

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА
ШЕВЧЕНКА ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ГІДРОЛОГІЇ ТА ГІДРОЕКОЛОГІЇ

На правах рукопису

УДК 556.06

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Спеціальність 103 – Науки про Землю

Освітня програма «Гідрологія та інтегроване управління водними
ресурсами»

Тема: «**ВОДНИЙ БАЛАНС ГІРСЬКОГО ВОДОЗБОРУ
Р. РІКА -С МІЖГІР'Я ЗА МІСЯЧНІ, СЕЗОННІ ТА
РІЧНІ ПРОМІЖКИ ЧАСУ**»

Виконала студентка
2-го курсу магістратури
кафедри гідрології та гідроекології
Богата Зоя Вікторівна

Науковий керівник
доцент кафедри гідрології та гідроекології
к. геогр. н. Лук'янець Ольга Іванівна

Робота рекомендується до захисту

(протокол № засідання кафедри гідрології та гідро екології

від)

Завідувач кафедри

зав. кафедри гідрології та гідроекології

проф., д. геогр. н. Гребінь В.В.

Київ - 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ГІДРОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЗБОРУ Р.РІКА-МІЖГІР'Я.....	6
1.1 Геолого – геоморфологічна будова та рельєф.....	6
1.2 Кліматична характеристика.....	8
1.3 Ґрунтовий покрив.....	10
1.4 Рослинний покрив.....	13
1.5 Гідрографічна мережа.....	14
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ, СКЛАД ТА ОБ'ЄМ РОБІТ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ВОДНОБАЛАНСОВОЇ СТАНЦІЇ.....	17
3 ОСОБЛИВОСТІ ВОДНОБАЛАНСОВИХ РОЗРАХУНКІВ ДЛЯ ГІРСЬКИХ ВОДОЗБОРІВ.....	24
3.1 Рівняння водного балансу.....	24
3.2 Вплив висотної поясності, широтної зональності та експозиції схилів на розподіл елементів водного балансу	29
4 РОЗРАХУНКИ СКЛАДОВИХ ВОДНОГО БАЛАНСУ БАСЕЙНУ Р.РІКА-МІЖГІР'Я.....	33
4.1 Вихідні дані.....	33
4.2 Розподіл площ висотних зон.....	35
4.3 Обчислення середніх по басейну кількостей опадів.....	36
4.4 Розрахунок сумарного випаровування.....	29
4.5 Визначення шару стоку води через замикальний створ водозбору.....	48

5 ВОДНИЙ БАЛАНС ГІРСЬКОГО ВОДОЗБОРУ Р.РІКА-МІЖГІР'Я ТА НЕВ'ЯЗКА ЙОГО ВИЗНАЧЕННЯ.....	51
ВИСНОВКИ.....	56
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	59
ДОДАТКИ.....	61
ДОДАТОК А Зміна середньої багаторічної кількості опадів з висотою в басейні Р. Ріки – Міжгір'я за місяцями	62
ДОДАТОК Б Зміна величин сумарного випаровування з висотою в басейні р. Ріки – Міжгір'я за місяцями	66

ВСТУП

Дослідження водного балансу є важливим завданням у гідрології, оскільки надає інформацію про гідрометеорологічні процеси та явища на певній території. Це дозволяє досліджувати умови формування поверхневих та підземних вод, встановлювати їх внутрішньорічну структуру та надавати їй кількісну оцінку, а також розробляти заходи з управління водними ресурсами певної території. Подібні дослідження дають можливість оцінювати вплив антропогенних факторів на водний режим та прогнозувати наслідки водогосподарських заходів. Саме ці питання наразі є **актуальними** і складають зміст проведених досліджень та розрахунків.

Для гірських річкових систем гідрометеорологічний режим значно відрізняється від рівнинних територій, тому при розрахунку водного балансу враховуються різноманітні потрібні чинники та фактори, а це вимагає великої кількості гідрографічних, гідроморфометричних, гідрологічних, метеорологічних даних. Це пояснює малу кількість подібних досліджень в гірських регіонах та неповноту їх результатів.

У даній роботі **об'єктом дослідження** є басейн річки Ріка.

Предметом – водний баланс цього басейну за багаторічний період.

Метою дослідження є розрахунок складових водного балансу за місяцями, сезонами, холодними і теплими періодами та за гідрологічний рік, а також оцінка точності його визначення.

Для досягнення цієї мети було поставлено ряд **завдань**:

- проаналізувати та описати фізико-географічні особливості та гідрографічна характеристика водозбору р. Ріка - с. Міжгір'я;

- представити загальні відомості про місцезнаходження, склад та об'єм робіт Закарпатської водно-балансової станції оскільки вона знаходиться в межах водозбору р. Ріка - с. Міжгір'я;
- ознайомитися з методичними основами розрахунку водного балансу річкового водозбору та його складових;
- проаналізувати особливості водно-балансових розрахунків для гірських водозборів;
- провести розрахунок складових водного балансу водозбору р. Ріка - с. Міжгір'я за місяцями, сезонами, за холодними і теплими періодами та гідрологічний рік, а також оцінку точності його визначення.

При виконанні кваліфікаційної роботи використано методи гідролого-географічного узагальнення, методи аналізу, систематизації та узагальнення вихідних даних та отриманих результатів, методи математичної статистики, кореляційних зв'язків між змінними.

Всі розрахунки зроблені за допомогою ПК.

Отже, дана робота є важливим доповненням до досліджень з водного балансу гірських водозборів і може стати основою для розробки ефективних стратегій збереження та використання водних ресурсів.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота магістра сформована з 5 розділів, 2 додатків, 16 таблиць, 6 рисунків, список використаної літератури складає 16 джерел, загальний обсяг роботи 69 сторінок.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ГІДРОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЗБОРУ Р.РІКА-МІЖГІР'Я

1.1 Геолого - геоморфологічна будова та рельєф

Територія, яку займає басейн річки Ріка, належить до складу гірської країни Українські Карпати. Ця територія має висотну поясність та поперечну розчленованість, які є характерними ознаками Українських Карпат. Ріка своє джерело бере на південних схилах Головного Вододільного хребта в Горганах. У верхній частині басейн річки перетинається гірською спорудою Карпат. (рис 1.1).

Для басейну річки виділяють три фізико-географічні області, які, в свою чергу, поділяються на фізико-географічні райони та підобласті: Полонинсько-Чорногорська (що включає підобласть Полонинських Карпат), Вододільно-Верховинська область та область Вулканічних Карпат і міжгірних котловин. Кожна область відповідає основній морфоструктурній зоні і має своєрідність ландшафтів. [13].

Для території Вододільно-Верховинської області, що відповідає центральній синклінальній зоні, характерні м'які породи олігоценного флішу. Загалом, область має низькогірну рельєфну форму.

На північ від Полонинського хребта розташований Верховинський хребет, який розділяє басейн річки на масиви Бескидів і Горган. Хребти Горган тягнуться на південний схід від верхів'я Ріки. Вони мають гострі вузькі гребені та круті схили з кам'янистими осипами. Горгани глибоко розчленовані річковими долинами. Висоти збільшуються з заходу на схід від 1400 до 1700 м і більше.

Фізико-географічна область Вулканічних Карпат включає в себе чітко

виражені орографічні елементи, що пов'язані з молодими неогеновими структурами. В основі цієї області лежать такі фізико-географічні об'єкти, як Вулканічний (Ужгород-Хустський) хребет, Іршавську котловину, Березне-Липшанське міжгір'я та Солотвинську котловину (рис 1.1).

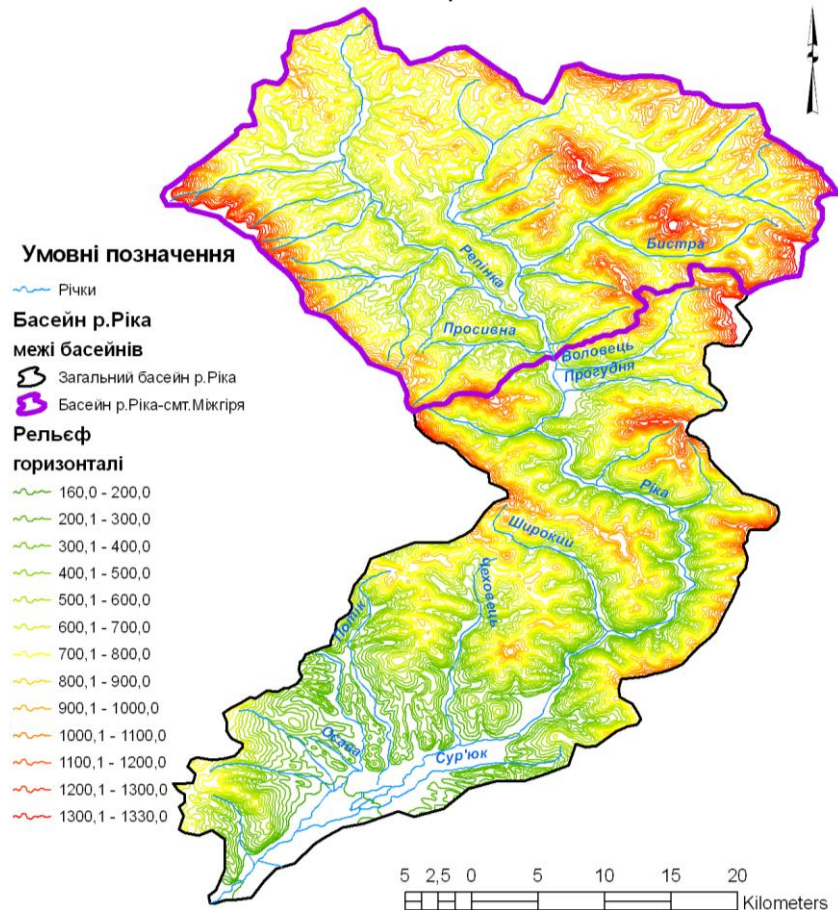


Рисунок 1.1 – Рельєф басейну р. Ріка

Річка Ріка є великою правою притокою Тиси і перетинає територію Солотвинської котлини (Солотвинської западини) в поперечному напрямку. Над долинами річок Тиси, Тересви, Терєблі і Ріки низькогірна частина котловини підіймається на 100 – 200 м.

Крім флішевих відкладів, на території басейну річки Ріки можна знайти і інші гірські породи, такі як вапняки, глинисті сланці, пісковики тощо.

Наприклад, на заході Солотвинської котловини та на заході від хребта Свидовець розташовані гірські породи карпатського вапняку, що використовуються в будівництві. Також на північному заході від Полонинського хребта можна знайти глинисті сланці, які утворилися у крейдяному періоді. [5,7].

Правда, що рельєфна нестійкість території може привести до таких явищ, як зсуви, осипи, обвали, лінійні ерозії та інші геологічні процеси, вони спостерігаються у річковому басейні і можуть завдати шкоди жителям та вплинути на умови їхнього життя.

На всій території досліджуваного водозбору, вздовж берегів самої річки, знаходяться антропогенні (четвертинні) відклади. Серед них найпоширенішими є елювіальні відклади, що складаються з продуктів вивітрювання корінних порід та залишаються на місці їх утворення. Делювіальні відклади, які складаються з дрібних продуктів вивітрювання гірських порід, винесених дощовими та талими водами, а також уламкового матеріалу від зсувів, осипів та обвалів, також є значними. Алювіальні відклади утворюються в постійних та тимчасових водотоках та є найпоширенішими в рівнинній частині області. Льодовикові відклади представлені моренами гірських льодовиків, які покривали найвищі вершини Карпат у період четвертинного зледеніння. Четвертинні відклади також включають галечники, глини, туфіти, брило-пісковиковий матеріал, супіски, гравій, пісок, лесовидні суглинки тощо. [4].

1.2 Кліматична характеристика

Територія басейну р. Ріка має м'який помірно-континентальний клімат, що формується під впливом трьох основних факторів: радіаційних умов, характеру атмосферної циркуляції та типу підстильної поверхні [13].

Незважаючи на значну віддаленість від Атлантичного океану, характеристики континентального клімату Українських Карпат пом'якшуються під впливом океанічного клімату, особливо це помітно в Закарпатті. У межах верхньої течії річки відзначаються певні кліматичні особливості, зокрема, більш вологий клімат у деяких низько розташованих котловинах, які відрізняються не лише більшою вологістю, але й більш низькими температурами. Середні температури січня становлять $-8,5...-5^{\circ}\text{C}$, а липня $+13...+17^{\circ}\text{C}$. Річні суми атмосферних опадів у низькогір'ях складають 750 мм, а у середньогір'ях до 1000 мм. [10].

Регіон, що охоплює середній біг річки, має найвищу вологість повітря серед усіх регіонів. Річна кількість опадів у долині річки може досягати 900-1300 мм. Температури повітря в січні зазвичай коливаються від -5°C до -7°C , а в липні - від 17°C до 18°C вище нуля.

Клімат нижньої течії річки помірно теплий, вологий. Річні суми опадів становлять 800 – 1000 мм.

Випадання опадів на території басейну річки характеризується високою сезонністю. Більшість опадів випадає влітку, зокрема в червні, тоді як в засніжених гірських районах опади випадають у липні. Літні опади можуть бути супроводжені зливами та грозами. Рясні опади можуть призводити до формування високих паводків, які можуть завдати значних збитків.

Тривалість снігового покриву в межах басейну коливається від 51 до 110 днів. На рівнинній частині нерідко бувають зими без стійкого снігового покриву [13].

Басейн р. Ріка розташований в межах трьох агрокліматичних районів, які відрізняються кліматичними показниками - низинний, передгірний та гірський.

Низовинний район має сприятливий клімат для різних видів сільськогосподарських культур. Так, у Закарпатській низовині вирощуються виноград, гарбузи, кавун, печериці, картопля, цибуля, морква, капуста, кукурудза, соя та інші. Крім того, тут розвинене лісове господарство,

виросшують багато овочевих культур та плодів, таких як яблука, груші, сливи та інші. Сума температур вище 10° становить 3000°C-3600°C. Безморозний період – 170-190 днів.

Передгірний район займає передгір'я, південну частину Вулканічного хребта, Іршавську та Солотвинську улоговини. Відзначається м'яким теплим кліматом з великою сумою активних температур (2700°C-3000°C), тривалим безморозним періодом (170-175 днів), значним зволоженням.

У теплий період гірський район характеризується зниженням температури на 0,6°C із збільшенням висоти на кожні 100 м, а в холодний – на 0,4°C. З висотою скорочується тривалість безморозного періоду (до 100-60 днів), зменшується сума активних температур (1000°C - 600°C). Випадіння опадів у цьому районі є надмірним, більшість їх – у вигляді снігу. Завдяки своїм кліматичним умовам, має обмежені можливості для вирощування сільськогосподарських культур. [10].

1.3 Ґрунтовий покрив

Природні умови призводять до значної різноманітності у формуванні ґрунтового покриву на території річкового басейну. У гірській, передгірській та рівнинній зоні ґрунти є відносно молодими та мають невелику потужність. На жаль, людська діяльність є фактором, який прискорює ерозію ґрунтів у річковому басейні, зокрема, площинну та лінійну ерозію.

Основні типи ґрунтів в межах басейну річки Ріка залежать від типу ландшафту і кліматичних умов. Так, на гірських територіях переважають карбонатні гірські ґрунти та кам'янисті відслонення, а на передгірських і рівнинних територіях більш поширені дерново-підзолисті ґрунти та бурі лісові ґрунти.

Судячи з аналізу карти ґрунтів, у верхів'ях басейнової системи Ріки сформувалися світлобурі лісові ґрунти. Вони мають лісову підстилку товщиною від 2 до 8 см і неглибокий гумусовий горизонт (12-25 см), який має сіро-буре забарвлення через нагромадження гідроксидів алюмінію і заліза. Всі шари ґрунту гумусовані, а вміст гумусу знижується вглиб від 10-15% до 3-5%. Ці ґрунти формувалися в умовах помірного клімату з достатнім зволоженням, що може пояснювати їхню високу родючість.

На даній території фоновий тип ґрунтів є найпоширенішим. Цей тип ґрунтів, про який йдеться, є дерново-підзолистим ґрунтом, що характеризується високим вмістом гумусу, кислотним середовищем та підзолистим горизонтом. Ці ґрунти формуються в умовах помірного вологого клімату під лісовою рослинністю на щебенюватих, карпатських флішевих, метаморфічних та магматичних породах.

У середній течії річка дринує бурі ґрунти дубово – букових і букових лісів, які утворились на вулканічних породах Вигорлат – Гутинського хребта, висотою 400 – 500м.

Материнськими породами тут є елювіальні та елювіально – делювіальні відклади, які утворилися внаслідок вивітрювання карпатського флішу, сланців та пісковиків. [3].

Елювіальні відклади - це відклади, які утворилися в процесі видалення тонких часток породи від місця її походження за допомогою води або вітру. Елювіально-делювіальні відклади - це відклади, утворені як в результаті елювіації, так і делювіації. Делювіація - це перенесення твердих частинок породи з верхніх шарів ґрунту в нижні за допомогою гравітації.

Карпатський фліш - це відклади м'яких вапняків, мергелю, пісковиків, сланців та інших відкладів, які утворюють верхній еоцен, олігоцен та нижній міоцен Карпатського регіону. Утворення карпатського флішу пов'язане зі змінами у складі моря, яке охоплювало територію Карпатського регіону близько 50 млн років тому.

Різновиди бурих гірсько-лісових ґрунтів можуть бути ненасичені, насичені та слабонасичені. Хоча ці ґрунти не є надзвичайно продуктивними, вони мають важливу роль у підтримці екосистем гірських лісів та забезпеченні збереження ґрунтів та водоресурсів в гірських районах.

Дерново–підзолисті ґрунти займають підвищені ділянки – горби, гряди під лісовою рослинністю. Вони малогумусні (вміст перегною 1,8 – 2,8%), безструктурні, кислі, в нижній частині оглеєні. Погано забезпечені доступними для рослин поживними речовинами.

Дернові ґрунти сформувалися на надзаплавній терасі р. Ріка вони є досить родючими. Однак, враховуючи вміст гумусу в 1,4-2,6%, можна сказати, що вони є менш родючими, ніж, наприклад, чорноземи. Для збільшення врожайності культур на дернових ґрунтах необхідно вживати заходів з підвищення родючості, зокрема, внести більше органічних добрив (наприклад, компосту, перегною, зеленої маси), а також азотних та фосфорних мінеральних добрив. При цьому слід забезпечити правильне їх внесення, враховуючи потреби конкретної культури та властивості ґрунту.

Одним із ґрунтів, котрі представлені в межах даного річкового басейну також є буроземно – підзолисті ґрунти, які об'єднують в собі властивості підзолистих та бурих лісових ґрунтів. Ці ґрунти мають слабо кислу або нейтральну реакцію, вміст гумусу в них може коливатися від 2 до 4%. Материнська порода цих ґрунтів – щебенюватий делювій магматичних порід. Однак, незадовільний водно-повітряний режим цих ґрунтів може приводити до затоплення рослин кореневими водами і розвитку поверхневого стоку. Також, внаслідок ерозійних процесів може виникати вивітрювання та змивання поживних речовин, що негативно впливає на якість ґрунту та врожайність культур. Тому, для збереження та підвищення родючості буроземно-підзолистих ґрунтів необхідно застосовувати комплекс заходів, таких як внесення органічних добрив, збереження рослинного покриву, захист від ерозії та інших антропогенних впливів. [13].

На території Солотвинської западини мають перевагу болотно-глейові і лучно-глейові ґрунти, які багаті на гумус. Внаслідок надмірного землекористування багато схилів є еродованими, підданими водній ерозії і як наслідок – площа сильно змитих скельних ґрунтів збільшилась [3].

Ґрунти мають значний вплив на формування земної кори в результаті процесу вивітрювання, а також на формування і переміщення наносів, що стікаються з поверхні ґрунту. Також вони визначають спектр екзогенних процесів, що відбуваються в басейнових системах, так як взаємодіють з водою, повітрям, температурним режимом і іншими факторами.

1.4 Рослинний покрив

Рослинність долини річки Ріки складається з лісових, чагарникових, лучних, болотних та водних видів. Проте через значну антропогенну трансформацію цієї території, залишилися лише окремі ділянки, де збереглася природна рослинність. [11].

Верхня частина басейну характеризується поширенням смерекових, ялице-смерекових та дубових лісів, при цьому букові ліси займають меншу площу. Загалом лісові масиви та чагарники покривають 51,1% площі верхньої течії річки. Залишки природних лісів збереглися лише на обмежених територіях. Поширення опідзолених буроземів свідчить про те, що в минулому практично всі території басейну були покриті лісами. Другорядні території займають луки.

Руйнування лісових масивів призводить до збільшення площинного змиву ґрунту та розвитку яружної ерозії. [3].

У районі середньої течії річки переважають такі породи дерев, як дуб, граб, клен, липа та явір. Основна частина лісів є дубовими, але їх площі

постійно зменшуються. На висотах від 400 до 1100 метрів переважають букові ліси, але місцями у складі таких лісів можуть зустрічатися явір, береза та ясен.

На території басейну річки Ріка в межах Полонинського хребта переважають букові ліси, які доповнюються іншими породами листяних дерев. Місцями в затінених районах можна зустріти ділянки хвойного лісу з ялиною.

Болотна рослинність дуже рідко зустрічається у заплаві річки Ріка. Вона є характерною для старих, торфованих русел, колишніх водотоків, які вже не діють, а також для ділянок, що затоплюються повеневими водами та мають ґрунтове живлення.

Вища водна рослинність, до якої належать справжня водна і повітряна – водна, найчастіше поширена на заплаві річки та в затоках. Значні площі такої рослинності можна спостерігати в штучно створених водоймах, таких як ставки, водосховища та інші.

На Лучні угруповання рослин можемо натрапити на заплаві, на другій і вищих терасах долини Ріки. Засіб господарського використання складає 23% із них є сіножатями, а 77% - пасовищами. Природні мало порушені ділянки збереглися переважно на невеликих площах у долинах притоків річок. Вони знаходяться у важкодоступних місцях, недоступних для худоби, або на території природно-заповідного фонду і частіше використовуються як сіножаті. [13].

1.5 Гідрографічна мережа

Ріка - це річка, яка знаходиться в Українських Карпатах, в Міжгірському та Хустському районах Закарпатської області. Вона є правою притокою Тиси, яка в свою чергу впадає в басейн Дунаю. Ріка має свій витік зі схилів гори Чорна Ріка на висоті близько 1200 метрів і впадає в Тису неподалік від міста Хуст. Витоками Ріки є Присліп і Торунька (Торуньчик).

Весь басейн річки знаходиться в межах України. Довжина Ріки становить 92 км, площа басейну річки – 1240 км² [1] (рис 1.2).

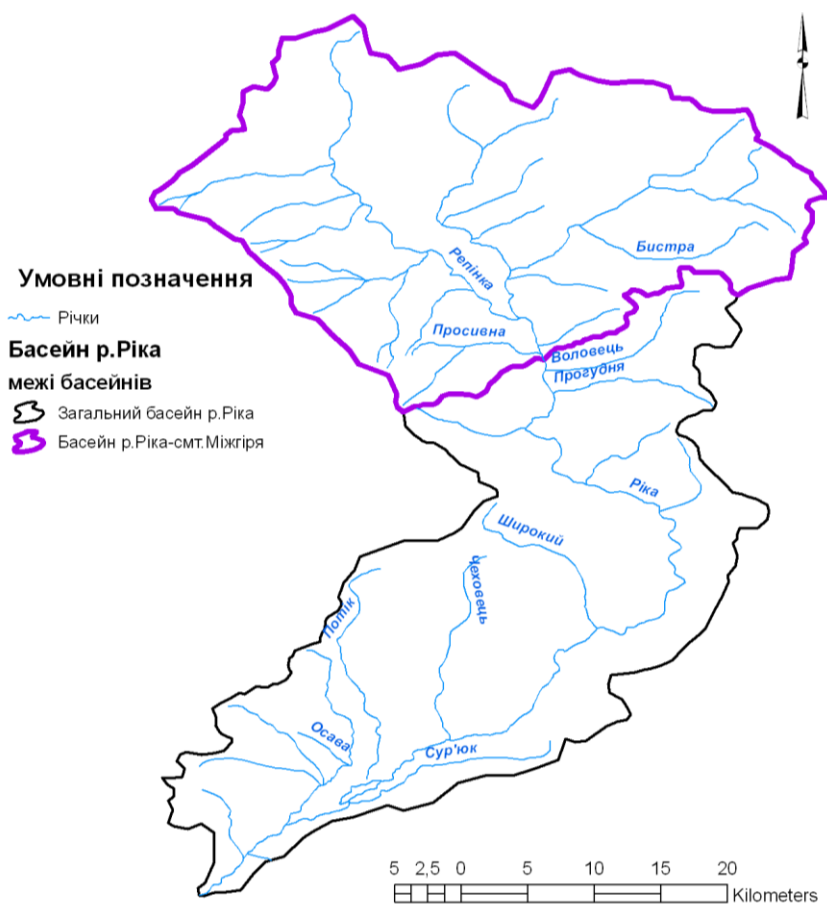


Рисунок 1.2 Річкова мережа басейну р. Ріка

Долина річки має форму букви "V", з шириною по дну від 40 до 500 метрів. У передгірних районах долина має трапецієвидну форму і завширшки до 4-5 кілометрів. Заплава у верхній і середній течії завширшки від 40 до 100 метрів, але біля села Липча розширюється до 500 метрів і більше. У пониззі долина річки розчленована старицями і протоками. Річище річки має багато поворотів і гілок, а нижче села Торунь є пороги та багато островів. Ширина річки зазвичай становить 20-50 метрів, але найбільша ширина перевищує 100 метрів. Похил річки становить 10 м/км [8].

За характером долини та русла річки можна виділити дві ділянки. Перша ділянка починається від витоків річки і закінчується на кінці села Березове. На цій ділянці річка тече у вузькій долині, русло звивисте та повторює великі повороти долини. Схили гір на цій ділянці стрімко спускаються до річки. (рис 1.2).

Друга ділянка річки починається на кінці села Березове та закінчується у місці її впадіння. На цій ділянці річка виходить на передгірну рівнину, долина стає широкою. Русло річки на цій ділянці ділиться на протоки, багато островів, мілин та гравійних і піщаних перекатів.

Біля селища Міжгір'я Ріка протікає у вузькій долині, з правого берега якої видно стрімкі схили відрогів Полонинського хребта. На лівому березі розташоване Міжгір'я, а на кінці його русло річки розширюється. Далі по ходу течії лівий берег стрімко піднімається вгору, і Ріка, стиснута високими берегами, на лівому повороті натикається на поріг [14].

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ, СКЛАД ТА ОБ'ЄМ РОБІТ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ВОДНО-БАЛАНСОВОЇ СТАНЦІЇ

Закарпатська водно-балансова станція є важливим об'єктом гідрологічного моніторингу на території Закарпатської області. вона розміщена у верхній частині р. Ріка - правої притоки р. Тиса - замикальним створом в смт. Міжгір'я. Отже, площа водно-балансової станції та досліджуваного водозбору р. Ріка - смт. Міжгір'я складає $F=550 \text{ км}^2$).

В адміністративному відношенні вона охоплює велику частину Міжгірського району Закарпатської області.

Демо фізико-географічну і гідрографічну характеристика району Закарпатської водно-балансової станції.

На території Закарпатської водно-балансової станції розташований гірський хребет, що знаходиться на південно-західних схилах Східних Карпат у межах висот 434-1589 метрів над рівнем моря. Ця територія має круті схили та розчленована руслами річок та струмків. Гідрографічно, район характеризується наявністю різноманітних водойм: річок, струмків, озер та заплачних луках. Район є джерелом питної води для місцевого населення та важливим регіоном для збереження та збалансованого використання водних ресурсів.

Верхня частина схилів покрита хвойними лісами, нижче пояс широколистяних лісів (бук, дуб, граб, береза) з лісами зрілого віку, висотою 20-30 метрів. Залісненість окремих річкових басейнів, на яких розміщена водно-балансова станція, змінюється великими межами від 17% (у річці Студений) до 95% (у річці Бистра), а в більшості випадків складає 40-50%. Гірські схили частково використовуються для сіножаті, а русла річок та струмків

використовуються для сільськогосподарських угідь.

На території Закарпатської водно-балансової станції розташована досить розвинена річкова система. Вона складається з 10 річок, серед яких є річка Ріка, та більше 500 струмків. Довжина річок варіюється від 7,1 до 31,3 км, а протяжність струмків становить 2-3 км. Загальна довжина річкової сітки на території станції перевищує 300 км. Густина річкової сітки для окремих басейнів з урахуванням річок коротших за 10 км становить від 0,8 до 1,6 км/км², а без врахування останніх - від 0,2 до 0,3 км/км². Загальна густина річкової сітки для всього басейну річки Ріки до замикального створу у Міжгір'ї розраховується за великомасштабними картами та становить 2,5-2,7 км/км².

Загальна площа басейнів в районі станції змінюється від 10-15 до 550 км², проте найчастіше вона становить 30-50 км². В окремих випадках площа басейнів може перевищувати 200 км².

Більшість річок в басейні станції беруть свій початок на висоті близько 1000 метрів над рівнем моря, тоді як лише окремі річки стікають з більш високих або нижчих точок. Гирла річок зазвичай знаходяться на висоті 400-500 метрів над рівнем моря.

Середня абсолютна висота вододілів р. Ріка та її приток складає 853 (р. Студений) – 1140 м (р. Бистра), відносна – 273 (р. Студений) – 670 м (р. Ріка).

Існує різниця в абсолютній висоті між двома крайніми вододілами - Студений струмок та річка Бистра. Це свідчить про те, що ці вододіли перешкоджають руху повітряних потоків. Незважаючи на різноманітність терену, більшість басейнів на досліджуваній території мають овальну форму і ширину від 2,2 до 11,6 км. Ріка Ріка - виняток, оскільки її басейн має незвичайно велику ширину - 20,7 км. Чим більша ширина басейнів, тим більш близька їх форма до кола, а паводки та водопілля можуть бути більшими.

Басейн річки Ріка знаходиться на різних висотах: нижня частина басейну розташована на висоті від 600 до 800 м і займає 49% площі басейну, середня

частина розташована на висоті від 800 до 1200 м і займає 29%, а верхня частина розташована на висоті від 1400 до 1600 м і є найменш розвиненою.

Русло річки Ріка та її приток V-подібні. Більшість річок має терасовані схили. Заплави річок є двосторонні та чергуються по берегах, або є переривчастими. Зазвичай, вони низькі, з висотою від 20 до 50 м, хоча на окремих річках можуть досягати 120-150 м. Частіше за все заплави є сухими, іноді залісеними або заболоченими, з нерівною або хвилястою поверхнею. Під час весняних таненнь снігу або дощових паводків заплави можуть бути затоплені на короткий час (1-3 дні) від рівня води від 0,2-0,6 м до 1-2 м.

Річки мають малу кількість поворотів та переважно прямолінійні. Більшість річок мають ширину від 2 до 6 м, за винятком річки Репінки, де вона досягає 48 м. Глибина річок зазвичай в діапазоні від 0,3 до 0,7 м, з максимальним значенням 2,1 м на річці Репінці. Середня швидкість течії річок становить 1-2 м/с.

Русла річок часто забруднені відходами. Дно нерівне, вкрите камінням, місцями скелясте. Береги мають висоту від 0,5 до 1,5 м і часто зарослі рослинністю.

Фізико-географічна неоднорідність території в горах призводить до значної різноманітності термічного режиму повітря. Це пов'язано не тільки зі змінами висоти місцевості, а й формами рельєфу, направленістю гірських хребтів по відношенню переміщення повітряних мас та іншими факторами. Це проявляється в тому, що між прилеглими районами та окремими ділянками можуть бути помітні відмінності в температурних умовах. Наприклад, метеорологічна станція Нижній Студений, розташована на висоті 700 метрів над рівнем моря, зафіксувала найнижчі температури повітря в січні, з середньою багаторічною температурою $-5,6^{\circ}\text{C}$. Однак, інколи температура може впасти до -31°C морозу, як це було в 1950 та 1954 роках. Найвищі температури повітря в межах Закарпатської водно балансової станції спостерігаються в липні місяці з середньою багаторічною температурою

повітря $+16^{\circ}\text{C}$, хоча іноді температура може сягати понад $+30^{\circ}\text{C}$.

Зі збільшенням висоти місцевості над рівнем моря тиск атмосферного повітря зменшується, що призводить до зменшення температури. Зазвичай середній температурний градієнт складається з пониження температури на $0,6^{\circ}\text{C}$ на кожні 100 метрів висоти, за сезонами він має різні значення – взимку температурний градієнт становить зниження на $0,3-0,5^{\circ}\text{C}$ на кожні 100 м висоти, а навесні і влітку $0,6-0,8^{\circ}\text{C}$. Таким чином, висота має значний вплив на температурний режим повітря в горах.

Динаміка повітряних мас або вітри у гірських районах, зазвичай, менші за своєю швидкістю та менш часті за повторюваністю, ніж на рівнинах або в міських районах. Це пов'язано з різноманітністю рельєфу та взаємодією вітру з гірськими масивами, що може викликати зниження його швидкості. Середня швидкість вітру складає приблизно 2-3 м/с, зменшується влітку до 1-2 м/с.

На території Закарпатської водно-балансової станції атмосферні опади випадають доволі часто. За багато років середня кількість опадів складає 1000-1700 мм на правому березі та 1300 мм на лівому березі, а в замикальному створі досліджуваного водозбору за даними метеорологічної станції – смт Міжгір'я - 1180 мм. Найбільша кількість опадів випадає в червні, липні та серпні, а найменше - у березні.

Лише п'ята частина від загальної суми атмосферних опадів складається зі снігу, який в переважній більшості тут утворюється в другій половині грудня і зберігається до другої половини березня, іноді зими можуть бути з нестійким сніговим покривом (наприклад, зимові періоди в 1950-1951 та 1961-1962 роках). Середня максимальна висота снігового покриву за даними багаторічного періоду становить 30-40 см, а середній запас вологи в снігу складає 80-90 мм. [10].

Досліджуваний басейн річки Ріка має складний водний режим завдяки орографічним та кліматичним особливостям. Територія водно-балансової станції отримує значні опади протягом всього року, а завдяки гірській поверхні

з великими похилами вода швидко стікає. Річки в межах басейну часто підтримують часткові паводки, які мають високу інтенсивність. У літній період паводки зазвичай викликаються дощами, а в зимово-весняний період вони частіше мішаного живлення, тоді як паводки зі снігового живлення не є частим явищем на цих річках.

Таблиця 2.1 містить дані щодо гідрологічних та метеорологічних спостережень, проведених на Закарпатській водно балансовій станції у смт. Міжгір'я.

Таблиця 2.1

Види спостережень на Закарпатській водно-балансовій станції

№п/п	Види спостережень	Кількість постів
1	Рівні води	18
2	Стік річок і струмків	18
3	Мутність води	7
4	Крупність зважених наносів і донних відкладів	3
5	Хімічний склад води	7
6	Метеорологічні спостереження	2
7	Температура повітря	16
8	Опади:	
	опадоміри	35
	самописці дощу	27
	сумарні опадоміри	12
9	Атмосферні явища	35
10	Снігомірні спостереження	
	декадні маршрути	22
	маршрутні снігозйомки	9
11	Випаровування з поверхні ґрунту	2
12	Випаровування з водної поверхні	2
13	Вологість ґрунту	20
14	Промерзання і відтанення ґрунту	17
15	Рівні підземних вод	43
16	Актинометричні	1

Дані складаються з різних вимірних параметрів, таких як температура повітря, відносна вологість, атмосферний тиск, характеристики снігового покриву, атмосферні опади, випаровування з поверхні ґрунту та водної поверхні, рівень води в річках, стік річок і струмків тощо.

Спостереження над рівнями та стоком води річок проводились на 18 малих водозборах, які є гірськими водотоками з постійним водним током, розташованими у верхній частині р. Ріка з замикальним створом у смт. Міжгір'я.

Усі пункти спостережень обладнані гідрометричним містком та установками самописців рівнів води. Розмір будок складав 1,6 м * 1,6 м * 2,4 м, стіни були цегляні товщиною 25 см, а підлога - бетонна. Колодязі самописців складались з залізобетонних кілець діаметром 1 м та з'єднувались з річкою азбестоцементними трубами діаметром 20 см чи бетонними каналами розрізами 20 см * 25 см [10].

Для реєстрації рівнів води використовувалися самописці типу «Валдай», які записували дані про рівень води у дискретний час. Крім того, проводилися спостереження за рівнями води на контрольних постах річкового типу о 8 та 20 годин. Під час паводків проводилися строкові спостереження. Середні добові значення рівнів води обчислювалися з записів на стрічках самописців у характерних точках. Висотні відмітки постів були приведені в системі абсолютних відміток над рівнем Балтійського моря (БС).

Також на водо-балансовій станції у смт. Міжгір'я проводилися метеорологічні спостереження, які включали в себе вимірювання температури повітря, відносної вологості, атмосферного тиску, швидкості та напрямку вітру, а також вимірювання кількості опадів. Для отримання даних спостережень використовувалися різноманітні спеціальні прилади та обладнання, такі як термометри, гігрометри, барометри, анемометри та дощоміри.

Отримані дані про гідрологічні та метеорологічні показники використовуються для аналізу кліматичних та гідрологічних умов регіону та

прогнозування паводків, повеней та інших природних катастроф. Вони також є важливою інформацією для розробки та впровадження заходів з регулювання водних ресурсів, забезпечення безпеки водопостачання та зростання виробництва електроенергії в гідроелектростанціях.

3 ОСОБЛИВОСТІ ВОДНОБАЛАНСОВИХ РОЗРАХУНКІВ ДЛЯ ГІРСЬКИХ ВОДОЗБОРІВ

3.1 Рівняння водного балансу

Математична модель водного балансу дозволяє оцінити круговорот води в певній території протягом заданого проміжку часу. Для річкових водозборів, які замикаються гідрометричними створами, можна скласти рівняння водного балансу, яке враховує витрати води на створі, випадання опадів на територію водозбору, випаровування з його поверхні, збереження води в сніговому покриві та інші фактори. Результатом розрахунків є кількість води, яка прийшла на водозбір, кількість води, яка відпливає з водозбору, і кількість води, яка зберігається в системі водозбору протягом заданого проміжку часу. Ця інформація може бути використана для прийняття рішень з планування та управління водними ресурсами. [3].

Річковий водний баланс сформований за рахунок зволоження атмосферою вологою на водозборах. Атмосферні опади в горах можна умовно поділити на три частини, залежно від їх впливу на процеси, що відбуваються на водозборах - акумуляція (затримання), стікання і випаровування. На гірських водозборах вода, яка потрапила, частково затримується рослинністю, акумулюється в ґрунті, або ж просочується у водоносні пласти. Решта води від атмосферних опадів стікає з поверхні схилів в струмки, потім в річки. Після опадів, волога, що затримана рослинним покривом, випаровується, а взимку здувається вітром на землю. Волога, яка змочила ґрунт, витрачається на живлення рослин і випаровування. Вода, яка інфільтрувала в гірські породи, використовується для поповнення запасів підземних вод, на компенсацію дефіциту вологи в ґрунтах, а при відсутності ґрунтів - на випаровування,

інфлюацію (стікання через тріщини води в нижче розташовані горизонти гірських порід і стікання підземним шляхом у річки. Запаси води в сніговому покриві частково випаровуються (при від'ємних температурах випаровування – незначна величина), але основна маса вологи стікає навесні поверхневим і підземним шляхом у річки і частково зберігається в ґрунтах.

Волога, яка надходить до річкових водозборів, формується з опадів, які можна умовно розділити на три частини залежно від їхнього впливу на процеси, що відбуваються на водозборах: акумуляцію (затримання), стікання та випаровування. При цьому рослинний покрив, гірські породи та підземні води виконують важливу роль у збереженні води та регулюванні її розподілу. Гравітаційні та термодинамічні сили впливають на вертикальний волого- та теплообмін, що зумовлює процеси атмосферних опадів, випаровування та інфільтрації. Деякі процеси, наприклад, випаровування, можуть мати безперервний характер за певних умов, таких як наявність вологи та притік тепла.

Інтенсивність процесів, які формують водний баланс, можуть значно відрізнятись в залежності від різних факторів, таких як кліматичні умови, рельєф місцевості, тип ґрунту та багато іншого. Під час сильних дощів, злив інтенсивність опадів може бути настільки великою, що зазнається на формуванні паводків чи повеней, але після таких дощів інтенсивність стоку води в річках зменшується поступово, також інші процеси такі, як випаровування та інфільтрація теж продовжуються.

В літній період, за певних умов, які зазвичай пов'язані з високими температурами повітря та недостатнім зволоженням басейнів, інтенсивність випаровування може переважати над величинами стоку води річок, що може призвести до дефіциту води в деяких регіонах, маловоддя, так звані гідрологічні посухи.

У горах інтенсивність нагромадження та витрачання ґрунтової вологи невисока через незмінність сприятливих умов для цих процесів. Крім того,

рівень цих процесів залежить від висоти вододільної лінії, тому їх підпорядкованість може відрізнятись на різних територіях і відчутно змінюватись з часом.

У природі, в умовах динамічної рівноваги, кількість вологи, яка надходить за тривалий період, повинна дорівнювати кількості вологи, яка витрачається за цей самий період. Якщо витрата вологи перевищує або менша за її надходження, настане нагромадження або втрата вологи.

Основним об'єктом водно-балансових досліджень є річкові басейни, які надають інформацію для складання водних балансів інших природних об'єктів – водний баланс озер, боліт та заболочених земель, залісених територій, русловий водний баланс, а також водні баланси будь-яких адміністративних територій. Водний баланс активно використовується для оцінки антропогенного навантаження на річкові водозбори, наприклад, складають водні баланси меліоративних земель, урбанізованих територій, річкових басейнів з водозабірами з річки на господарські потреби чи для річкових басейнів з повертанням води в річки після використання або перекиданням води з сусідніх річкових водозборів.

Детальне рівняння водного балансу для річкових басейнів має наступний вигляд :

$$\begin{aligned} \Delta M + \Delta G + \Delta S_s + \Delta S_p + \Delta S_{oz} + \Delta S_b + \eta_b = \\ = P + K_g - (Q_{so} + Q_{uo}) - Q_a + Q_b - E, \end{aligned} \quad (3.1)$$

де ΔM – зміни запасів вологи у верхньому метровому шарі ґрунту;

ΔG – те ж, у водоносних горизонтах, які дрениуються річкою;

ΔS_s – те ж, в сніговому покриві і льодовій кірці;

ΔS_p – те ж, в русловій мережі басейну;

ΔS_{oz} – те ж, в озерах і водосховищах басейну;

ΔS_b – те ж, в болотах і заболочених землях;

η_0 – нев'язка водного балансу, яка включає невраховані складові, помилки визначення всіх його елементів та усереднень по басейну;

P – атмосферні опади;

K_b – конденсація водяного пари на поверхні басейну;

$Q_{s0} + Q_{u0}$ – поверхневий та ґрунтовий стоки;

Q_α – водозабір з річки на господарські потреби;

Q_β – води, які повертаються, та води із сусідніх басейнів;

E – сумарне випаровування.

В цьому рівнянні частина його елементів представляє прихідну частину водного балансу, частина – видаткову, а інші складові водного балансу, які у більшості – зміни відповідних запасів води на водозборі за розрахований проміжок часу.

Рівняння можна використовувати для будь-якого річкового басейну. Проте при складанні водного балансу малих водозборів необхідно враховувати ряд складових (поверхневий або підземний притік і т.п.), які можуть бути значної величини.

Зважаючи на різноманіття методів водно-балансових розрахунків, це рівняння може бути узагальнене або деталізоване, залежно від наявності вихідних даних, мети розрахунку, розміру водозбору, тривалості розрахункового періоду і інших факторів.

Водний баланс можна розрахувати за будь-який період часу, використовуючи детальне рівняння - від багаторічного до окремих періодів, таких як декади або паводки.

Найпростішою задачею є складання багаторічних водних балансів за річні інтервали часу, оскільки це не потребує врахування змін запасів вологи в межах водозбору ΔS , що може бути дуже складним і вимагати великих зусиль для вимірювання та оцінки.

Зміни запасів вологи в межах басейнів за окремі роки багаторічного періоду компенсуються одна одною з прибутковими і видатковими складовими близькими до нуля.

Враховуючи взаємну компенсацію прибуткових і видаткових змін запасів вологи в межах басейнів за окремі роки багаторічного періоду, рівняння водного балансу для річкового водозбору за багаторічний період часу можна записати у вигляді (позначки в рівнянні (3.2) ті ж самі, що у рівнянні (3.1)):

$$P = R + E . \quad (3.2)$$

Коли розраховується водний баланс на менш тривалий інтервал часу (за окремий рік, сезон, чи місяці, декади) замість гідрологічного року, потрібно враховувати зміни вологозапасів в межах водозборів $\pm \Delta S$.

Таким чином, рівняння водного балансу можна записати наступним чином:

$$P = R + E \pm \Delta S . \quad (3.3)$$

У водно-балансових розрахунках важливо, щоб всі елементи рівняння були точно виміряні або розраховані незалежними методами. Однак, через випадкові похибки вимірювання спостережником гідрометеорологічних показників, запису та передачі результатів спостережень, з-за неточності вимірів приладами, недосконалості методів вимірювання та розрахунку, можуть бути деякі похибки в елементах водного балансу при їх розрахунках, що призводить до невідповідності алгебраїчної суми його складових нулю. У зв'язку з цим, завжди буде присутня нев'язка розрахунку водного балансу при визначенні водно-балансових співвідношень в межах річкових басейнів. Чим менше ця нев'язка, яка визначається як остаточно член рівняння водного

балансу (атмосферні опади мінус стік води з водозбору мінус сумарне випаровування прямує до нуля), тим більш точно складений водний баланс.

Всі компоненти водного балансу річкових басейнів – опади P , стік води R , випаровування E – відображаються, в більшості випадків, у середньому шарі води в міліметрах (мм). Однак, в деяких випадках, наприклад при оцінюванні водних ресурсів вони можуть бути виражені в об'ємах води в кубічних метрах чи кілометрах (m^3 , km^3), а в водогосподарських розрахунках - у витратах (m^3/c). [2, 8].

3.2 Вплив висотної поясності, широтної зональності та експозиції схилів на розподіл елементів водного балансу

Гідрометеорологічний режим гірських систем відрізняється від рівнинних територій залежно від умов їх формування. Ця відмінність проявляється в різних рівнях зволоження та нагрівання. Наприклад, в горах високі території над рівнем моря отримують менше тепла та більше вологи, порівняно з рівнинами, що оточують їх. Інтенсивність вологообміну в горах є значно вищою [1].

Ступінь зволоження та температурні умови в горах залежать від стану повітряних мас та характеру гірських утворень. Наприклад, рельєф, висота над рівнем моря та гірські хребти впливають на ступінь зміни вологообміну над тій чи іншою територією та трансформації повітряних мас завдяки їх зіткненню з гірськими хребтами, які мають різні орієнтації схилів. Такі зміни залежать не лише від географічної широти, але й від висоти місця над рівнем моря та рельєфу.

Зміни висоти також впливають на атмосферний тиск, температуру та вологість повітря, радіаційний баланс, атмосферні опади та вітер. У горах такі зміни отримують додатковий вплив від рельєфу, який включає висоту та

напрямок гірських хребтів, експозицію та крутизну схилів, а також довжину, ширину та відстань між суміжними хребтами.

Гірські ланцюги становлять значну перешкоду для руху повітряних мас, їх затримки, зміни напрямків переміщення. Коли повітряний потік натрапляє на гірську природню «споруду», воно змушене перевалювати через неї або обходити її. Під час перевалювання через гірський ланцюг, повітря піднімається, охолоджується і досягає стану насичення на певній висоті, яку називають рівнем конденсації. Це призводить до утворення хмар. Оскільки перевалене повітря може опускатися, підійматися і ставати ненасиченим, то на гірських схилах можуть утворюватися різні рівні зволоження, залежно від того, чи це схил навітряний чи підвітряний. Це призводить до асиметрії в розподілі опадів, стоку та випаровування. Але ця закономірність ускладнюється тим фактом, що перенесення повітря може бути направлене навіть протилежно до того, що очікується залежно від атмосферних умов та атмосферної циркуляції. Тому для аналізу розподілу опадів за довготривалий період, один і той же схил може бути навітряним або підвітряним, що ускладнює розрахунки та знижує ефективність прогнозування атмосферних опадів у гірських регіонах. Також важливо враховувати, що опади в горах переважно мають конвективне походження, тобто не пов'язані з висотою, що робить розподіл опадів у цих регіонах складним.

У горах спостерігається чітка зміна температури і вологості повітря в залежності від висоти (приблизно на 10% на кожні 1000 м), особливо в теплий період року і в цілому за рік.

У нижніх шарах атмосфери температура і вологість повітря сильно залежать від сонячної радіації. Хоча кількість сонячної радіації збільшується з висотою в горах, ефективне випромінювання землі зростає ще більше, що знижує радіаційний баланс і, відповідно, температуру і вологість повітря. Проте, в деяких випадках взимку або в нічний час влітку холодне повітря може стікатися в долини і котловини, що спричиняє інверсії температури. Крім того,

експозиція схилів значно впливає на розподіл температури, зокрема південні схили отримують більше тепла, ніж північні, що призводить до асиметрії в розподілі температури, вологості повітря та випаровування.

Таким чином, якщо циркуляційний чинник грає переважну роль у формуванні висотної поясності опадів, то радіаційний чинник відіграє ключову роль у формуванні розподілу температури, вологості повітря та випаровування. Орієнтація схилів відносно домінуючого перенесення повітряних мас впливає на розподіл опадів, тоді як експозиція і крутизна схилів впливають на розподіл тепла. Взаємозв'язок цих факторів визначає різноманітні форми висотної поясності та зміни широтної зональності у розподілі метеорологічних елементів.

Вплив широтної зональності, висотної поясності та експозиції схилів на зміну сонячної радіації виявляється з різною інтенсивністю. Широтна зональність проявляється на відстані сотень кілометрів, висотна поясність - на одиницях кілометрів, а експозиція схилів - в межах десятків і сотень метрів. Крім того, висотна поясність зазнає значного впливу від конкретних форм рельєфу. Три основні форми рельєфу - мікроформи, мезоформи та макроформи - можна відрізнити одна від одної. Мікроформи - це невеликі ділянки території з однорідним рельєфом, які можуть бути простими, наприклад, елементарним непорізаним схилом водозбору малої річки без притоків. Мезоформи - це гірські схили середніх та малих річок, які охоплюють усі мікроформи. Макроформи - це схили гірських систем, які охоплюють усі мікроформи і мезоформи, і до яких відносяться всі річки, що стікають зі схилів гірської системи. [7].

Згідно з формами рельєфу, гірські схили можна розглядати за їх експозицією на мікро-, мезо- та макроформах. Експозиція впливає на умови нагрівання та зволоження схилів, що призводить до асиметрії висотної поясності. Асиметрію можна поділити на радіаційну (абсолютну) та циркуляційну (відносну), кожна з яких може посилювати або послаблювати

одна одну. Вплив експозиції на утворення опадів проявляється через конвекційні потоки та швидкість підйому повітряних мас. Ступінь впливу експозиції на утворення поясної асиметрії залежить від протяжності гірських хребтів. [3].

Циркуляційна асиметрія найбільш чітко виражена тоді, коли гірський ланцюг перпендикулярний до напрямку руху повітряних мас. За збільшення кута зустрічі ефект експозиції поступово зменшується, що призводить до послаблення циркуляційної асиметрії, а коли повітря рухається уздовж гірських хребтів, то її зовсім немає. Ця асиметрія найбільш помітна на периферії гірських систем, особливо, якщо окраїнні хребти піднімаються вище внутрішніх.

Тож, розподіл елементів водного балансу в гірських регіонах значно впливає на експозицію та крутизну гірських схилів і орієнтацію відносно напрямку переносу атмосферної вологи.

4 РОЗРАХУНКИ СКЛАДОВИХ ВОДНОГО БАЛАНСУ БАСЕЙНУ Р.РІКА-МІЖГІР'Я

4.1 Вихідні дані

Для проведення розрахунків водного балансу було обрано басейн Ріки з замикальним створом Міжгір'я (рис. 4.1), площа якого становить 550 км².



Рисунок 4.1- Схема розташування пунктів метеорологічних спостережень у басейні річки Ріка

В якості вихідних даних були використані дані метеорологічних та гідрометричних спостережень за період з 1970 по 2000 рік, як з стандартної мережі спостережень, так й спостереження, що проводяться на закарпатській водно-балансовій станції .

Був створений банк з метеорологічними показниками, зібраний за даними спостережень на стандартній мережі по 4 метеостанціям:

- Хуст,
- Міжгір'я,
- Нижній Студений та
- Плай.

Ці показники включають температуру повітря (°С), атмосферні опади (мм) та абсолютну вологість повітря (або парціальний тиск) (мБ).

Для отримання інформації про стікання води з досліджуваного водозбору були використані дані про середньомісячні витрати води (м³/с) з гідрологічного поста Міжгір'я.

З метою підвищення точності розрахунків складової водного балансу – атмосферних опадів, було включено додаткові дані про кількості опадів, спостережувані на метеорологічних майданчиках та станціях, що розташовані в межах Закарпатської водно-балансової станції. Це було зроблено на підставі того, що атмосферні опади в гірських районах є нерівномірними, залежать від орієнтації схилів та рельєфу а це треба враховувати.

Для визначення трьох основних складових водного балансу, а саме опадів P , стоку води R , сумарного випаровування E , за допомогою моніторингової мережі спостережень можна виміряти лише опади та стік. Сумарне випаровування, натомість, обчислюється за розрахунковими методами. У представленій кваліфікаційної роботі був використаний метод розрахунку сумарного випаровування за даними стандартних спостережень, розроблений А.Р. Константіновим. Цей метод ґрунтується на теорії турбулентної дифузії .

4.2 Розподіл площ висотних зон

Висотна зональність або висотна поясність є природною закономірністю гірських регіонів, де вона зумовлена зміною кліматичних умов з висотою. Зменшення температури повітря на 0,4-0,6°C на кожні 100 м підйому є середнім показником цієї залежності. Для вивчення природних процесів в Карпатах було виділено 5 висотних зон, залежно від висоти над рівнем моря:

- I висотна зона - менше 400 м,
- II висотна зона - 400-600 м,
- III висотна зона - 600-800 м,
- IV висотна зона - 800-1000 м та
- V висотна зона - більше 1000 м.

Дані висотні зони є частиною системи висотно-зонального розчленування ландшафтів у горах, яка визначається зміною природних умов зі зростанням висоти.

Для дослідження розподілу елементів водного балансу на гірському водозборі р. Ріка - смт Міжгір'я, було виділено певні висотні зони та обчислені їх площі. (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Розподіл площ висотних зон, в межах водозбору р. Ріка- смт. Міжгір'я.

Інтервали висот, м абс. (висотні зони)	Площі висотних зон, км ²	Площі висотних зон, % від загальної площі
400-600	50,6	9,2
600-800	267,3	48,6
800-1000	161,7	29,4
>1000	70,4	12,8

Кожна висотна зона відповідає певній висотній смузі, що характеризується відносно однорідними кліматичними та природними умовами.

Широта та розташування в географічних зонах визначають кількість та висотні пояси гірських систем. Такий розподіл водозбору спрощує вивчення зміни компонентів водного балансу, зокрема опадів, з висотою.

З таблиці 4.1 видно, що найбільшу площу в басейні р. Ріка – смт Міжгір'я займає висотна зона між 600-800 м над рівнем моря, її площа становить 267,3 км², що майже дорівнює половині загальної площі басейну (48,6 % від загальної площі досліджуваного басейну). Найменшу площу, що дорівнює 50,6 км² або 9,2% від загальної площі басейну, займає зона висот між 400-600 м над рівнем моря. Зона висот, що розташована вище 1000 м над рівнем моря, займає більшу площу - 70,4 км² або 12,8% від загальної площі басейну.

4.3 Обчислення середніх по басейну кількостей опадів

Взаємодія між атмосферою та земною поверхнею через водообмін призводить до зволоження водозборів. Основну роль у цьому процесі відіграють атмосферні опади, які поділяються на рідкі (дощ, роса) і тверді (сніг, град).

Рідкі атмосферні опади миттєво вступають у водно-балансовий процес після падіння на землю. При цьому, на формування водного балансу впливає не лише загальна кількість опадів, але також їх інтенсивність, розподіл у часі та на території.

Тверді атмосферні опади, до таких відноситься сніг, утворюють сніговий покрив, який може зберігатись на території водозбору протягом тривалого часу та приймати участь у формуванні водного балансу під час танення. Цей процес залежить від температурного режиму повітря, який впливає на інтенсивність сніготанення, утворення льодової кірки, промерзання ґрунту та розтавання снігу [3].

У гірських районах кількість атмосферних опадів зазвичай більша, ніж на навколишніх рівнинах, і це пов'язано з висотою місцевості. Проте це явище не пояснюється зменшенням абсолютної вологості повітря зі зростанням висоти. Замість цього, кількість опадів залежить від того, як повітря перетікає через гірські хребти. При висхідних рухах повітря охолоджується, що спричиняє конденсацію водяної пари та випадання опадів, особливо на навітряних схилах. Це явище є найбільш виразним, коли гірські хребти розташовані перпендикулярно до напрямку повітряного потоку [3].

Точність розрахунку водного балансу та достовірність науково-дослідних висновків напряму залежать від визначення атмосферних опадів, які є основним елементом водного балансу. Однак, визначення середньої величини опадів на гірському водозборі за певний період, є складним завданням через нерівномірний розподіл мережі опадомірів та складність характеру випадання опадів на водозборі. Опадоміри - це спеціальні прилади, які вимірюють кількість опадів на певній території за певний період часу.

Для гірських водозборів визначення середньої кількості опадів за певний період можна здійснити з використанням графіків, які відображають залежність кількості опадів від висоти місцевості та експозиції схилів. Це дозволяє врахувати складні характеристики випадання опадів на гірському водозборі, де розподіл мережі опадомірів може бути нерівномірним.

Для визначення середньої зваженої величини атмосферних опадів на розрахунковому гірському водозборі застосовують формулу:

$$P_3 = P_1 * K_1 + P_2 * K_2 + P_3 * K_3 + P_4 * K_4, \quad (4.1)$$

де P_1, P_2, P_3, P_4 – шар опадів відповідних висотних зон, визначених за графіками зміни їх значень з висотою місцевості;

K_1, K_2, K_3, K_4 - ваговий коефіцієнт окремої висотної зони (в частках від одиниці).

Для того щоб у формулі (4.1) знайти K_i , потрібно:

$$K_i = f_i / F_i, \quad (4.2)$$

де f_i – площа i -того висотного поясу;

F_i – площа водозбору (див табл. 4.1).

Для визначення середньої кількості атмосферних опадів в межах досліджуваного басейну р. Ріка було використано чотири пункти спостережень – метеорологічні станції Хуст, Міжгір'я, Нижній Студений та Плай, а також дані з окремих метеомайданчиків, розташованих в межах Закарпатської водно-балансової станції (табл. 4.2).

На підставі отриманих даних спостережень було побудовано графіки залежності кількості атмосферних опадів від висоти місцевості, на яких розташовані метеорологічні станції та метеомайданчики за кожен місяць року. Зазначені залежності представлено у Додатку А. За допомогою цих залежностей була знайдена середня зважена величина атмосферних опадів для розрахункового басейну р. Ріка – смт Міжгір'я, використовуючи вагові коефіцієнти площ висотних зон. Отримані розрахункові результати зведені в табл. 4.3.

На основі таблиці 4.2 було встановлено середні кількості атмосферних опадів за багаторічний період для кожної висотної зони, що для басейну р. Ріка – смт Міжгір'я складаються з чотирьох інтервалів: 400 м, 400-600 м, 600-800 м, 800-1000 м та понад 1000 м (табл. 4.4).

Отримавши середньо багаторічні значення сум опадів по місяцях, можна розрахувати середньо багаторічні значення сум опадів за сезони, теплі та холодні періоди та за гідрологічний рік (табл. 4.5).

Таблиця 4.2

Середні багаторічні значення суми опадів за даними Закарпатської водно-балансової станції та стандартної мережі спостережень

	Пункти спостережень	Н м абс	Висотні зони, м абс	Місяці												Рік
				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
м/с	Плай	1330	>1000	117	104	99	118	142	162	182	123	131	130	136	152	1597
м/м	Золотомисько	800	1000-800	134	84	124	130	152	182	163	140	95	111	171	142	1626
м/м	Новоселиця	750	800-600	98	69	97	108	119	170	166	128	80	88	111	102	1330
м/м	Пилипець (3)	750		125	79	110	125	145	174	165	142	93	103	169	142	1572
м/м	Присліп	730		77	58	76	93	124	166	170	122	85	76	95	96	1239
м/м	Ростока	700		69	45	66	79	113	148	153	128	80	63	89	84	1114
м/м	Лопушне (верх)	700		80	57	80	90	124	167	156	120	86	78	108	102	1248
м/м	Верхн. Студений	679		72	49	72	82	115	154	158	125	75	65	81	82	1131
м/м	Торунь	650		85	57	84	94	130	167	160	126	83	79	106	104	1275
м/м	Подобовець	630		88	56	82	97	126	153	158	133	81	81	123	103	1279
м/м	Лопушне	616		84	56	84	96	133	174	170	126	88	83	108	103	1306
м/с	Нижн. студений	614		58	56	63	75	104	131	146	105	97	82	78	87	1082
м/м	Пилипець	585	600-400	81	53	76	87	112	145	149	126	75	75	111	96	1186
м/м	Річка	580		120	76	114	119	152	177	148	133	92	106	156	133	1527
м/м	Пилипець	573		89	57	79	89	114	148	149	125	74	76	115	100	1214
м/м	Верх. Бистрий	545		82	51	76	88	133	170	171	122	84	77	97	94	1245
м/м	Майдан	504		81	51	72	73	120	163	165	133	79	76	103	93	1198
м/м	Репинне	471		83	49	73	87	125	150	144	118	73	75	100	90	1156
м/с	Міжгір'я	456		70	68	77	86	118	125	152	106	106	103	99	112	1222
м/с	Хуст	164	<400	87	67	65	73	105	113	109	91	82	81	90	122	1086

Примітка. м/с -Метеостанції

м/м – Метеомайданчики Закарпатська водно-балансової станції

Таблиця 4.3.

**Середньобагаторічні значення сум атмосферних опадів (мм) по
місяцях, по басейну р. Ріка – смт Міжгір'я**

Н абс	місяці											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
(ваговий коефіцієнт для висотної зони 400-600 м) - 0,092												
500	85	58	72	84	113	140	144	112	77	74	102	93
(ваговий коефіцієнт для висотної зони 600-800 м) - 0,486												
700	93	65	82	95	124	153	160	123	87	85	114	106
(ваговий коефіцієнт для висотної зони 800-1000 м) - 0,294												
900	103	75	90	106	136	166	168	130	98	97	128	120
(ваговий коефіцієнт для висотної зони >1000 м) - 0,128												
1200	118	90	106	125	147	180	175	136	116	120	149	147
Середні кількості опадів в басейні , Р _{заг}	98	70	87	101	129	159	163	126	93	92	121	114

Таблиця 4.4

**Середні багаторічні значення кількості атмосферних опадів (мм) для
ВИСОТНИХ ЗОН**

Висотні зони, м абс	Н м абс	місяці											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
>1000	1200	117	104	99	118	142	162	182	123	131	130	136	152
800-1000	900	134	84	124	130	152	182	163	140	95	111	171	142
600-800	700	84	58	81	94	123	160	160	126	85	80	107	101
400-600	500	87	58	81	90	125	154	154	123	83	84	112	103

Таблиця 4.5.

Середньобагаторічні значення сум опадів (мм) по сезонах, теплих і холодних періодах та за гідрологічний рік, по басейну р. Ріка – смт Міжгір'я

Середні суми опадів по сезонах				Середні суми опадів по періодах		Середні суми опадів за гідрологічний рік
Осінь IX-XI	Зима XII-II	Весна III-V	Літо VI-VIII	Холодний	Теплий	
306	282	317	448	588	765	1353

4.4 Розрахунок сумарного випаровування

Випаровування є одним з важливих процесів, що впливають на волого та теплообмін на Землі. Цей процес передбачає фізичне перетворення води зі складного стану в пароподібний, тобто випаровування води зі стану рідкого або твердого агрегатного стану. Для відбування цього процесу необхідне певне тепло, а також наявність вологи. Випаровування триває до тих пір, доки повітря в приземному шарі не насичиться вологою.

Вологообмін між земною поверхнею і атмосферою відбувається за допомогою випаровування та конденсації. У порівнянні з атмосферними опадами та стоком, випаровування – це безперервний і невидимий процес, що має добовий і річний хід, і залежить від різних природних факторів. Випаровування відбувається через відрив молекул води з поверхні водойм, льоду, снігу та вологого ґрунту, яке призводить до надходження водяної пари в атмосферу. [3]

При дослідженні водного балансу, важливим є загальне випаровування, яке можна розбити на наступні складові:

- Фізичне випаровування, яке відбувається з поверхні водойм, снігу та льоду;

- Випаровування з поверхні ґрунту, зони аерації та насичення в шарі ґрунтового покриву;
- Фізико-біологічне випаровування, що включає випаровування через транспірацію рослин;

Існують різноманітні методи розрахунку сумарного випаровування, серед яких можна виділити: метод водного балансу, теплового балансу, комплексний метод, метод турбулентної дифузії, розрахунок на основі даних спостережень метеостанцій, біокліматичний метод, а також метод, що базується на емпіричних рівняннях зв'язку.

Для написання дипломної роботи був використаний метод, запропонований Константіновим, а саме - розрахунок випаровування на основі стандартних спостережень метеостанцій. У якості вихідних даних були використані показники температури та абсолютної вологості повітря, які були зареєстровані на метеостанціях.

За допомогою даних з мережі метеорологічних станцій були отримані середні місячні значення температури та абсолютної вологості повітря за багаторічний період. Далі були побудовані графіки, на яких проілюстровано зміни значень температури та вологості повітря з висотою місцевості. Ці графіки можуть допомогти візуалізувати та зрозуміти, які зміни відбуваються з цими величинами зі зростанням висоти.

Подальшим етапом розрахунку сумарного випаровування за методом А. Р. Константінова було введено поправки на інерційність до середньо багаторічних значень температури та абсолютної вологості повітря, згідно зі схемою. Відповідні значення поправок були отримані з довідкових таблиць. [3].

Після врахування поправок з урахуванням знаку до середніх багаторічних значень температури та вологості повітря, були отримані виправлені значення цих параметрів. Після цього було пораховано значення сумарного випаровування окремо за кожною метеорологічною станцією (табл. 4.6-4.9).

Таблиця 4.6

Розрахунок сумарного випаровування за методом Константинова, за даними метеостанції Плай

Основні параметри	місяці											
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Багаторічна середньомісячна температура повітря, t°С	7,78	3,64	-1,83	-5,17	-6,18	-6,22	-2,94	1,79	7,44	9,82	11,41	11,59
Багаторічне значення середньомісячної вологості повітря, е,мб/гПа	8,83	6,68	4,85	3,92	3,30	3,42	4,43	5,33	7,94	9,61	10,45	10,55
Поправка на температуру повітря С, (Δt)	-18,2	-12,9	-6,96	-	-	-	1,15	1,28	2,98	3,54	-4,50	-13,3
Поправка на вологість повітря, (Δe , мб)	-4,93	2,19	-1,51	-	-	-	0,25	0,39	1,35	2,52	-5,18	-6,41
Виправлена температура повітря, (t°+ Δt)	-10,5	-9,21	-8,79	-	-	-	-1,78	3,07	10,42	13,36	6,91	-1,66
Виправлене значення вологості повітря, (e+ Δe)	3,90	8,87	3,34	-	-	-	4,68	5,72	9,29	12,13	5,27	4,14
Сумарне випаровування (Z)	21,69	15,64	16,01	4,19	5,25	4,61	20,05	41,72	63,77	75,18	40,50	32,22

Таблиця 4.7

Розрахунок сумарного випаровування за методом Константінова, за даними метеостанції Нижній-Студений

Основні параметри	Сумарне випаровування по басейну											
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Багаторічна середньомісячна температура повітря, t°С	10,79	6,15	0,84	-3,7	-4,8	-3,5	0,29	5,64	10,91	13,73	15,31	14,74
Багаторічне значення середньомісячної вологості повітря, е, мб/гПа	10,89	8,12	5,89	4,69	3,90	4,24	5,40	7,06	10,10	12,40	13,43	13,24
Поправка на температуру повітря °С, (Δt)	-14,0	-10,4	-6,29	-	-	-	1,31	1,48	3,39	2,74	-3,75	-9,44
Поправка на вологість повітря, ($\Delta e, \text{мб}$)	-4,11	-3,59	-1,64	-	-	-	0,40	0,66	1,94	2,75	-3,42	-5,12
Виправлена температура повітря, (t°+ Δt)	-3,22	-4,26	-5,46	-	-	-	1,60	7,12	14,30	16,47	11,56	5,30
Виправлене значення вологості повітря, (e+ Δe)	6,78	4,53	4,24	-	-	-	5,80	7,73	12,04	15,15	10,01	8,12
Сумарне випаровування (Z)	34,8	30,9	18,38	4,16	4,81	5,75	25,55	54,6	75,00	83,9	67,3	54,5

Таблиця 4.8

Розрахунок сумарного випаровування за методом Константінова, за даними метеостанції Міжгір'я

Основні параметри	Сумарне випаровування по басейну											
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Багаторічна середньомісячна температура повітря, t°C	12,18	7,38	1,95	-2,2	-3,9	-2,3	1,66	7,12	12,38	15,25	16,66	16,17
Багаторічне значення середньомісячної вологості повітря, e, мб/гПа	11,30	8,54	6,20	4,82	4,02	4,30	5,50	7,25	10,49	12,82	13,49	14,09
Поправка на температуру повітря °С, (Δt)	-12,2	-9,5	-6,01	-	-	-	1,38	1,56	3,54	2,70	-3,18	-8,28
Поправка на вологість повітря, (Δe, мб)	-3,76	-3,5	-1,69	-	-	-	0,40	0,76	2,17	2,25	-2,68	-4,54
Виправлена температура повітря, (t°+Δt)	-0,04	-2,1	-4,06	-	-	-	3,04	8,67	15,92	17,95	13,48	7,89
Виправлене значення вологості повітря, (e+Δt)	7,54	5,01	4,51	-	-	-	5,90	8,01	12,66	15,07	10,81	9,55
Сумарне випаровування (Z)	42,1	34,9	19,52	6,38	6,24	8,04	26,63	56,5	79,17	87	68,9	61,9

Таблиця 4.9

Розрахунок сумарного випаровування за методом Константінова, за даними метеостанції Хуст

Основні параметри	місяці											
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Багаторічна середньомісячна температура повітря, t°C	14,36	8,99	3,23	-1,2	-3,0	-0,9	4,07	9,96	15,15	18,01	19,45	18,90
Багаторічне значення середньомісячної вологості повітря, e, мб/гПа	12,84	9,51	6,81	5,30	4,37	4,82	6,26	8,21	11,74	14,62	15,80	15,68
Поправка на температуру повітря °С, (Δt)	-10,1	-8,4	-5,8	-	-	-	1,51	1,69	3,70	2,50	-2,15	-6,48
Поправка на вологість повітря, ($\Delta e, \text{мб}$)	-3,23	-3,4	-1,8	-	-	-	0,51	0,80	2,79	1,40	-1,58	-3,57
Виправлена температура повітря, (t°+ Δt)	4,30	0,59	-2,6	-	-	-	5,58	11,65	18,85	20,51	17,31	12,42
Виправлене значення вологості повітря, (e+ Δe)	9,61	6,11	5,05	-	-	-	6,77	9,01	14,53	16,02	14,22	12,11
Сумарне випаровування (Z)	53	41,6	23,8	6,71	6,43	9,34	31,8	62,2	84,3	89,5	82,5	73,4

Після отримання середньобогаторічних значень сумарного випаровування за окремими метеорологічними постами, можна побудувати графіки залежності випаровування від висоти місцевості для кожного місяця (див. Додаток Б). Ці графіки можуть бути використані для визначення середньобогаторічних значень сумарного випаровування для розрахункового водозабору за допомогою формули 4.2 (табл. 4.10).

$$E_3 = E_1 * K_1 + E_2 * K_2 + E_3 * K_3 + E_4 * K_4, \quad (4.3)$$

де E_1, E_2, E_3, E_4 – значення випаровування відповідних висотних зон, визначених по графікам зв'язку їх значень з висотою місцевості;
 K_1, K_2, K_3, K_4 - ваговий коефіцієнт окремої висотної зони (в частках від 1).

Таблиця 4.10

**Середньобогаторічні значення сумарного випаровування (мм) по
місяцях по басейну р. Ріка – смт Міжгір'я**

Н м абс	місяці											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
(ваговий коефіцієнт для висотної зони 400-600 м) - 0,092												
500	6,0	7,2	27,5	57,0	79,0	84,0	70,0	63,0	42,0	35,0	20,0	5,8
(ваговий коефіцієнт для висотної зони 600-800 м) - 0,486												
700	5,7	6,5	25,5	54,0	75,0	81,0	63,0	55,0	35,0	31,0	18,0	5,4
(ваговий коефіцієнт для висотної зони 800-1000 м) - 0,294												
900	5,3	5,8	23,5	50,0	70,0	77,0	55,0	48,0	30,0	26,0	17,5	4,8
(ваговий коефіцієнт для висотної зони >1000 м) - 0,128												
1200	4,9	5,2	22,0	45,0	64,0	71,0	47,0	38,0	25,0	19,0	16,0	4,1
Середні по басейну величини сумарного випаро-вування, E заг	5,6	6,2	24,6	51,9	72,5	78,8	59,2	51,5	32,9	28,4	17,8	5,1

Таким чином, за допомогою результатів розрахунку сумарного випаровування, отриманих за місяці, можна визначити значення сумарного випаровування за сезони року, теплі і холодні періоди, а також за гідрологічний рік (табл. 4.11).

Таблиця 4.11.

Середньобагаторічні значення сумарного випаровування (мм) по сезонах, теплих і холодних періодах та за гідрологічний рік по басейну р. Ріка – смт Міжгір'я

Середньобагаторічні значення сумарного випаровування по сезонах				Середньобагаторічні значення сумарного випаровування по періодах		Середньобагаторічні значення сумарного випаровування за гідрологічний рік
Осінь IX-XI	Зима XII-II	Весна III-V	Літо VI-VIII	Холодний	Теплий	
79	17	149	190	96	339	435

4.5 Визначення шару стоку води через замикальний створ водозбору

Стік води річок є одним з ключових показників водного балансу і вимірюється інтегрально з найбільшою точністю порівняно з атмосферними опадами та сумарним випаровуванням.

Однак, формування стоку має особливості, які відрізняються від рівнинних територій, зокрема, пов'язані з рельєфом, геологічною будовою та невеликою акумуляційною здатністю водосховищ. Для гірських районів характерні сильна розчленованість поверхні, великі крутизни схилів, глибокі ерозійні вирізки річок та інтенсивний дренаж водно-запасних комплексів.

Крім витрати води, яка є основною характеристикою стоку води річки, що вимірюється, для розрахунку водного балансу необхідно мати дані, виражені в

однакових одиницях виміру. Тому для цієї мети використовується значення шару стоку, який визначається через витрату води за формулою:

$$R = QT/F \cdot 10^3, \quad (4.4)$$

де, R – шар стоку, мм;

Q – витрата води; $\text{м}^3/\text{с}$;

T – розрахунковий інтервал часу, с;

F – площа водозбору, км^2 ;

10^3 - перехідний коефіцієнт.

Для розрахунку шару стоку води було використано середньомісячні витрати води, які були виміряні в замикальному створі басейну річки Ріки в смт Міжгір'я. За цими даними були визначені середньобагаторічні значення витрат води в різні періоди, включаючи місяці, сезони року, теплий та холодний період та гідрологічний рік. Знаючи площу водозбору р Ріки – Міжгір'я ($F=550 \text{ км}^2$), були розраховані середньомісячні шари стоку води в мм (табл. 4.12).

Таблиця 4.12

Середньобагаторічні значення шару стоку води по місяцях по басейну

Середньо-багато-річне значення шару стоку, $R_{\text{мм}}$	місяці											
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	50,3	58,7	64,3	67,0	46,4	43,6	99,9	122,2	83,9	70,5	79,2	45,6

Після проведення цих розрахунків були отримані середньобагаторічні значення шару стоку води для різних періодів, таких як сезони, холодний та теплий періоди, а також за гідрологічний рік, від водозбору річки Ріка у смт Міжгір'я (табл. 4.13).

Таблиця 4.13.

**Середньобагаторічні значення шару стоку по сезонах, періодах та за
гідрологічний рік по басейну р. Ріка – смт Міжгір'я**

Середньо-багаторічне значення шару стоку, мм	Сумарний стік за сезони				Сумарний стік за періоди		Сумарний стік за гідрологічний рік
	Осінь IX-XI	Зима XII-II	Весна III-V	Літо VI-VIII	Холодний	Теплий	
	173,3	157,0	306,0	195,3	330,3	501,3	

5 ВОДНИЙ БАЛАНС ГІРСЬКОГО ВОДОЗБОРУ Р.РІКА-МІЖГІР'Я ТА НЕВ'ЯЗКА ЙОГО ВИЗНАЧЕННЯ

Для розрахунку водного балансу гірського водозбору р. Ріка – смт Міжгір'я, проводилися обчислення за місяцями, сезонами, теплим і холодним періодами, а також за гідрологічний рік. Інтервал розрахунків був вибраний на період з 1970 по 2000 рік, який складає 31 рік.

Середньобогаторічні значення опадів та сумарного випаровування в басейні були обчислені на основі даних 4 метеостанцій, розташованих в межах водозбору або його неподалік (Хуст, Міжгір'я, Нижній Студений та Плай). Обсяг стоку води було розраховано на основі даних гідрологічного поста Міжгір'я.

Всі компоненти водного балансу для річкового водозбору в смт Міжгір'я були розраховані і занесені до таблиць 5.1 та 5.2 з метою обчислення нев'язки водного балансу. Для наочного порівняння величин складових водного балансу побудовано діаграми, рис. 5.1-5.3.

Таблиця 5.1

Значення елементів водного балансу та нев'язка його розрахунку для водозбору р. Ріка – смт Міжгір'я по місяцях

Елементи водного балансу	місяці											
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
P, мм	93	92	121	114	98	70	87	101	129	159	163	126
R, мм	50	59	64	67	46	44	100	122	84	71	79	46
E, мм	33	28	18	5	6	6	25	52	73	79	59	52
η	10	5	39	42	46	20	-37	-73	-27	10	25	29

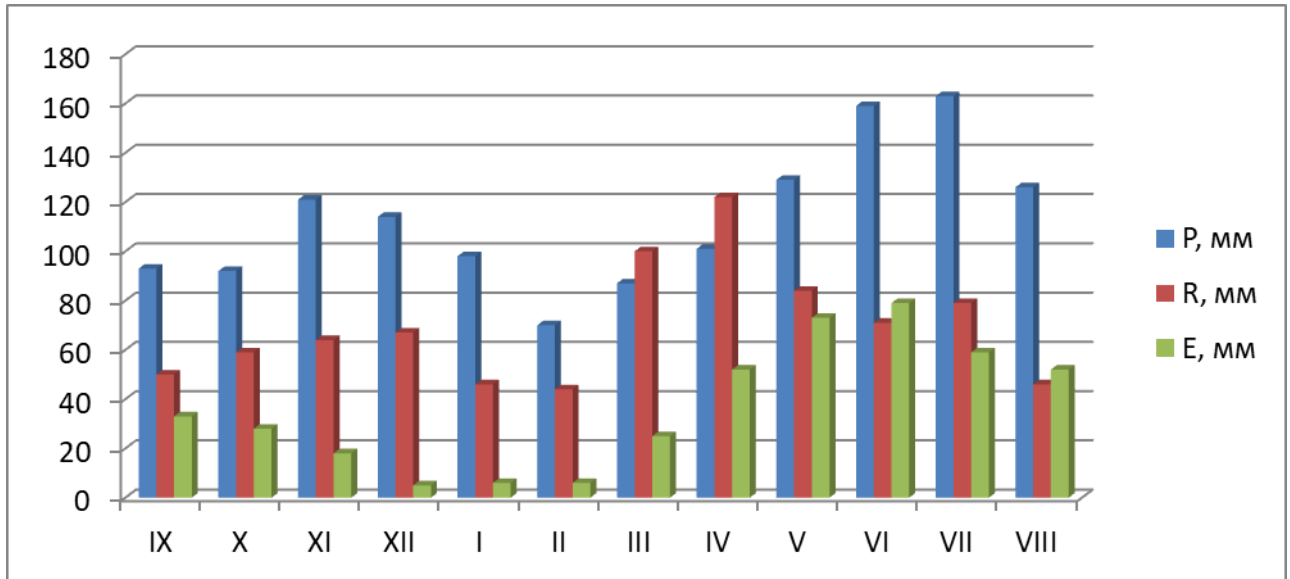


Рис. 5.1. Порівняння елементів водного балансу (P - атмосферні опади, R - стік води з водозбору, E - сумарне випаровування) за місяці для водозбору р. Ріка – смт Міжгір'я

Таблиця 5.2

Значення елементів водного балансу та нев'язка його розрахунку для водозбору р. Ріка – смт Міжгір'я по сезонах, за теплий і холодний періоди та за гідрологічний рік.

Елементи водного балансу	Водний баланс по сезонах				Водний баланс за періоди		Водний баланс за гідрологічний рік
	Осінь IX-XI	Зима XII-II	Весна III-V	Літо VI-VIII	Холодний	Теплий	
P, мм	306	282	317	448	588	765	1353
R, мм	173	157	306	195	330	501	832
E, мм	79	17	149	190	96	339	435
η	54	108	-138	63	162	-75	87

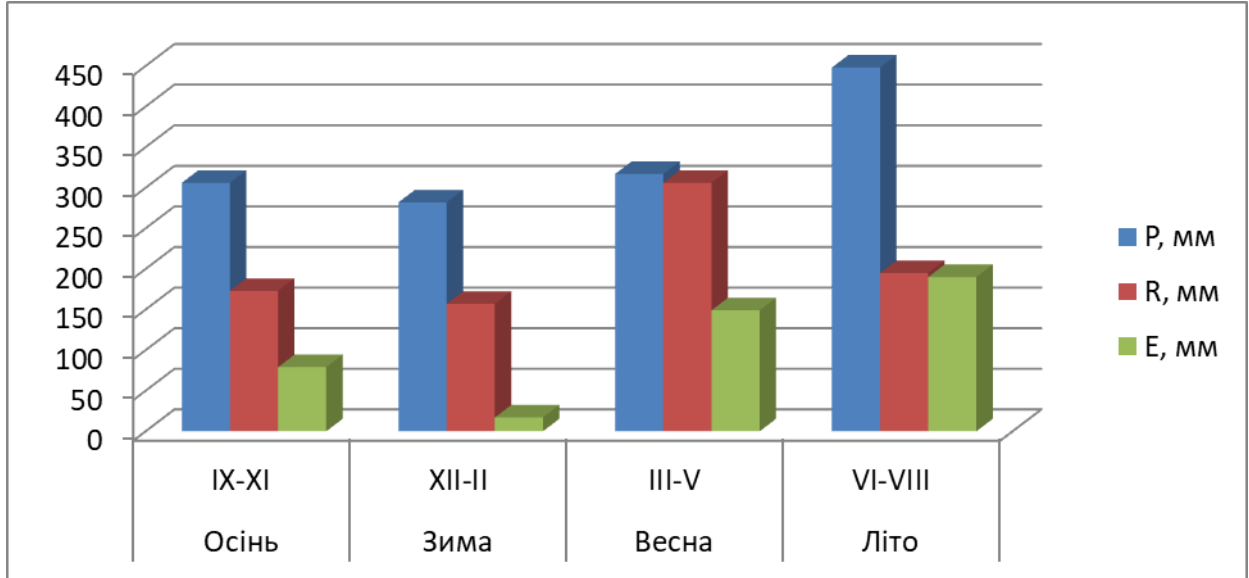


Рис. 5.2. Порівняння елементів водного балансу (P - атмосферні опади, R - стік води з водозбору, E - сумарне випаровування) за сезони року для водозбору р. Ріка – смт Міжгір'я

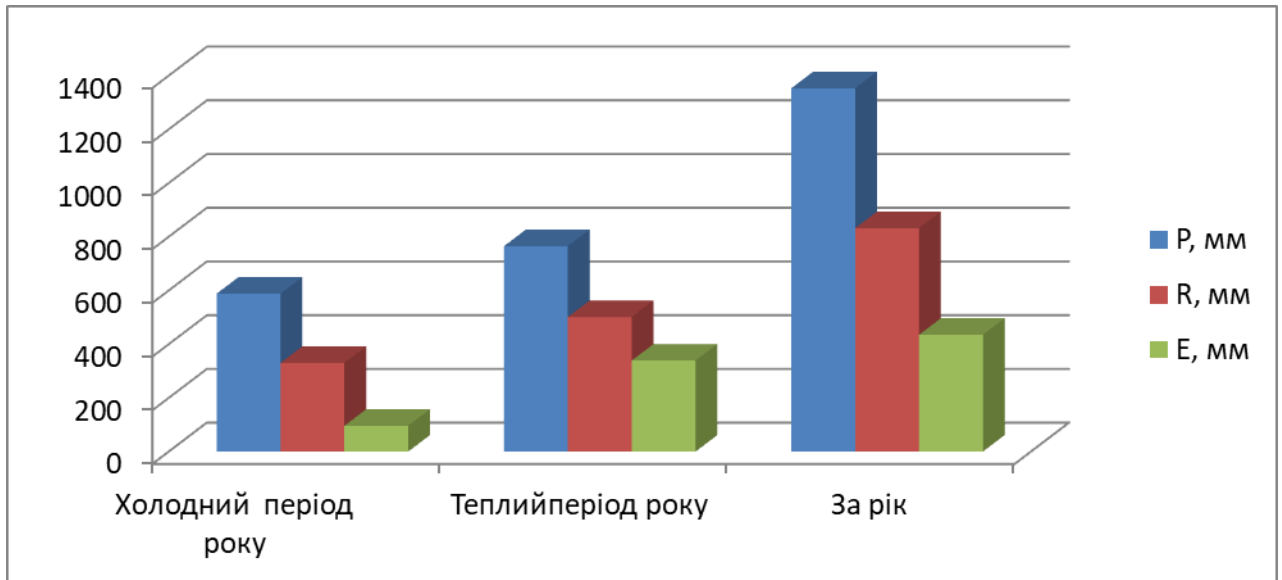


Рис. 5.3. Порівняння елементів водного балансу (P - атмосферні опади, R - стік води з водозбору, E - сумарне випаровування) за холодний та теплий періоди та за річний проміжок часу для водозбору р. Ріка – смт Міжгір'я

Як можна зрозуміти з таблиць 5.1 та 5.2, з рисунків 5.1 – 5.3 протягом року взаємозв'язки між різними складовими водного балансу не є стабільними та досить складними.

Тип атмосферної циркуляції, циклони та конвективні потоки визначають розподіл атмосферних опадів протягом року. У досліджуваному басейні р. Ріка – смт Міжгір'я середня багаторічна кількість опадів становить приблизно 1353 мм на рік. Теплий період є найбільш опадним (765 мм, 56% від річної кількості), зокрема влітку (448 мм), коли збільшується циклонічна діяльність. Найменша кількість опадів спостерігається взимку (282 мм), коли мають місце стійкі від'ємні температури повітря (табл. 5.1 - 5.2, рис.5.1 – 5.3).

Розподіл річкового стоку води протягом року залежить від співвідношення між атмосферними опадами та сумарним випаровуванням, але суттєво відрізняється від їх внутрішньорічного розподілу. Від випаровування він відрізняється тим, що останнє визначається річним циклом теплових ресурсів, тоді як зміна стоку води відповідає зміні атмосферних опадів. Важливо також зазначити, що внутрішньорічний розподіл опадів відрізняється від розподілу стоку, оскільки весняний стік формується не лише рідкими опадами, а й талими сніговими водами, які накопичуються в басейні упродовж всієї зими. Формування весняного стоку значно залежить від температурного режиму повітря. Найбільший шар стоку, звичайно спостерігається у весняний період (табл. 5.1 - 5.2, рис.5.1 – 5.3) - 306 мм, який формується талими водами і рідкими опадами в період весняної повені.

Зміна сумарного випаровування з водозбору протягом року залежить від коливань теплових ресурсів, які надходять до земної поверхні. У той же час, випаровування в басейні має стійке значення, яке становить близько 435 мм на рік, що складає приблизно 30% від загальної річної кількості опадів для досліджуваного гірського водозбору. Найбільше значення випаровування (скільки мм, що складає % від сумарного випаровування за рік) спостерігається в теплий період, коли значення температури повітря є найвищими (табл. 5.1 - 5.2, рис.5.1 – 5.3).

Використовуючи розраховані компоненти водного балансу, можна визначити розбіжність, що виникає через те, що всі елементи водного балансу містять похибки, пов'язані з приладами, методами вимірювання та розрахунку, а також змінністю джерела помилок при розрахунку середніх значень за період спостереження та по території. Розбіжність водного балансу розраховується як різниця за річний проміжок часу між його компонентами - сумою опадів P , шару стоку води річки U та сумарним випаровування E :

$$P - R - E = \eta, \quad (5.1)$$

де η – нев'язка водного балансу.

Використовуючи отримані дані опадів, шару стоку та випаровування, підставляємо їх у формулу 5.1 та знаходимо нев'язку:

$$1353 - 832 - 435 = 87 \text{ мм.}$$

Нев'язка водного балансу для річки Ріка в смт Міжгір'я складає 6,5% від загальної річної кількості опадів, що є припустимим значенням, враховуючи похибки вимірювання окремих елементів водного балансу. При розрахунку водного балансу для річкових водозборів допустимі похибки до 10-15% від загальної річної кількості опадів.

ВИСНОВКИ

Після проведення досліджень виявлено, що мета та основні завдання, викладені в магістерській кваліфікаційній роботі, були успішно виконані.

В ході роботи був проведений розрахунок складових водного балансу гірського водозбору р. Ріка –с. Міжгір'я на багаторічний період для різних періодів - місяців, сезонів, холодних і теплих періодів, а також за гідрологічний рік. Крім того, була проведена оцінка точності визначення водного балансу.

У процесі виконання роботи було виявлено, що розрахунок водного балансу для гірської місцевості суттєво відрізняється від розрахунків для рівнинних територій. Це пояснюється орографічними особливостями гірської місцевості, а також зміною метеорологічних показників в залежності від висоти над рівнем моря. Зокрема, температурний градієнт становить 0,5-0,6 °С на кожні 100 м висоти.

Для врахування просторової мінливості метеорологічних показників було проведено дослідження висотних зон, що включали: висоти – <400 м абс., 400-600 м абс., 600-800 м абс., >1000 м над рівнем моря. Для кожної з висотних зон були визначені вагові коефіцієнти, які відображають частки площі досліджуваного водозбору, що належать до цих висотних зон. Ці коефіцієнти були використані для обчислення середніх значень складових водного балансу по всьому басейну.

Водний баланс було розраховано за формулою $P = R + E$, де P - опади, R – стікання води річкою, E - випаровування. Дослідження включало багаторічний період, тому зміни запасів вологи в басейні (ΔW) не враховувались при розрахунку водного балансу. Врахування просторової мінливості метеорологічних показників та вагових коефіцієнтів дозволили виконати розрахунки складових водного балансу з високою точністю.

Для розрахунків було створено банк середньомісячних даних з чотирьох метеостанцій: Хуст, Міжгір'я, Нижній Студений та Плай. Ці дані включають атмосферні опади (мм), температуру повітря (°C) та абсолютну вологість повітря (мБ). Дані щодо середньомісячних витрат води ($\text{м}^3/\text{с}$) з були взяті з гідрологічного посту р. Ріка - Міжгір'я. Крім того, були включені дані про опади з 16 метеомайданчиків, отримані з матеріалів спостережень Закарпатської водно-балансової станції, яка знаходиться в межах досліджуваного водозбору. Це було зроблено через нерівномірний розподіл опадів у гірській місцевості, особливо на схилах з різною орієнтацією.

Для розрахунку складової водного балансу, яка відповідає за сумарне випаровування, використовувався метод Константінова. Цей метод ґрунтується на теорії турбулентної дифузії та використовує дані про температуру та абсолютну вологість повітря. Спочатку були розраховані середньомісячні значення для кожної метеостанції за багаторічний період. Далі, аналогічно до розрахунків опадів, були побудовані графіки залежності значень сумарного випаровування від висоти місцевості, що дозволило знайти середні багаторічні значення цієї складової для досліджуваного водозбору.

Для визначення опадів були сконструйовані графіки залежності зміни їх багаторічних значень з висотою водозбору за кожний місяць року. Для розрахунку середніх значень опадів по всьому басейну використовувалися вагові коефіцієнти.

Щодо обрахунку багаторічного значення шару стоку з річкового водозбору, були використані середньомісячні витрати води у замикальному створі (р. Ріка - Міжгір'я).

Отже, згідно з проведеними розрахунками елементів водного балансу гірського водозбору р. Ріка - Міжгір'я за багаторічний період були отримані наступні середньорічні значення:

- опади - 1353 мм
- стік - 832 мм
- випаровування - 435 мм.

Нев'язка розрахунку водного балансу склала - 87 мм, що є прийнятним значенням. З проведених досліджень також видно, що найбільші частки від середньорічних значень всіх складових водного балансу спостерігаються в теплий період року: опади - 765 мм (56% від річної кількості), стік - 501 мм (60%), випаровування - 339 мм (майже 78%).

Загалом, результати проведеного дослідження показують, що водний баланс гірського водозбору р. Ріка - Міжгір'я є досить збалансованим, з невеликою нев'язкою. Також важливо відзначити, що теплий період року має значний вплив на складові водного балансу, зокрема на опади, стік та випаровування. Ці дані можуть бути корисні для подальшого вивчення та управління водними ресурсами в даній місцевості.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Алпатьев А. М. Влагообороты в природе и их преобразование. – Л., Гидрометеиздат, 1969
2. Бабкин В. И., Вуглинский В. С. Водный баланс речных бассейнов. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 192 с.
3. Активізація небезпечних геологічних явищ у Закарпатті як наслідок екстремальних паводків / І.Д. Багрій, П.В. Блінов, П.Ф. Гожик, В.П. Кожем'якін, Г.І. Рудько, В.М. Палій, В.М. Шестопапов, Т.Ф. Щуліченко, С.Д. Аксьом. – Київ, 2004 – 209 с.
4. Рельєф України. Навчальний посібник / [Б.О. Вахрушев, І.П. Ковальчук, О.О. Комлев, Я.С. Кравчук, Е.Т. Палієнко, Г.І. Рудько, В.В. Стецюк]; За загальною редакцією В.В. Стецюка. – К.: Видавничий дім "Слово", 2010. – 688 с.
5. Гидрологические и водно-балансовые расчеты/ Под ред. Н. Г. Галущенко. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1987. – 248 с.
6. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). – К.: Ніка-Центр, 2010. – 316 с.
7. Кирилюк М.І. Водний баланс і якісний стан водних ресурсів Українських Карпат: Навчальний посібник. – Чернівці: Рута, 2001. – 246 с.
8. Климчук Л. М., Блінов. П. В., Велічко В. Ф. та ін. Сучасні інженерно-геологічні умови України як складова безпеки життєдіяльності. – Київ 2008. 197 с.
9. Колесник С. В. Общие географические закономерности Земли. – М., Мысль, 1970. 209 с..
10. Клімат України/ за ред.. В.М. Ліпінського, В. М. Бабіченко. – К. вид-во Раєвського – 2003. - 343 с.

11. Маринич О.М., Шищенко П.Г. Фізична географія України. - К.: Знання, 2003. – 480 с.
12. Материали наблюдений Закарпатской водно-балансовой станции. Украинское республиканское управление по гидрометеорологии и контролю природной среды, 1970-2000 рр.
13. Физико –географическое районирование УССР./ под. ред.. В. П. Попова, А. М. Маринича, А.И. Ланько. – К.: Изд-во Киев. Ун-та, 1968.- 681 с.
- 14.Ромащенко М.І. Савчук Д.П. Водні стихії. Карпатські повені. Статистика, причини, регулювання / К.: Аграрна наука, 2002. – 304 с.
15. Хільчевський В.К. Гребінь В.В., Манукало В.О. Гідрологічний словник. Київ: ДІА, 2022. 236 с. <http://irbis-nbuv.gov.ua/ulib/item/ukr0000022764>
16. Загальна гідрологія: підручник / В.К. Хільчевський, О.Г. Ободовський, В.В. Гребінь та ін. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. – 399 с.

ДОДАТКИ

**Зміна середньої багаторічної кількості опадів з висотою в басейні
р. Ріки – Міжгір'я за місяцями**

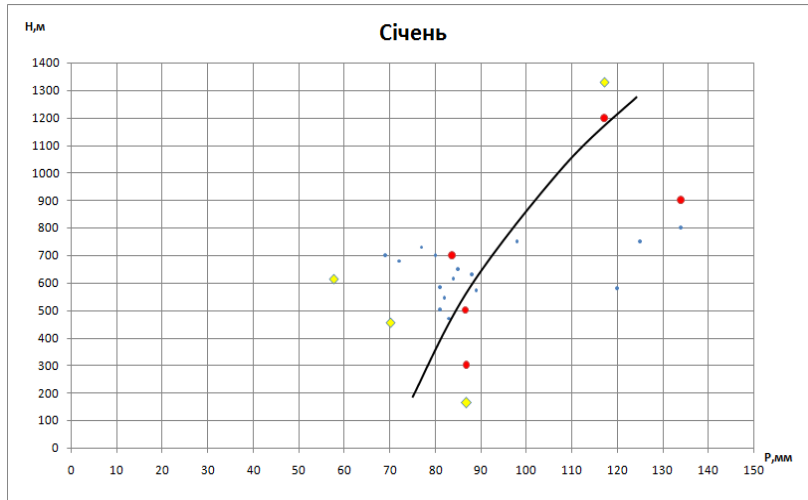


Рис. А. 1. Зміна середньої кількості опадів з висотою , січень

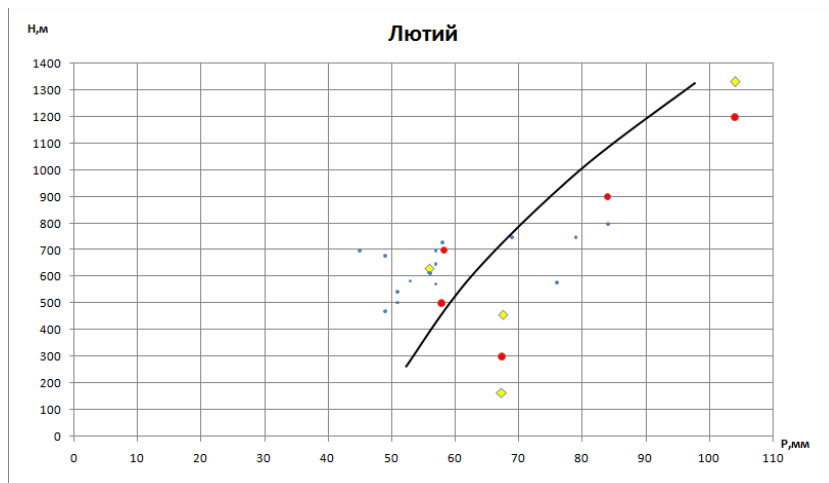


Рис. А. 2. Зміна середньої кількості опадів з висотою , лютий

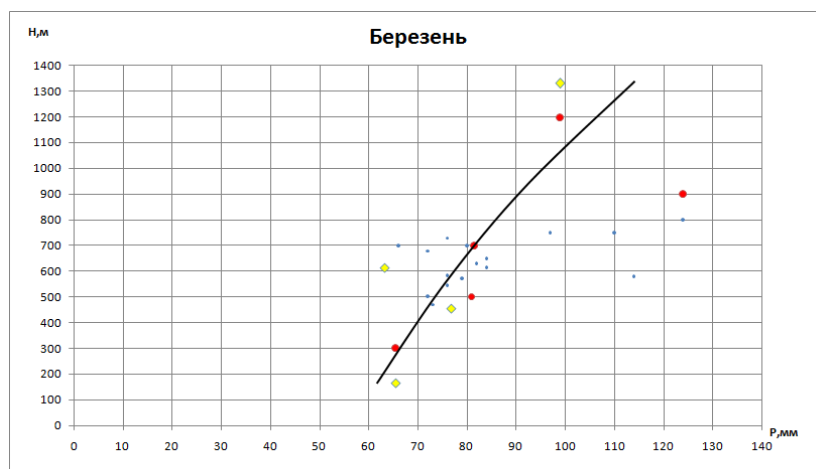


Рис. А. 3. Зміна середньої кількості опадів з висотою , березень

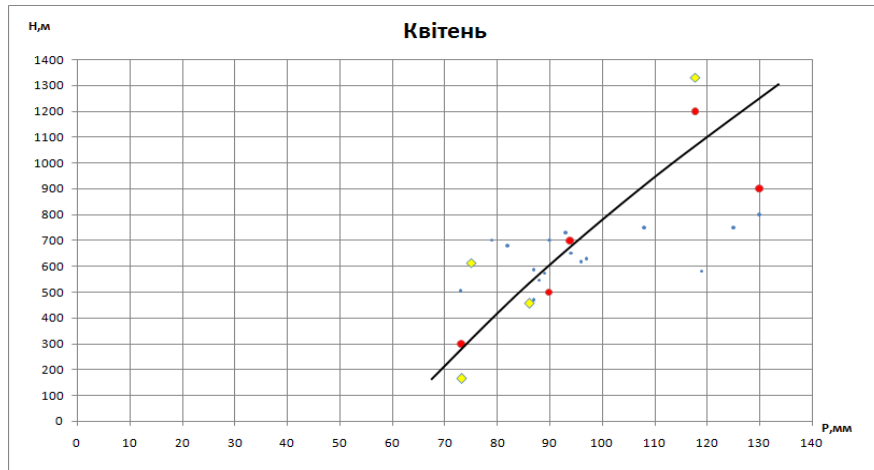


Рис. А. 4. Зміна середньої кількості опадів з висотою , квітень

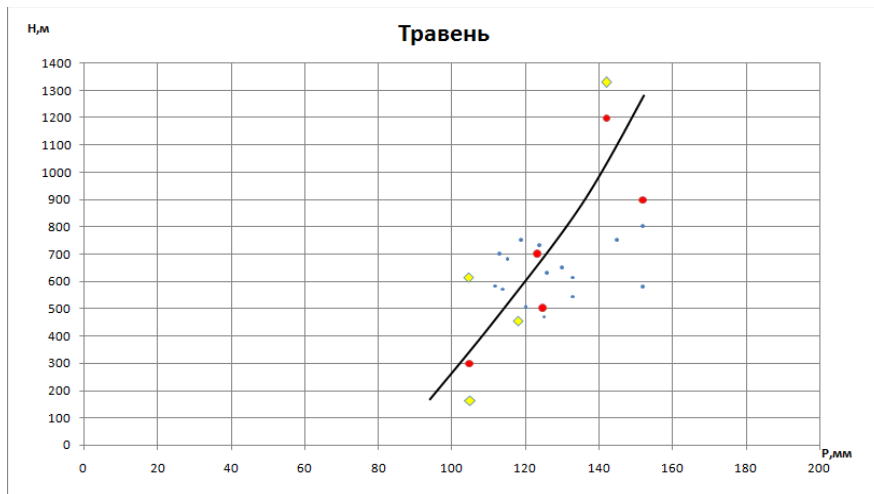


Рис. А. 5. Зміна середньої кількості опадів з висотою травень

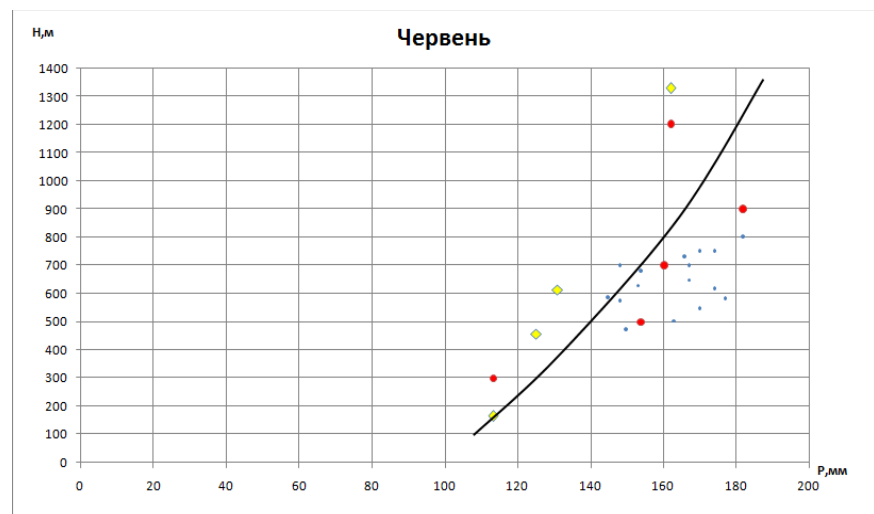


Рис. А. 6. Зміна середньої кількості опадів з висотою , червень

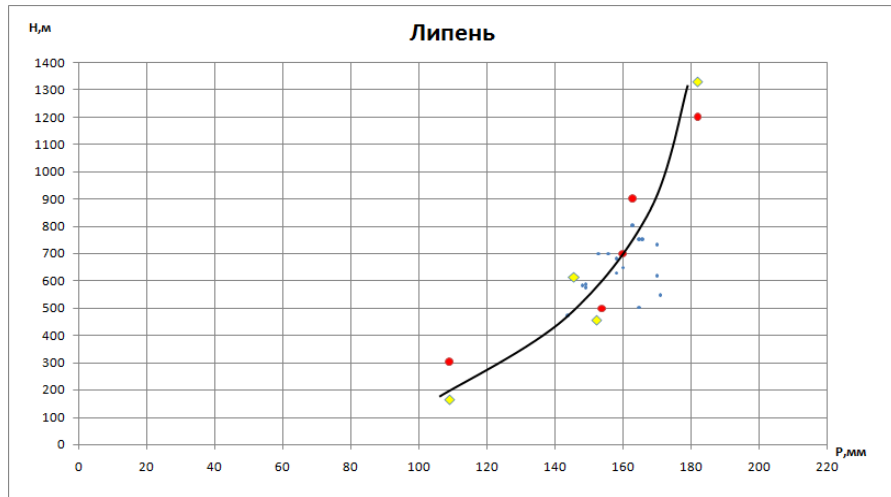


Рис. А. 7. Зміна середньої кількості опадів з висотою , липень

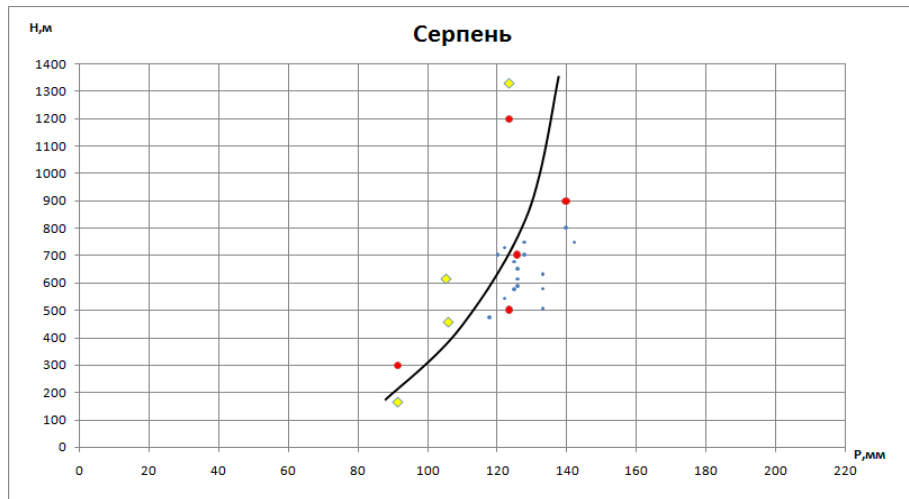


Рис. А. 8. Зміна середньої кількості опадів з висотою , серпень

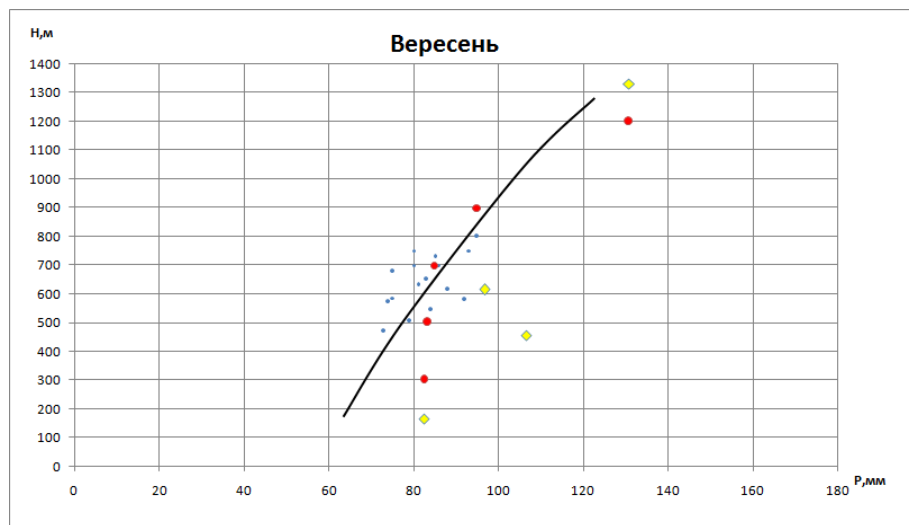


Рис. А. 9. Зміна середньої кількості опадів з висотою , вересень

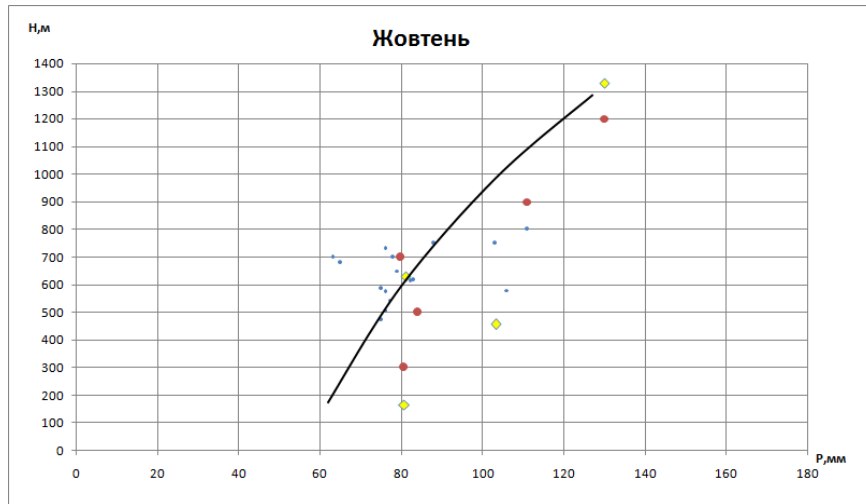


Рис. А. 10. Зміна середньої кількості опадів з висотою , жовтень

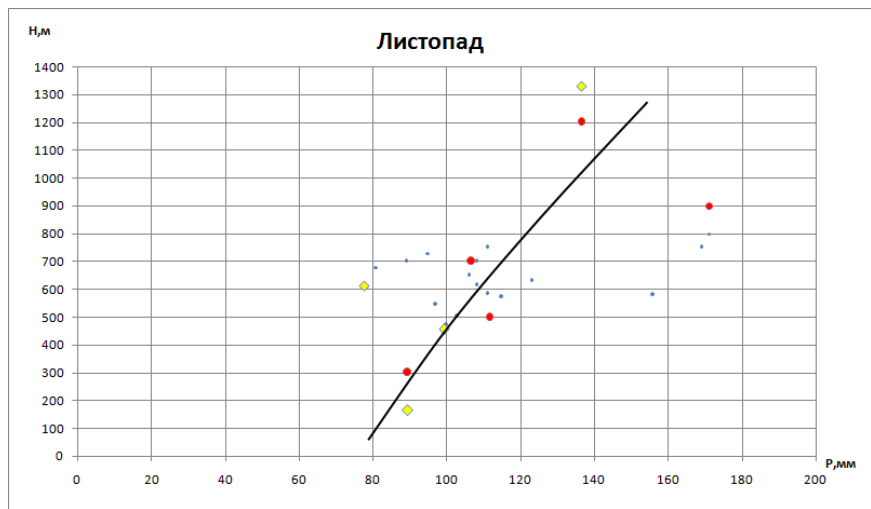


Рис. А. 11. Зміна середньої кількості опадів з висотою , листопад

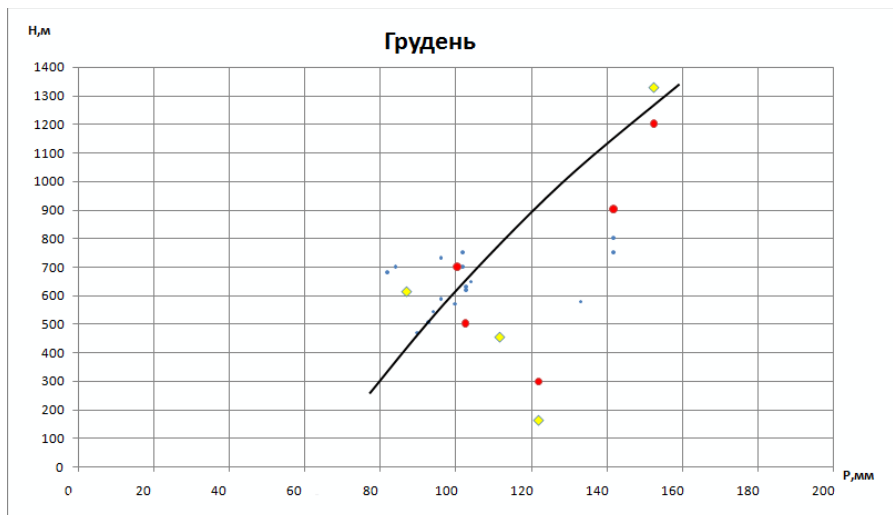


Рис. А. 12. Зміна середньої кількості опадів з висотою , вересень

**Зміна величин сумарного випаровування з висотою
в басейні р. Ріки – Міжгір'я за місяцями**

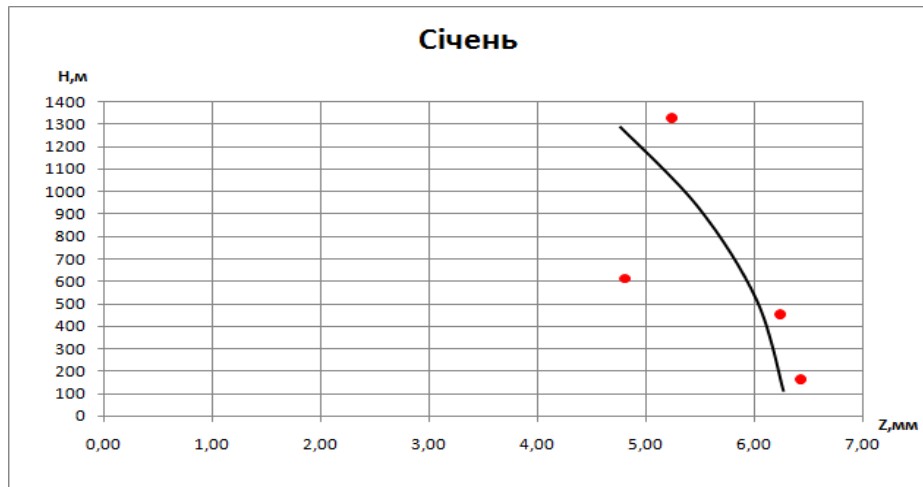


Рис. Б. 1. Зміна сумарного випаровування з висотою, січень

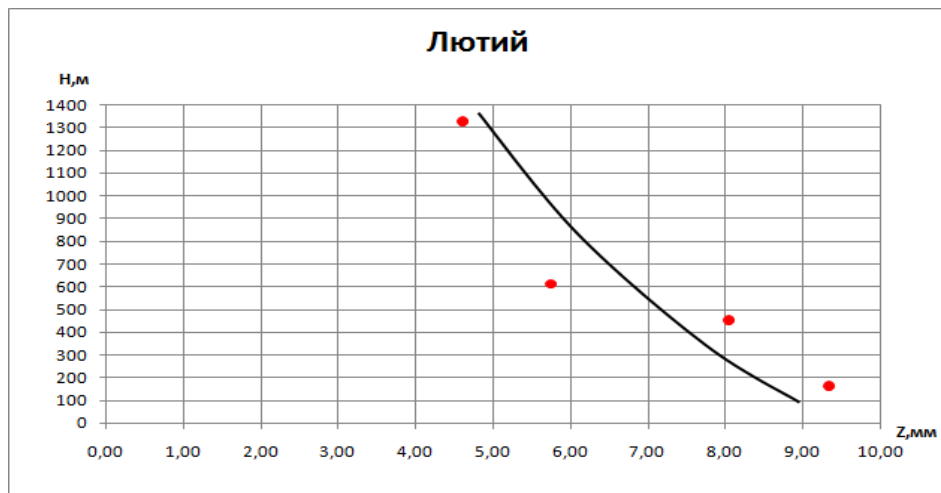


Рис. Б. 2. Зміна сумарного випаровування з висотою, лютий

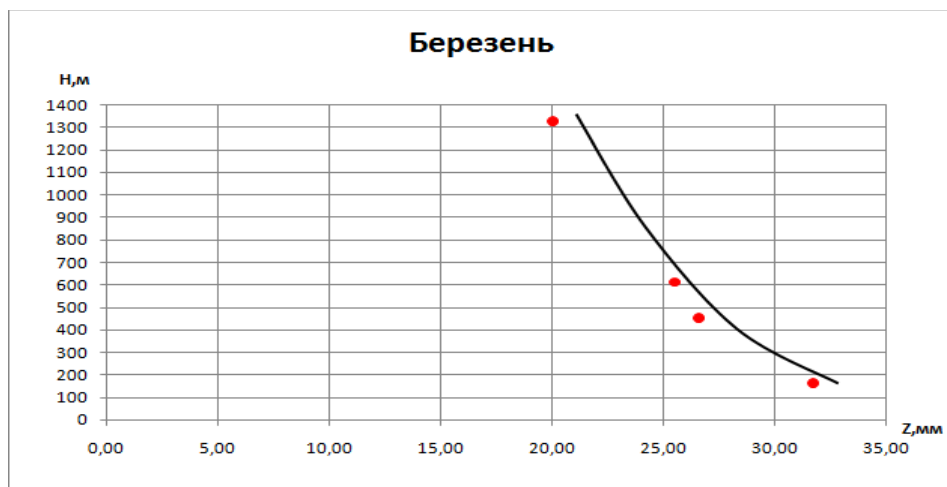


Рис. Б. 3. Зміна сумарного випаровування з висотою, березень

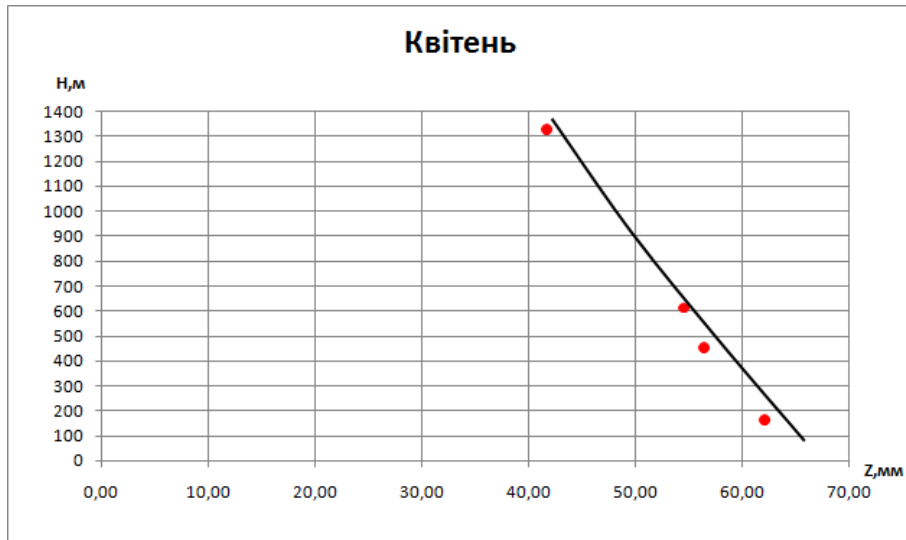


Рис. Б. 4 Зміна сумарного випаровування з висотою, квітень

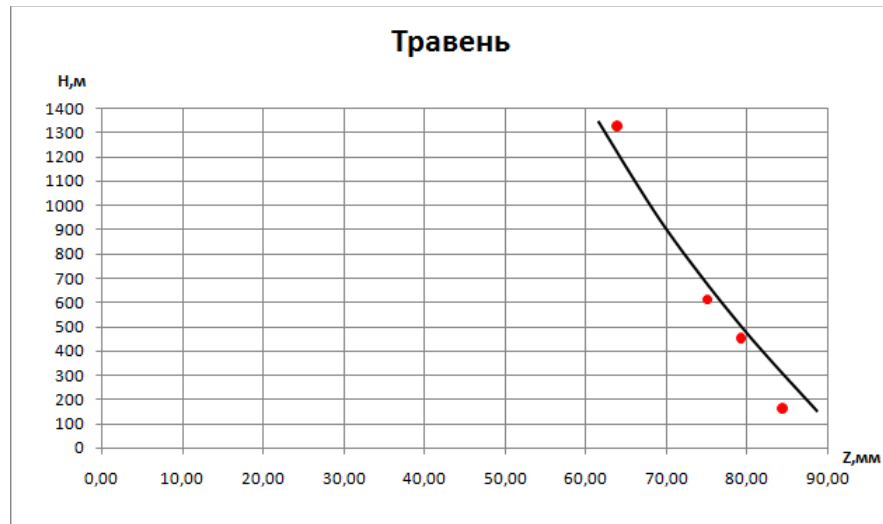


Рис. Б. 5. Зміна сумарного випаровування з висотою, травень

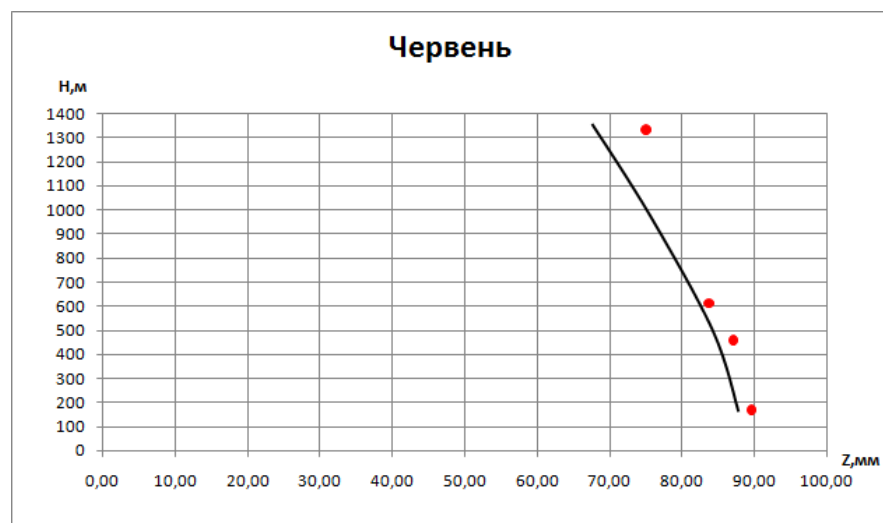


Рис. Б. 6. Зміна сумарного випаровування з висотою, червень

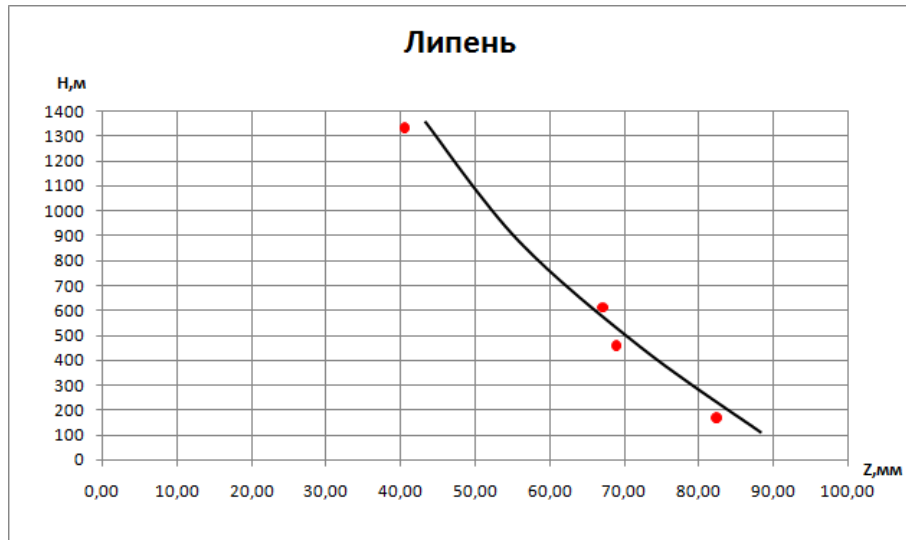


Рис. Б. 7. Зміна сумарного випаровування з висотою, липень

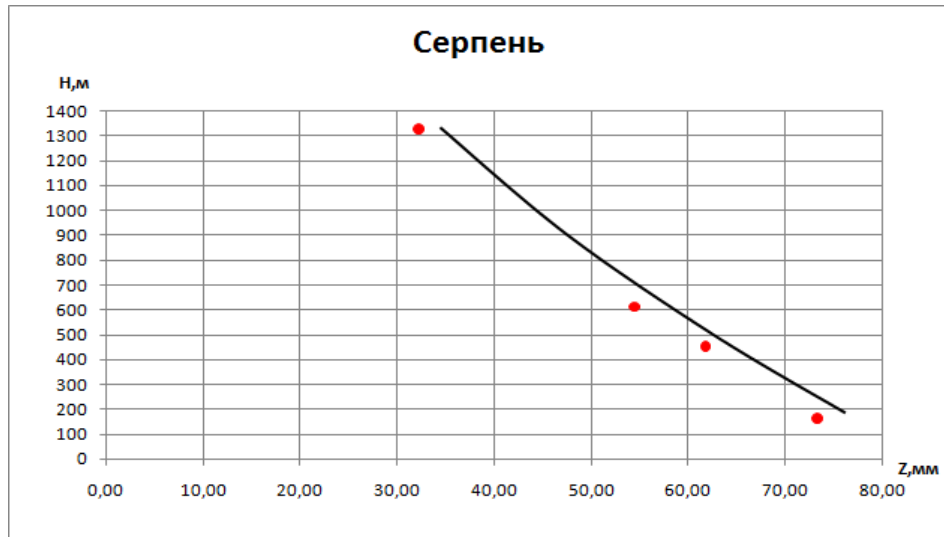


Рис. Б. 8. Зміна сумарного випаровування з висотою, серпень

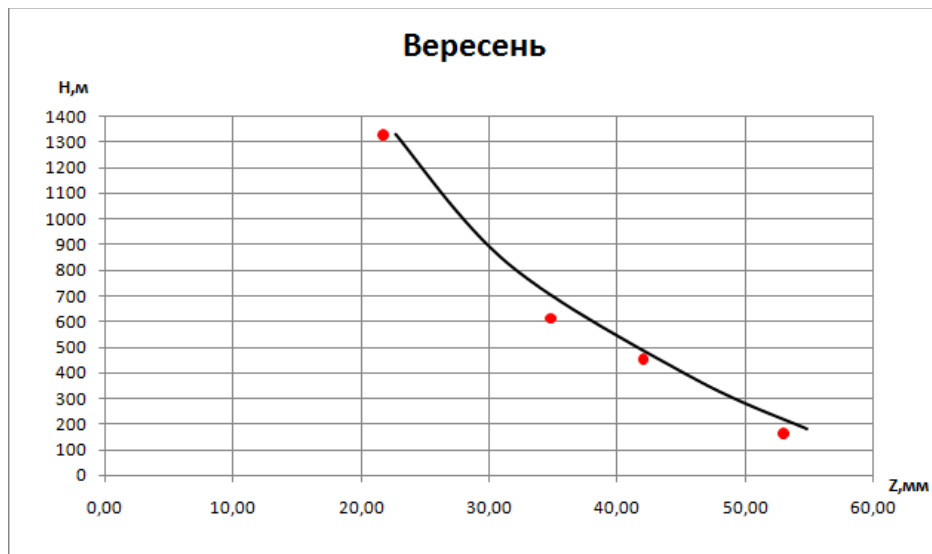


Рис. Б. 9. Зміна сумарного випаровування з висотою, вересень

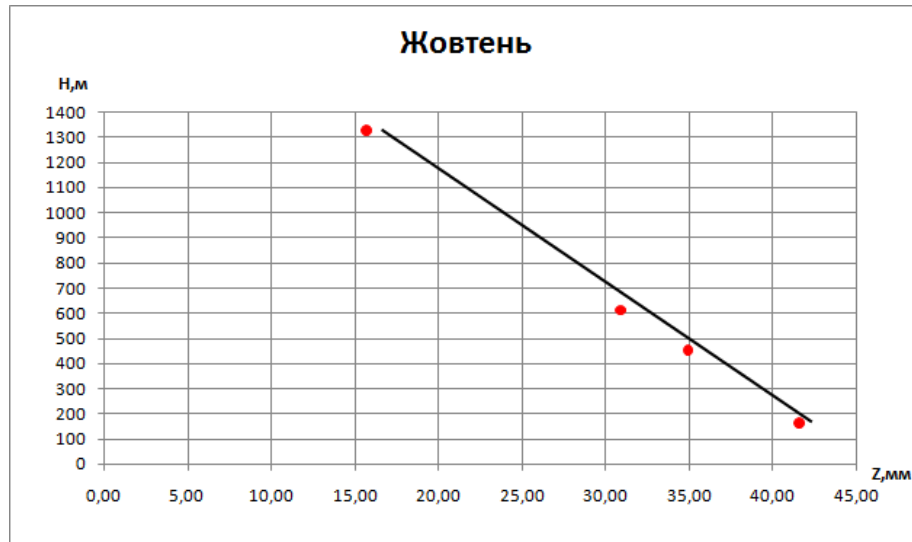


Рис. Б. 10. Зміна сумарного випаровування з висотою, жовтень

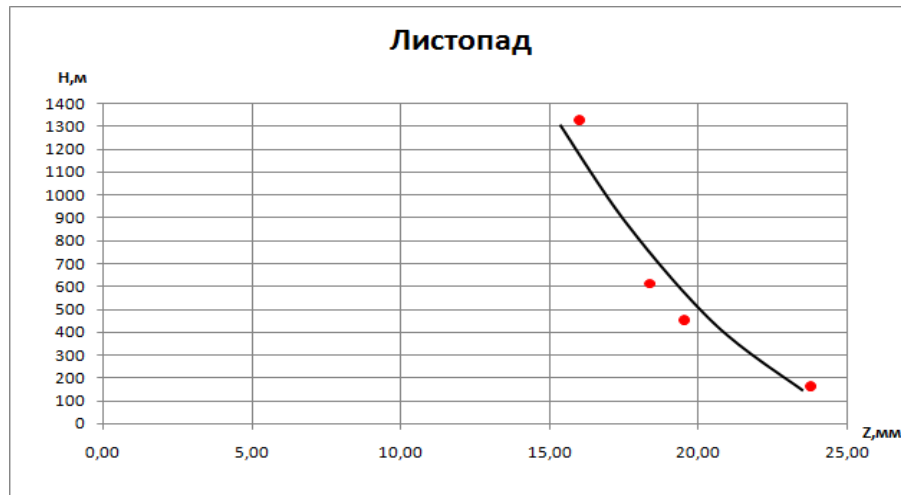


Рис. Б. 11. Зміна сумарного випаровування з висотою, листопад

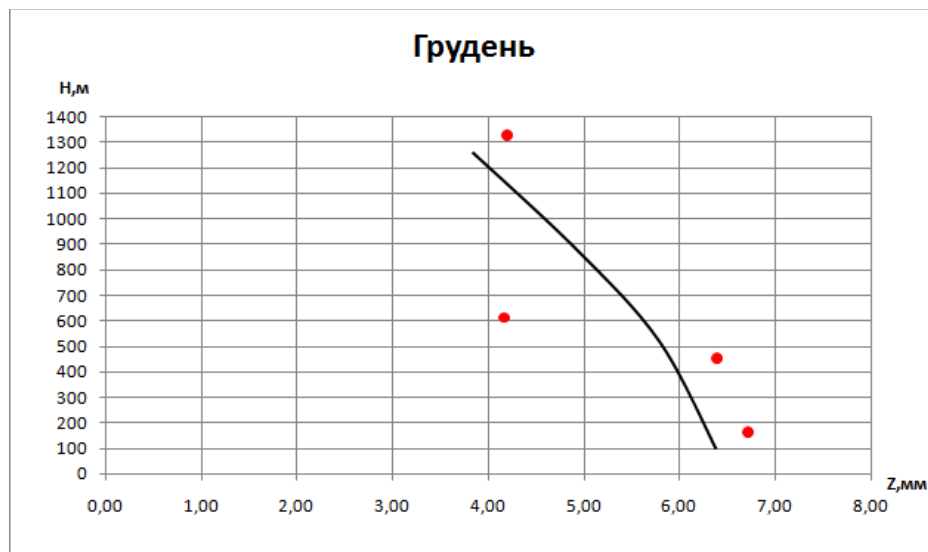


Рис. Б. 12. Зміна сумарного випаровування з висотою, грудень