефіцієнтів асиметрії - від 0,60 до 2,84. Середнє співвідношення  $C_s/C_v = 2,6$ . Для гірської частини Дністра були визначені модулі мінімального 30-ти добового середньомісячного стоку 80 %-ої забезпеченості, які змінюється по території від 1,06 л/(с·км<sup>2</sup>) до 10,4 л/(с·км<sup>2</sup>). Похибка вихідної інформації складає ±6,9 %, що відповідає точності вихідної інформації по мінімальному стоку.
- 5) визначені розрахункові модулі мінімального стоку за методикою СНіП 2.01.14-83 мають досить високу похибку, тому було запропоновано регіональне рівняння залежності модулів мінімального стоку 80 % забезпеченості періоду відкритого русла від висотного положення водозборів. Похибка розрахунків за рівнянням (3.8) складає ±19,2 %, що задовольняє вимоги нормативного документу (± 20 %), проте для більш надійного визначення величини мінімального стоку необхідно розробити методику, яка буде узагальнювати сучасні вихідні дані та урахувувати місцеві особливості стокоформування. Це завдання буде виконано у рамках досліджень кваліфікаційної роботи магістра.



## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Коротун І.М. Природні ресурси України: навчальний посібник. / І.М. Коротун, Л.К. Коротун, С.І. Коротун. Київ : видавництво Київського університету, 1968. 684с.
2. Украинские Карпаты. Природа [под ред. М.А. Голубец, М.Т. Гончар, В.И. Коендар, В.А. Кучерявый, Я.П. Одинак]. Київ : Наукова думка, 1988. 207с.
3. Паламарчук М.М. Водний фонд України: Довідниковий посібник / М.М. Паламарчук, Н.Б. Закорчевна. Київ : Ніка-Центр, 2001. 392с.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия [под ред. М.С. Каганера]. Ленинград: Гидрометеиздат, 1969. Т. 6., Вып. 1.: Западная Украина и Молдавия. 884 с.
5. Електроний портал «Карти України» <http://geomap.land.kiev.ua/>
6. Климат Украины [под. ред. Г.Ф. Прихотько, А.В. Ткаченко, В.Н. Бабиченко]. Ленинград : Гидрометеиздат, 1967. 413с.
7. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ : Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
8. Клімат України: у минулому...і майбутньому? : монографія / М.І Кульбіда, М.Б. Барабаш, Л.О. Єлістратова та ін. ; за ред. М.І. Кульбіди, М.Б. Барабаш. Київ : Сталь, 2009. 234 с.
9. Вишневецький В.І., Косоєць О.О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ : Ніка-Центр, 2003. 324 с.
10. Соколовский Д.Л. Речнойсток. Ленинград : Гидрометеиздат, 1968. 538 с.
11. Гопченко Є.Д., Гушля А.В. Гідрологія с основами мелиорации - Л.: Гидрометиздат, 1989г. 303с.
12. Шакірзанова Ж.Р., Бурлуцька М.Е. Гідрологічні розрахунки і прогнози: Конспект лекцій. – Одеса: Видавництво ОДЕКУ. 2016 158 с.
13. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки. Одеса : ТЕС, 2014. 255 с.

14. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Гидрометиздат, 1984. 447 с.
15. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. - Л.: Гидрометиздат, 1974. 424 с.
16. Нізіцький М.А. Мінливість характеристик мінімального стоку у період відкритого русла у гірській частині Дністра // Матеріали студентської наукової конференції ОДЕКУ, 2021 – до друку

## Додаток А

Хронологічні графіки середніх мінімальних 30-ти добових витрат води за період відкритого руслана малих річках гірської частини Дністра





