

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий
гідрометеорологічний інститут
Кафедра гідрології суші

Кваліфікаційна робота магістра

на тему: Розрахунок максимального стоку паводків теплого періоду річок
північно-східного схилу Кримських гір

Виконав студент групи МЗГ-20
спеціальності 103 Науки про Землю
Фісенко Олександр Валентинович

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

Консультант _____

Рецензент д-р геогр. наук, проф.
Хохлов Валерій Миколайович

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри гідрології суші

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



“_28_” жовтня 2021 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

студенту Фісенко Олександр Валентинович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розрахунок максимального стоку паводків теплого періоду річок північно-східного схилу Кримських гір

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

затверджені наказом ОДЕКУ від “_18_” 10 2021 року №_216 «С»_

2. Строк подання студентом роботи 08.12.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи часові ряди максимальних витрат води, шарів стоку та тривалості дощових паводків теплого періоду; основні гідрографічні характеристики річок північно-східного схилу Кримських гір;

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Фізико-географічні умови формування максимального стоку теплого періоду на річках північно-східного схилу Кримських гір; 2. Статистичний аналіз часових рядів характеристик максимального стоку теплого періоду на річках північно-східного схилу Кримських гір; 3. Методики нормування характеристик максимального стоку теплого періоду на річках північно-східного схилу Кримських гір

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Карти-схеми географічного положення, росло-грунтового покриву, карсту, середньорічної температури повітря і середньорічні опади, гідрологічної мережі, тривалості припливу води зі схилів в руслову мережу водозборів східної частини північних схилів Кримських гір. Графіки залежності шару стоку $Y_{1\%}$ від середньої висоти водозбору $H_{сер}$ та залісеності. Залежності коефіцієнтів нерівномірності від площі водозборів; тривалості притоку води зі схилів в руслову мережу від широти водозборів співвідношення $q_{1\%}/q'_m$ від площі

водозбору; коефіцієнтів русло-заплавного регулювання і водообміну від площі водозборів.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 28.10.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Вступ. Географічне положення і рельєф; Ґрунти, рослинність, карст. Коротка кліматична характеристика	28.10-03.11.2021	65	задов.
2	Гідрологічна вивченість та особливості водного режиму стоку річок східної частини північного схилу Кримських гір.	04.11-10.11.2021	65	задов.
3	Однорідність, циклічність і тренди у часових рядах максимального стоку теплої періоду на річках північно-східного схилу Кримських гір	11.11-17.11.2021	70	задов.
4	Статистичні параметри характеристик максимального стоку теплої періоду на річках північно-східного схилу Кримських гір	18.11-23.11.2021	65	задов.
	Рубіжна атестація	22.11 - 26.11.2021		
5	Методика, запропонована для нормування характеристик максимального стоку паводків теплої періоду на річках східної частини північного схилу Кримських гір	24.11-01.12.2021	75	добре
6	Обґрунтування параметрів розрахункової схеми максимального стоку паводків для пічок східної частини північного схилу Кримських гір	02.12-04.12.2021	75	добре
7	Перевірка точності розрахунку максимального стоку паводків для пічок східної частини північного схилу Кримських гір. Висновки.	05.12-07.12.2021	75	добре
	Перевірка роботи на плагіат, підписання авторського договору	08.12-09.12.2021		
	Підготовка доповіді, презентації	09.12-21.12.2021		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		70	задов.

Студент Фісенко О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи Гопцій М.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

до кваліфікаційної роботи магістра гр. МЗГ-20

Фісенко Олександра Валентиновича

за темою: *«Розрахунок максимального стоку паводків теплового періоду річок північно-східного схилу Кримських гір»*

Актуальність теми: Дослідження максимального стоку, під час якого нерідко формуються катастрофічні по величині і наслідках паводки, завжди залишається актуальною проблемою для народного господарства та людства.

Мета і задачі дослідження: розробка регіональної методики визначення характеристик максимального стоку дощових паводків теплового періоду для річок північно-східного схилу Кримських гір, яка базується на сучасних даних спостережень.

Об'єкт і предмет дослідження: максимальний стік паводків теплового періоду на річках північно-східного схилу Кримських гір

Методи дослідження: аналітичний, статистичний, узагальнення.

Результати, їх новизна, теоретичне та практичне значення: практичне значення отриманих результатів дослідження полягає в розробці регіональних параметрів розрахункової формули, які дозволять на регіональному рівні вирішувати питання пов'язані із розрахунком характеристик максимального стоку дощових паводків в теплий період.

Рекомендації щодо використання результатів роботи з зазначенням галузі застосування: використання запропонованої методики можливо для потреб водного господарства при експлуатації гідротехнічних споруд, при виконанні протипаводкових заходів.

Структура і обсяг роботи:

- кількість сторінок – 47
- кількість рисунків – 15
- кількість таблиць – 10
- кількість літературних джерел – 15

Перелік ключових слів: *максимальний стік, паводки, теплий період, шар стоку, методика*

SUMMARY

to the qualifying work of the master gr. MZG-20

Fisenko Alexander Valentinovich

on the topic: *Calculation of the Maximum Runoff during Floods in the Rivers at the Northeastern Slope of the Crimean Mountains in the Warm Period*

Relevance of the topic: The study of maximum runoff, during which catastrophic floods are often formed in magnitude and consequences, always remains an urgent problem for the national economy and humanity.

The purpose and objectives of the study: development of a regional methodology for determining the characteristics of the maximum runoff of warm floods for rivers of the northeastern slope of the Crimean Mountains, which is based on current observations.

Object and subject of research: maximum runoff of warm period floods on the rivers of the north-eastern slope of the Crimean mountains.

Research methods: analytical, statistical, generalization.

Results, their novelty, theoretical and practical significance: the practical significance of the results of the study is to develop regional parameters of the calculation formula that will solve at the regional level issues related to calculating the characteristics of maximum rainwater runoff in the warm period.

Recommendations for the use of the results of work with the indication of the field of application: the use of the proposed method is possible for the needs of water management in the operation of hydraulic structures, in the implementation of flood control measures.

Structure and scope of work:

- *number of pages* - 47
- *number of drawings* - 15
- *number of tables* - 10
- *number of literary sources* - 15

List of key words: *maximum runoff, floods, warm period, runoff layer, methodology*

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Фізико-географічні умови формування максимального стоку теплового періоду на річках північно-східного схилу Кримських гір	9
1.1 Географічне положення і рельєф	9
1.2 Ґрунти, рослинність, карст	12
1.3 Коротка кліматична характеристика	15
1.4 Гідрологічна вивченість та особливості водного режиму стоку річок східної частини північного схилу Кримських гір	18
2 Статистичний аналіз часових рядів характеристик максимального стоку теплового періоду на річках північно-східного схилу Кримських гір	20
2.1 Однорідність, циклічність і тренди у часових рядах максимального стоку теплового періоду на річках північно-східного схилу Кримських гір	20
2.2 Статистичні параметри характеристик максимального стоку теплового періоду на річках північно-східного схилу Кримських гір ..	22
3 Методика нормування характеристик максимального стоку теплового періоду на річках північно-східного схилу Кримських гір	28
3.1 Методика, запропонована для нормування характеристик максимального стоку паводків теплового періоду на річках східної частини північного схилу Кримських гір	28

.....	
3.1.1 Оцінка точності вихідної інформації по максимальному стоку паводків теплого періоду досліджуваної території	29
3.1.2 Визначення характеристик максимального стоку різної забезпеченості	29
3.1.3 Дослідження впливу зональних та а зональних факторів на величину шарів стоку паводків	31
3.1.4 Просторове узагальнення максимальних шарів стоку паводків теплого періоду на річках східної частини північного схилу Кримських гір	34
3.2 Обґрунтування параметрів розрахункової схеми максимального стоку паводків для пічок східної частини північного схилу Кримських гір	36
3.3 Перевірка точності розрахунку максимального стоку паводків для пічок східної частини північного схилу Кримських гір	41
Висновки.....	44
Перелік джерел посилання.....	46

ВСТУП

Дослідження максимального стоку, під час якого нерідко формуються катастрофічні по величині і наслідках паводки, завжди залишається актуальною проблемою для народного господарства та людства.

Основною *метою* кваліфікаційної роботи магістра є розробка регіональної методики визначення характеристик максимального стоку дощових паводків теплового періоду для річок північно-східного схилу Кримських гір, яка базується на сучасних даних спостережень.

Практичне значення одержаних результатів дослідження дозволить на регіональному рівні вирішувати питання пов'язані із розрахунком характеристик максимального стоку дощових паводків в теплий період.

Об'єктом та предметом дослідження є максимальний стік паводків теплового періоду на річках північно-східного схилу Кримських гір.

Завдання:

- проаналізувати фізико-географічні умови формування паводків на річках досліджуваної території;
- виконати статистичний аналіз сучасної бази даних характеристик максимального стоку паводків теплового періоду;
- оцінити однорідність, циклічності та тренди в рядах стоку;
- визначити та узагальнити по території параметри запропонованої методики для визначення максимального стоку дощових паводків.

У *першому* розділі проаналізовані фізико-географічні умови формування паводків на річках північно-східного схилу Кримських гір у теплий період року.

У *другому* розділі виконано статистичний аналіз часових рядів спостереження максимальних витрат води та шарів стоку паводків теплового періоду.

У *третьому* розділі виконана розробка методики для визначення величини максимального стоку паводків теплового періоду на річках північно-східного схилу

Кримських гір та на регіональному рівні обґрунтовані параметри розрахункової формули.

Результати магістерської роботи представлялися у вигляді доповідей на університетській конференції з публікацією тез-доповідей та семінарах кафедри гідрології суші.

Оригінальність роботи за text.ru в середньому становить – 77,25%.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ТЕПЛОГО ПЕРІОДУ НА РІЧКАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО СХИЛУ КРИМСЬКИХ ГІР

1.1 Географічне положення і рельєф

Досліджувана територія розташована на північно-східному схилі Кримських гір, де найбільш велика за площею басейну та за довжиною є річка Салгир зі своїми притоками (Біюк-Карасу, Малий Салгир, Бештерек, Зуя, Бурульча, Кучук-Карасу, Кизил-Коба), а також Су-Індол та ін. (рис.1.1).

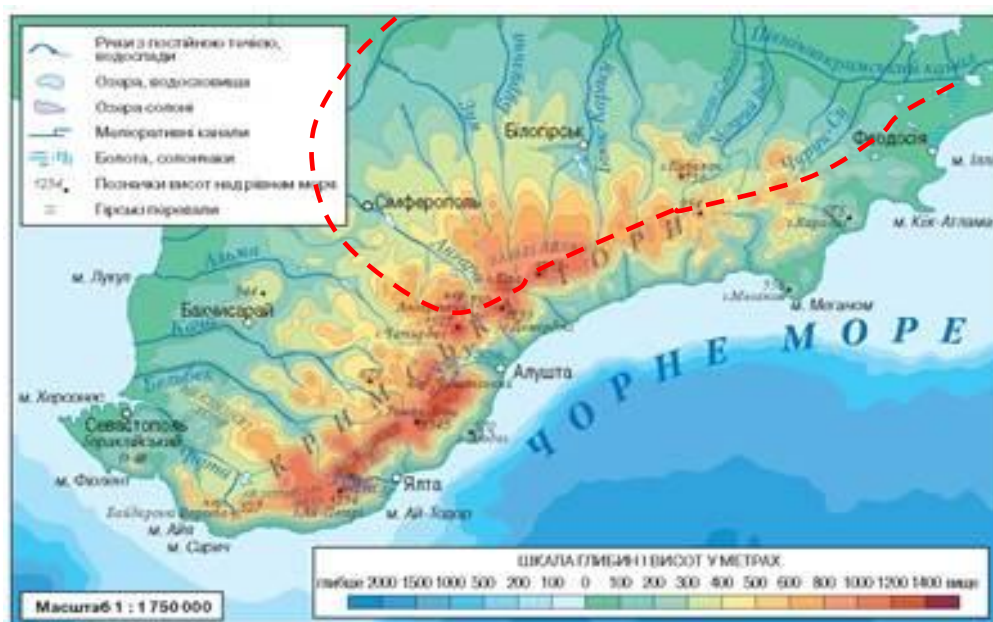


Рисунок 1.1 - Карта-схема географічного положення Криму [1]

Виток р. Салгир починається від місця злиття річок Кизил-Коба та Ангара вище с. Перевальне. Салгир та Біюк-Карасу разом представляють найбільшу в Криму річкову систему, які беруть початок на північних схилах Головної гряди Кримських гір. Загальна довжина р. Салгир (з 14-тьма своїми притоками) – 923 км. Площа водозбору р. Салгир – 3750км². [2].

Салгир після злиття річок Ангара і Кизил-Коба спочатку тече в ущелині, складеній вапняками; біля с. Аян вони змінюються глинистими сланцями, долина значно розширюється, набуває ящикоподібну форму; в середній течії вона також широка, виключаючи суджений ділянку в місці прориву середньої гряди.

Вся система куест об'єднана Внутрішньою і Зовнішньою грядами, яку розділяє поздовжня долина. Формування куестового рельєфу обумовлене моноклінальним заляганням порід з різною їх стійкістю до руйнування і розвитку субсеквентних річкових долин. Внутрішня передгірна гряда тягнеться від Інкерманських висот до гори Агармиш. Зовнішня куестова гряда витягнута від Гераклеїського півострова (мис Фіолент) в північно-східному напрямку, паралельно Внутрішній гряді, і закінчується північно-західніше міста Старий Крим. Довгі і пологі схили гряди носять характер піднесеного злегка нахиленого плато, непомітно переходить у степову область рівнинного Криму, де вапняково-мергелисті породи перекриті пухкими континентальними глинисто-щебнієвими відкладеннями і покривом алювіально-пролювіальних галечників [2].

Південна найбільш піднесена частина рівнини характеризується пологопохилою до півночі поверхнею. На півдні вона поступовим переходом з'єднується з поверхнею схилів Зовнішньої передгірської гряди. Південна частина рівнини зазнала більш значних підняття, що визначило більш інтенсивне горизонтальне і вертикальне розчленовування рельєфу. Для нього характерна горбистість з м'якими обрисами завдяки розвитку пролювіально-делювіальних шлейфів як у центральних частинах водорозділів, так і на схилах. У деяких місцях, де процеси площинного змиву були особливо сильними, суглинні породи опинилися повністю розмитими, тому на поверхні виступають згладжені брили корінних вапнякових порід. Однак вони не порушують загального зазначеного вище характеру в будові рельєфу південної частини району, що виділяється в окремий підрайон - передгірську піднесену похилу аккумулятивну рівнину з широким розвитком пролювіальних-делювіальних шлейфів і ерозійних форм [2].

На північ рівнина швидко знижується і стає більш пологою.

Південно-східна частина району, що примикає до схилів Зовнішньої передгірної гряди, в четвертинний час була залучена в зону піднять, що поширилися з області Гірського Криму. Це зумовило піднесеність південно-східної частини району.

Ліва притоку Мокрого Індолу – Су-Індол (Індол) – бере свій початок на північному схилі Головної гряди на висоті 750 м з джерел, які виходять вздовж русла, біля гори Караколь. Довжина річки – 27 км, площа водозбору – 121 км². Долина річки V-подібна, нижче – трапецієвидна. Приймаючи води з ближніх балок та струмків, Су-Індол стає більш багатоводним, долина його розширюється. Перед Тополівкою річка тече в міжгрядовому пониженні між горами Головної та Внутрішньої гряд. Основні притоки Індолу – Орталанка і Куртінська – впадають в нього з правого берега. Лівобережні притоки Сазіх-Дере і Баймурза починаються на Північно-західних схилах гори Кокташ.

Район Присивашся являє собою рівнину. Початок формування сучасного рельєфу пов'язане з регресією моря в кінці пліоцену і встановленням континентального режиму. Переважання в четвертинний час опускань над підняттями, які взагалі характерні для розвитку розташованих тут структур (Сивашської і Індольської западин), зумовило розвиток значної потужності четвертинних континентальних відкладень.

В геоморфологічному відношенні Присивашська рівнина являє собою низинну пліоценову морську терасу, межа якої проходить по лінії Роздільне-Джанкой-Нижньогірське-Радянське-Кіровське. Поверхня її порушується неглибоко врізаними широкими річковими долинами і балками, що мають пологі схили, які поступово зливаються зі схилами водорозділів. Горизонтальне розчленування незначне. Платформна структура степової області рівнинного Криму відрізняється складною будовою та історією тектонічного розвитку, що відбилося в його рельєфі. Прогинання і опадонакопичення було властиво північним рівнинам, а підняття і розмив - Гірському Криму. У тектонічному відношенні півострів неоднорідний і розташовується в межах двох геообластей -

Кримського складчастого підняття і платформної області рівнинного Криму. За геологічною будовою басейн річки Салгир розташований на осадових породах крейдових і юрських відкладень, які представлені аргілітами і глинами з прошарками пісковиків, вапняків та конгломератів [2].

1.2 Ґрунти, рослинність, карст

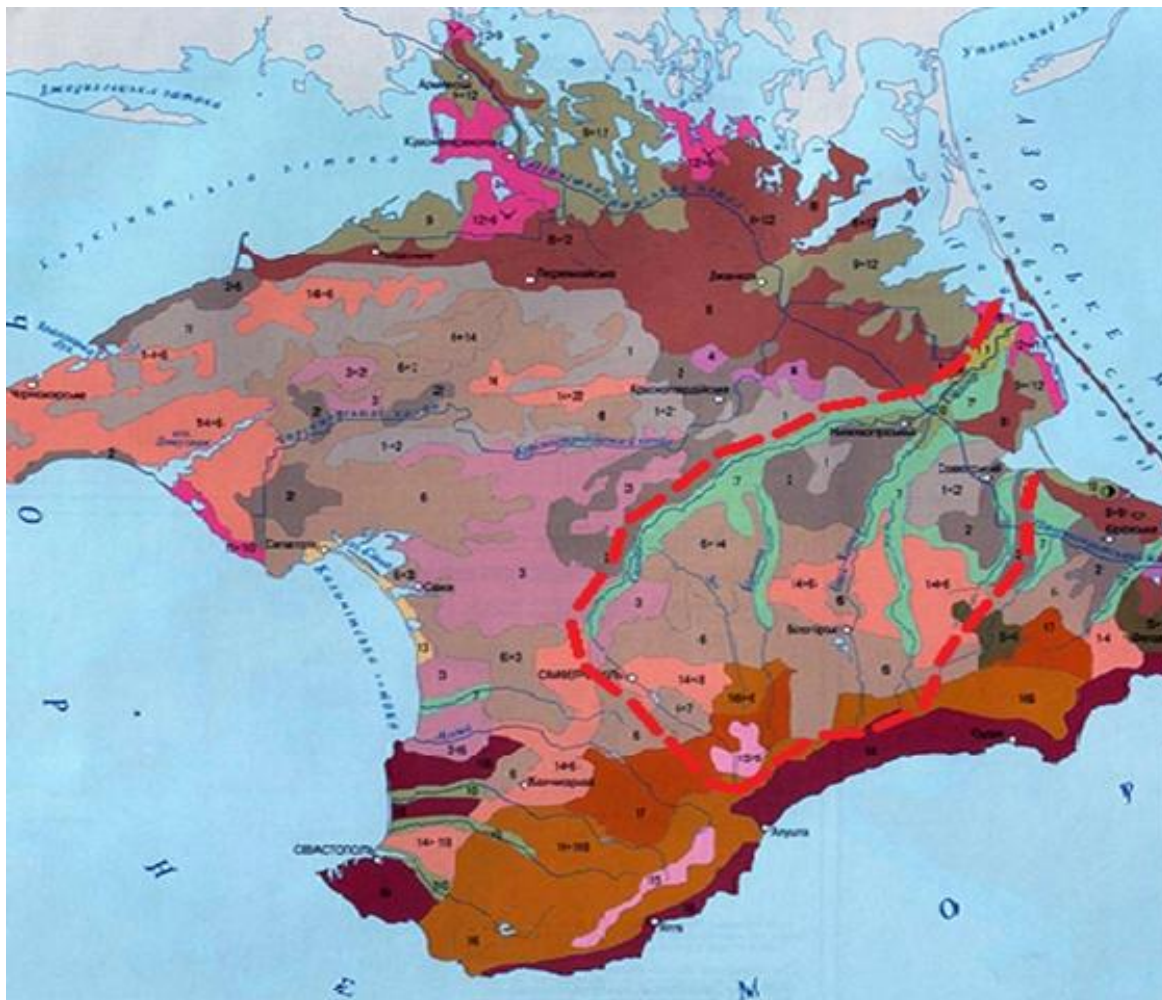
Різноманітність природно-історичних умов формування Кримського півострова призвело до утворення ґрунтового покриву, різного за своїм розвитком, хімічним складом і водно-хімічними властивостями [2].

Ґрунтовий покрив в басейні річки Салгир та її притоків неоднорідний. В основному представлений чорноземами південними, луговими, темно-каштановими, гірськими, дерново-карбонатними ґрунтами і солонців (рис. 1.2).

Рослинний покрив Кримського півострову відрізняється великою різноманітністю. Тут спостерігаються найрізноманітніші типи рослинності, від пустельних солянкових співтовариств засолених низовин Присивашся і ковилово-типчакових степів Керченського півострова до дубових, букових і хвойних лісів, що формуються в гірських поясах. Платоподібна вершина головної гряди Кримських гір зайнята своєрідними густотравними луковими степами або луками (рис. 1.3).

На більшій частині території рослинність дуже сильно піддавалася впливу людини. Майже вся степова (рівнинна) зона і значна частина передгір'їв в даний час вже розорані. Під впливом дуже сильного, непомірного випасу йде деградація травостою в бік зростання ролі злаків і бобових, замість яких збільшується питома вага різних бур'янистих і рослин, непридатних до вживання. Ущільнення ґрунту при сильному, непомірному випасі веде до його висушування, в результаті чого на випасних ділянках починають з'являтися деякі рослини пустельного типу.

Під впливом інтенсивного випасу руйнується поверхневий, дерновий горизонт, який скріплює ґрунт і оберігає її від розмиву. Таким чином, збиті випасом ділянки рослинності стають більш схильними до ерозії.

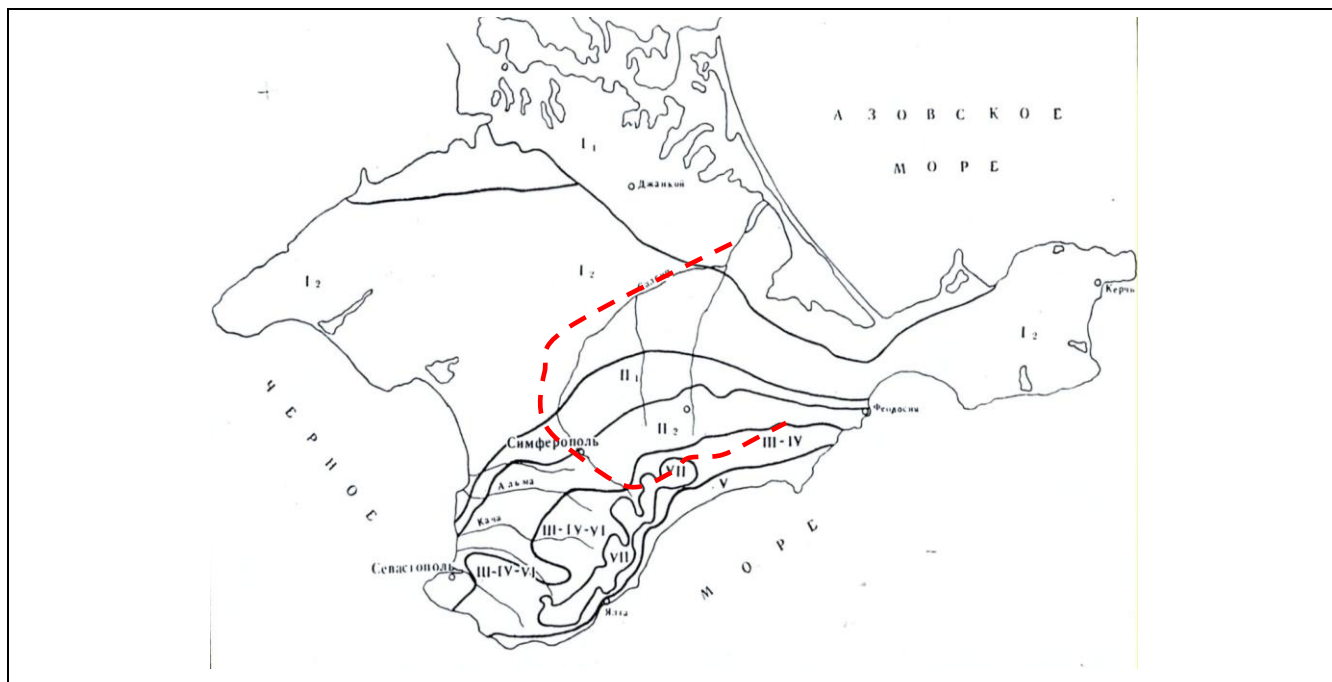


Умовні позначення:

	Чорноземи південні слабогумусовані		Лучні та чорноземно-лучні ґрунти
	Чорноземи південні міцелярно-карбонатні та міцелярно-висококарбонатні		Лучні та чорноземно-лучні солонцюваті ґрунти
	Чорноземи південні середньо- та важкоглинисті (на червоно-бурих глинах)		Солонці
	Чорноземи південні залишково-солонцюваті		Піщані примітивні ґрунти
	Чорноземи злиті солонцюваті на важких глинах		Дернові карбонатні ґрунти
	Чорноземи залишково-карбонатні		Горно-лучні чорноземновидні та гірські лучно-степові ґрунти
	Лучно-чорноземні ґрунти		Бурі гірсько-лісові ґрунти

	Темно-каштанові ґрунти, у тому числі солонцюваті		Буроземи гірські остепнені
	Лучно-каштанові солонцюваті ґрунти		Коричневі гірські щебеневі ґрунти

Рисунок 1.2 – Ґрунтовий покрив Кримського півострова [1]



Умовні позначення:

I – степова (рівнинна) зона; I₁ – підзона пустинних степів; I₂ – підзона типових степів; II – лісостеповий підгірний пояс; II₁ – підпояс лугово-степовий; II₂ – підпояс лісостеповий; III, IV, VI – лісові пояси (III – дубових лісів, IV – букових та грабових лісів, VI – хвойних лісів); V – шибляковий

Рисунок 1.3 – Рослинна поясність Кримського півострова [2]

Карст. Однією з важливих особливостей підстилаючої поверхні досліджуваної території являється карст. Вплив карсту на максимальний стік досить суперечливий. З одного боку, поглинання закарстованими гірськими масивами талих і дощових вод сприяє зниженню максимального стоку, з іншого боку, у верхів'ях річок, що беруть початок з потужних карстових джерел, спостерігається різке карстове скидання, в результаті чого максимальний стік підвищується. По характеру впливу на стік річок виділяють область живлення та

область розгрузки карсту. При наявності карстованих порід межі поверхневих та підземних водозборів можуть не співпадати. В результаті цього опади, які випадають на одному поверхневому водозборі, можуть виявитися в вигляді ґрунтових вод на іншому.

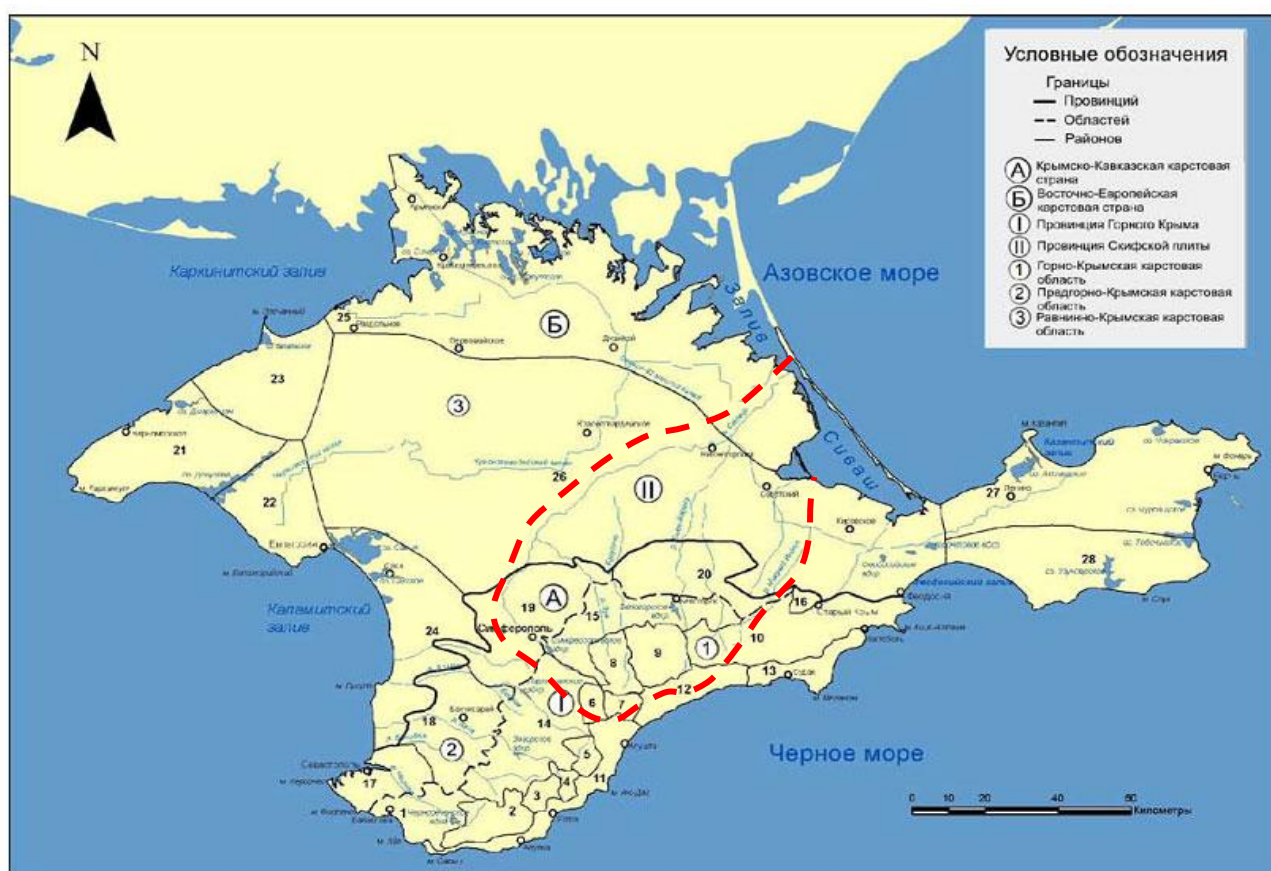
В зв'язку з особливостями геологічної будови Кримського півострова, історією розвитку столових масивів, хімічним складом порід, а також характером кліматичних умов та ґрунтово-рослинним покривом на яйлинських плато спостерігається цілий комплекс форм поверхневого та підземного карсту [3]. Поряд з найдрібнішими карстовими формами у вигляді невеликих борозен, западин, отворів, розвинених на вапняках, в Кримських горах часто зустрічаються каррові поля, різні за формою і величиною воронки, глибокі колодязі, тріщини і величезні печери з натічними формами.

Плато Чатирдаг являє собою яскравий приклад території, на якій процеси карстування домінують над іншими сучасними процесами. Його поверхня являє собою низку вирів і пологих увалів. В цілому середня частина плато дренає всю поверхню масиву через систему понорів і колодязів, що з'єднують поверхню і підземні порожнини. Всю систему можна представити як великий вир з областю збору приблизно 40 км². На території басейну Салгиру знаходиться також відоме плато Демерджи та найдовша карстова порожнина Криму Червона печера [4].

На рис. 1.4 представлена схема районування карсту Кримського півострова. Відповідно до карти, басейн Салгиру, його притоків та басейну Су-Індолу входять до Кримсько-Кавказької карстової (провінція Гірського Криму) та Східно-Європейської карстової (провінція Скіфської плити) країн.

1.3 Коротка кліматична характеристика

Одним з основних чинників формування стоку річок північно-східного схилу Кримських гір є клімат. Особливості клімату Криму визначаються найголовнішими факторами кліматотворення: радіаційним режимом, своєрідністю циркуляції атмосфери, впливом Чорного моря і характером рельєфу. Кримський півострів розташований у зоні недостатнього зволоження, на крайньому півдні помірного кліматичного поясу, що межує з субтропічним.



Умовні позначення:

А. Кримсько-Кавказька карстова країна.

I. Провінція Гірського Криму.

1. Гірничо-Кримська карстова область, карстові райони: 1. Байдаська-Балаклавський; 2. Аїк-Петринський; 3. Ялтинський; 4. Нікітський-Гурзуфський; 5. Бабуганський; 6. Чатирдагський; 7. Демерджинський; 8. Долгоруковський; 9. Карабійський; 10. Східно-Кримський; 11. Західно-Південнобережний; 12. Східно-Південнобережний; 13. Судакський; 14. Качинський-Курцовське; 15. Салгирско-Індолський; 16. Агармишський.

2. *Передгірно-Кримська карстова область, карстові райони*: 17. Севастопольський; 18. Бахчисарайський; 19. Сімферопольський; 20. Білогірський.

Б. Східно-Європейська карстова країна.

II. Провінція Скіфської плити.

3. *Рівнинно-Кримська карстова область, карстові райони*: 21. Західно-Тарханкутський; 22. Східно-Тарханкутський; 23. Північно-Тарханкутський; 24. Альмінський; 25. Присивашський; 26. Центрально-Кримський; 27. Північно-Керченський; 28. Південно-Керченський.

Рисунок 1.4 - Схема районування карсту Кримського півострова [4]

Незважаючи на відносно малі розміри півострова, кліматичні умови в межах його окремих частин мають значні відмінності [2]. Враховуючи той факт, що р.Салгир перетинає практично весь півострів по діагоналі, його басейн розташований практично у всіх кліматичних зонах, виключаючи субсередземноморський. Клімат північної рівнинної частини помірно континентальний з короткою малосніжною зимою і помірно посушливим літом.

За характером температурного режиму в Криму чітко виділяються три окремих райони:

- степова частина з континентальним кліматом;
- Чорноморське узбережжя;
- гірський район з вертикальною зональністю клімату.

Відповідно, досліджувана територія розташована в першому та третьому районах. У горах зниження температури, виражене в градусах на кожні 100 м висоти, становить: у січні 0,65, у квітні 0,57, в липні 0,72, в жовтні 0,55 і за рік 0,62. У Степовому Криму позитивні температури в січні спостерігаються в 39% всіх років. Середня температура найхолоднішого місяця (січня) змінюється від -0,1 до -2,9⁰С, а самого теплого (липня) – від +22,1 до +23,8⁰С [1].

Атмосферні опади відрізняються великою мінливістю в просторі і в часі. Річна сума опадів коливається в залежності від частини басейну в межах від менше 400 мм (район Присивашшя) до 800 мм (гірська частина басейну Салгир) (рис.1.5); 80–85% річної суми опадів у Криму випадає у вигляді дощу.

Сніговий покрив у Криму буває щороку, але відрізняється крайньою нестійкістю, за винятком гірських районів. Для зими характерні чергування відлиг з морозними періодами. Найбільшої висоти сніговий покрив Головної гряди досягає в лютому (40-130 см). Внутрішня гряда покривається снігом лише на 30%. На Зовнішній гряді снігу випадає стільки ж, як і на рівнинній частини півострова. У степовій частині стійкий сніговий покрив буває дуже рідко (1 раз на 5-7 років) [5].

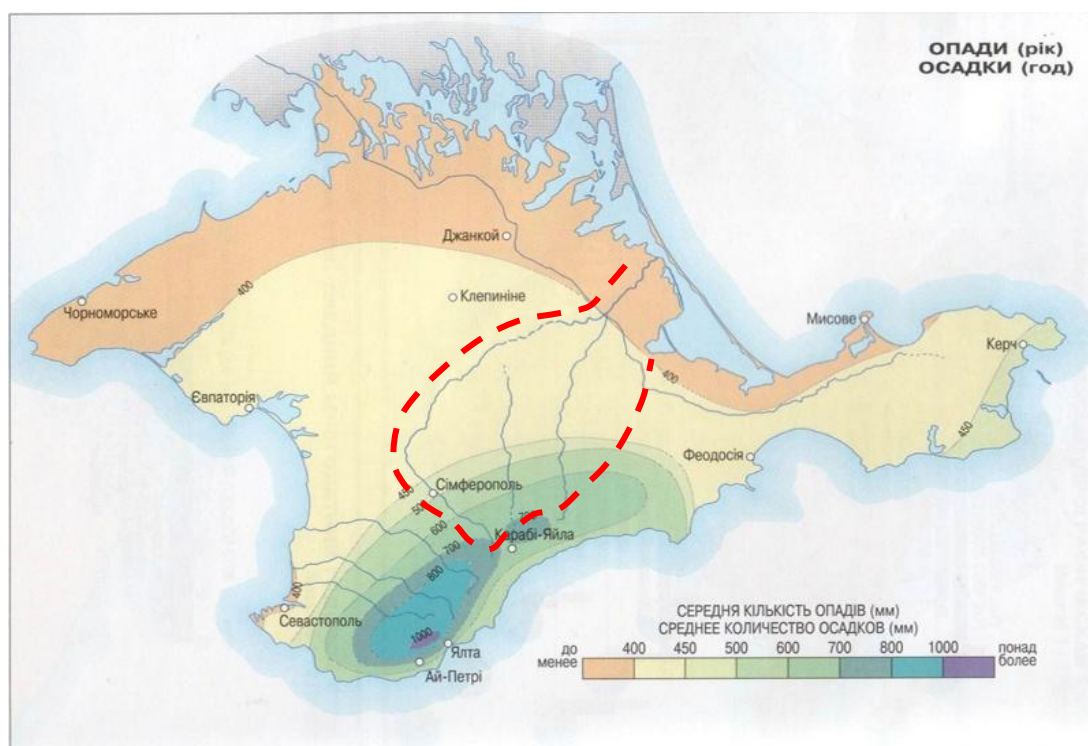


Рисунок 1.5 - Карта середньої кількості опадів Кримського півострова [1]

1.5 Гідрологічна вивченість та особливості водного режиму стоку річок східної частини північного схилу Кримських гір

Початок стаціонарних гідрометричних спостережень датується з кінця XIX століття.

Під час Великої Вітчизняної війни гідрологічна мережа складалася з 18 гідропостів. Після звільнення Криму, з травня по жовтень 1944 р. майже вся гідрологічна мережа була відновлена і до 1950 р. складалася з 43 гідропостів.

В 90-ті роки XX ст. з економічних міркувань пройшла хвиля скорочення гідропостів. Всього ж за час існування гідрометричних мережі в Криму в різний час був відкритий 191 гідропост.

Але на сьогодні гідрологічна мережа доволі бідна і спостереження за стоком в період проходження максимальних витрат води налічує до 10-ти гідропостів [4].

Вивченість річок Криму є недостатньою, що пов'язано з нерівномірним розміщенням гідрологічної мережі (рис.1.6).

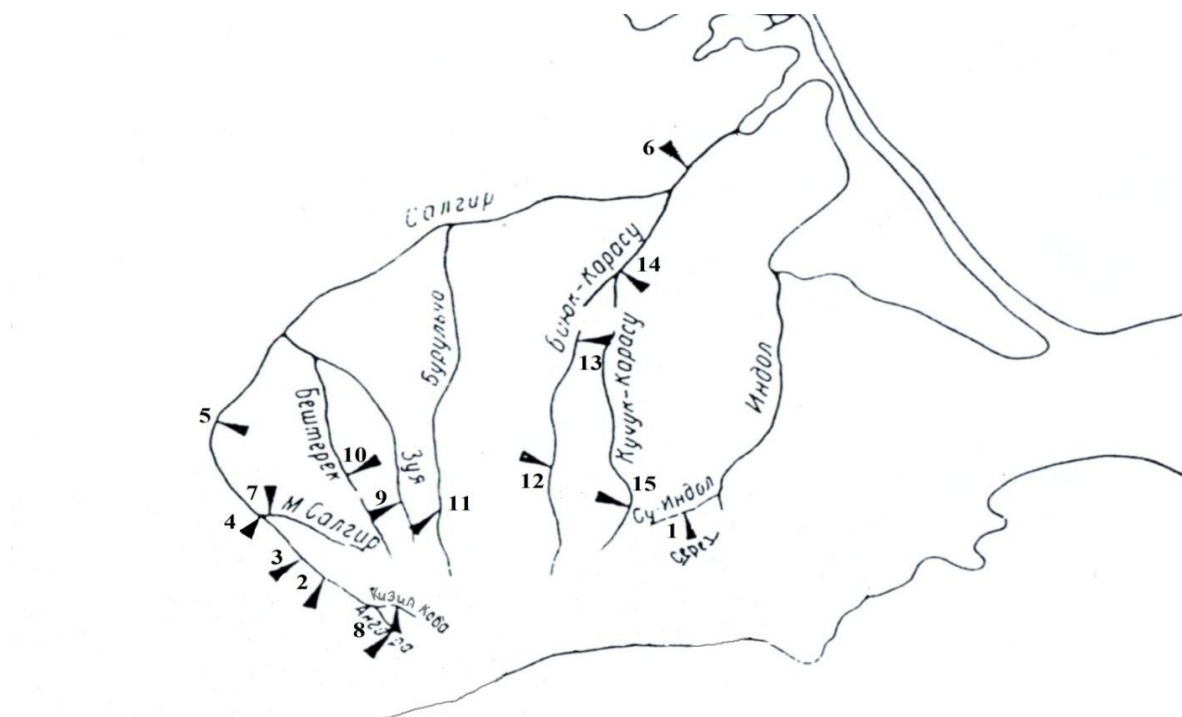


Рисунок 1.6 – Карта-схема розміщення гідрологічної мережі

В даний час на Салгирі і його притоках діє 10 гідропостів (рис.1.8). У різний час було відкрито і закрито ще 9 гідропостів (р.Салгир - с.Сорокіно, р.Салгир – с.Гвардійське, Ангара – с.Краснопещерне, р.Зух - с.Баланово). Період

спостережень на гідропостах становить від 8 до 56 років. На р. Су-Індол діє пост в с.Тополівка з 1926р.

2 СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ ХАРАКТЕРИСТИК МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ТЕПЛОГО ПЕРІОДУ НА РІЧКАХ ПІВНІЧНО- СХІДНОГО СХИЛУ КРИМСЬКИХ ГІР

2.1 Однорідність, циклічність і тренди у часових рядах максимального стоку теплового періоду на річках північно-східного схилу Кримських гір

Використання критеріїв однорідності у гідрологічних розрахунках зазвичай стосується різних частин одного і того ж ряду. Перевірці у такий спосіб повинні підлягати доволі тривалі ряди (бажано не менше 40 членів).

У випадках, коли у розпорядженні дослідника є порівняно короткі ряди спостережень, найчастіше використовується критерій Стюдента. Але за його допомогою оцінюється однорідність рядів, котрі характеризуються досить близькими значеннями дисперсій.

Для перевірки гіпотези однорідності дисперсій частіше за все використовується критерій Фішера, у чисельнику якого використовується більше значення дисперсії з двох досліджуваних рядів.

Уїлкоксон [8] запропонував непараметричний метод перевірки гіпотез однорідності, що дозволяє здійснювати перевірку залежних вибірок у тих випадках, коли дані вимірювань попарно взаємопов'язані. Надалі цей критерій був удосконалений Манном й Уїтні і є одним із рекомендованих у нормативних документах для оцінки однорідності стокових рядів.

Для аналізу були використані дані постів з періодом спостережень більше 40 років, а результати наведені в табл. 2.1, 2.2. Аналізуючи отримані результати по оцінці однорідності, слід відмітити, що характеристики максимального стоку дощових паводків для річок східного схилу Кримських гір можна вважати однорідною.

Але є і винятки по окремих гідрологічним постам, що стосується максимальних витрат води, то тут неоднорідними виявились р.Су-Індолс.Тополівка та р.Кучук-Карасу-с.Богате на рівні значущості 5%. Для шарів

паводочного стоку на рівні значущості 5% ряд є неоднорідним по р.Салгир-с.Піонерське.

Таким чином, враховуючи оцінку однорідності вихідних рядів по максимального стоку паводків теплого періоду на річках досліджуваної території, можна зробити висновок, що можливе використання статистичних методів з метою отримання розрахункових характеристик.

Таблиця 2.1 – Оцінка однорідності максимальних витрат води для річок північно-східного схилу Кримських Гір

Річка-пост	n, років	Рівень значущості, %	Критерій Фішера		Висновок	Критерій Стьюдента		Висновок	Критерій Уїлкоксона	Загальний висновок
			F	$F_{кр}$		t	$t_{кр}$			
р.Су-Індол-с.Тополівка	80	1%	10,19	2,41	ні	2,1	2,65	так	так	так
		5%		1,94	ні		1,99	ні	так	ні
р.Салгир-с.Піонерське	56	1%	1,48	2,87	так	0,54	2,68	так	так	так
		5%		2,21	так		2,01	так	так	так
р.Ангара-с.Перевальне	58	1%	2,61	2,81	так	0,8	2,67	так	так	так
		5%		2,17	ні		2,01	так	так	так
р.Бурульча-с.Межигір'я	65	1%	1,95	2,71	так	1,18	2,66	так	так	так
		5%		2,12	так		2,00	так	так	так
р.Біюк-Карасу-м.Білогірськ	44	1%	2,47	3,68	так	0,61	2,72	так	так	так
		5%		2,62	так		2,03	так	так	так
р.Кучук-Карасу-с.Богате	59	1%	18,00	2,81	ні	2,04	2,67	так	так	так
		5%		2,17	ні		2,00	ні	так	ні

Таблиця 2.2 – Оцінка однорідності шарів паводочного стоку для річок північно-східного схилу Кримських Гір

Річка-пост	n, років	Рівень значущості, %	Критерій Фішера		Висновок	Критерій Стьюдента		Висновок	Критерій Уїлкоксона	Висновок
			F	F _{кр}		t	t _{кр}			
р.Су-Індол-с.Тополівка	82	1%	2,72	2,45	ні	0,35	2,65	так	так	так
		5%		1,96	ні		1,995	так	так	так
р.Салгир-с.Піонерське	56	1%	2,65	2,81	так	2,65	2,67	так	так	так
		5%		2,17	ні		2,007	ні	ні	ні
р.Ангара-с.Перевальне	59	1%	1,61	2,81	так	0,16	2,67	так	так	так
		5%		2,17	так		2,01	так	так	так
р.Бурульча-с.Межигір'я	65	1%	1,057	2,71	так	0,49	2,67	так	так	так
		5%		2,12	так		2,003	так	так	так
р.Біюк-Карасу-м.Білогірськ	43	1%	1,69	3,68	так	0,54	2,72	так	так	так
		5%		2,62	так		2,03	так	так	так
р.Кучук-Карасу-с.Богате	60	1%	1,92	2,81	так	0,8	2,67	так	так	так
		5%		2,17	так		2,01	так	так	так

2.2 Статистичні параметри характеристик максимального стоку теплового періоду на річках північно-східного схилу Кримських гір

Статистичні методи займають важливе місце при вирішенні багатьох задач і в першу чергу в галузі розрахунку характеристик максимального стоку [12].

В основі цього методу момнетів лежить визначення параметрів кривих розподілу з використанням статистичних моментів. Поняття моментів прийшло в статистику з механіки, де воно використовується для опису розподілу мас. У

статистиці значення дискретної випадкової величини представляється у вигляді матеріальної точки з масою пропорційною ймовірності з'явлення цієї випадкової величини [12].

При $C_v > 0.5$ застосування методу моментів у гідрологічних розрахунках не рекомендується [13].

Походження назви методу найбільшої правдоподібності пов'язане з застосуванням функції правдоподібності до визначення статистичних параметрів трьох-параметричного гама-розподілу С.М. Крицького та М.Ф. Менкеля [14].

З одного боку, функція правдоподібності це ймовірність сумісної появи вибірки в цілому. З другого, ймовірність сумісної появи події – це добуток ймовірностей появи кожної з подій. Отже, це добуток щільностей ймовірності усіх елементів вибірки, що містять у собі невідомий параметр, який треба оцінити.

Метод найбільшої правдоподібності – метод математичної статистики, у якому за оцінку невідомого значення параметру щільності ймовірності береться те його значення, при якому функція правдоподібності досягає свого максимуму для даної вибірки випадкової величини, звідки і пішла назва — метод найбільшої правдоподібності.

Метод найбільшої правдоподібності приводить до обґрунтованих оцінок з незначним зміщенням. Але вигляд розрахункових формул статистичних параметрів залежать від обраного закону розподілу випадкової величини. Є.Г.Блохін [15] застосував метод найбільшої правдоподібності до три-параметричного гама-розподілу С.М.Крицького та М.Ф.Менкеля [14]. Строге рішення приводить до складних трансцендентних рівнянь. У зв'язку з цим був запропонований спрощений прийом оцінки параметрів.

Статистична обробка проводилась по 13 постах за розрахунковий взято період з початку спостережень за стоком на річках по 2010 рік, у зв'язку з відсутністю даних по 2015 рік.

Результати статистичної обробки максимальних витрат води наведені у табл. 2.3. Значення коефіцієнтів варіації, розраховані за методом моментів, коливаються від 0,74 (р.Салгир-с.Роздільне, р.Салгир-с.Листвяне) до 1,81 (р.Кучук-Карасу-с.Богате), а коефіцієнти варіації, розраховані за методом найбільшої правдоподібності – від 0,75 (р.Салгир-с.Роздільне) до 1,91 (р.Кучук-Карасу-с.Богате). З метою порівняння цих величин побудовано графік (рис.2.1).

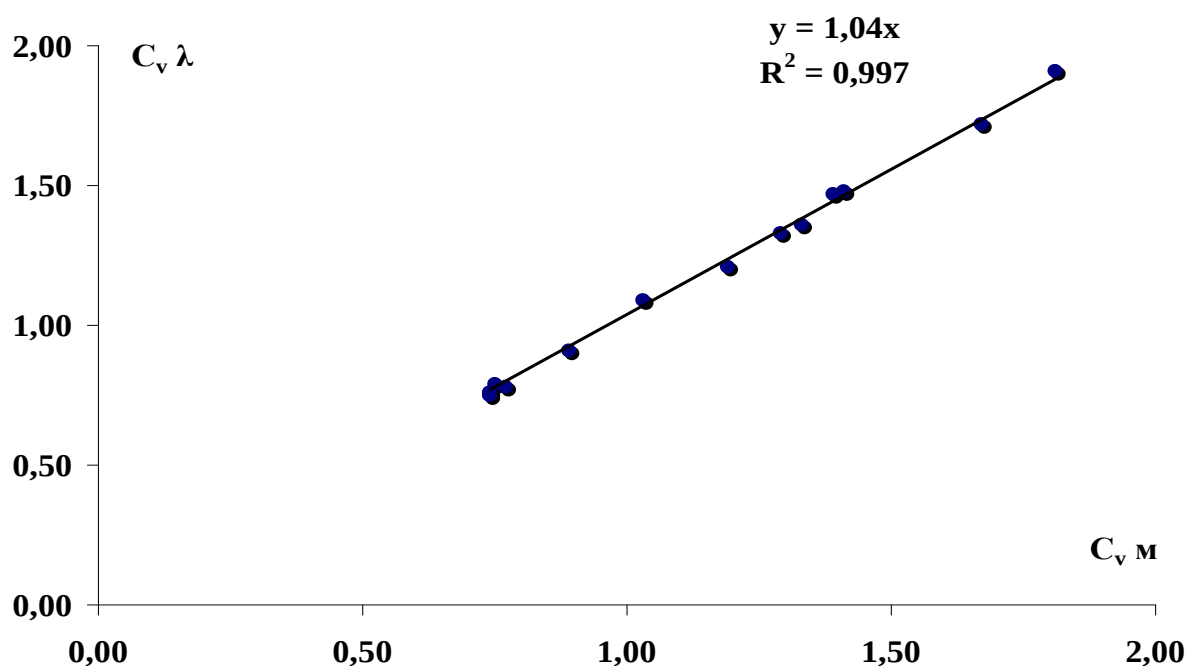


Рисунок 2.1 - Порівняння коефіцієнтів варіації розрахованих за методами моментів (вісь абсцис) і найбільшої правдоподібності (вісь ординат)

Отримане порівняння (рис.2.1) показує, що значення за методом найбільшої правдоподібності на 4% вище ніж значення за методом моментів. Але оскільки в нормативному документі [13] при значеннях $C_v > 0,5$ рекомендовано використовувати метод найбільшої правдоподібності, то в подальших розрахунках йому також було віддано перевагу.

Значення коефіцієнтів асиметрії максимальних витрат води за методом найбільшої правдоподібності C_s змінюється від 1,30 (р.Салгир-с.Листвяне) до 5,0

(р.Кучук-Карасу-с.Богате), а співвідношення C_s/C_v можна осереднити і прийняти на рівні 3,0.

Аналогічна статистична обробка проводилась і для шарів паводочного стоку по 13 постах (табл.2.4).

Значення коефіцієнтів варіації для шарів паводочного стоку, розраховані за методом моментів, коливаються від 0,76 (р.Салгир-с.Сорокине) до 1,65 (р.Біюк-Карасу-с. Зибіне), а коефіцієнти варіації, розраховані за методом найбільшої правдоподібності – від 0,80 (р.Салгир-с.Сорокине) до 1,82 (р.Біюк-Карасу-с. Зибіне).

Значення коефіцієнтів асиметрії за методом найбільшої правдоподібності C_s змінюється від 1,36 (р.Салгир-с.Роздільне) до 5,03 (р.Біюк-Карасу-с. Зибіне), а співвідношення C_s/C_v можна осереднити і прийняти на рівні 2,50.

Таблиця 2.3 – Статистична обробка максимальних витрат води для річок північно-східного схилу Кримських Гір

№ з/п	Річка-Пост	$F, \text{км}^2$	$Q, \text{м}^3/\text{с}$	$r(1)$	Метод моментів			Метод найбільшої правдоподібності		
					C_v	C_s	C_s/C_v	C_v	C_s	C_s/C_v
1	р.Су-Індол-с.Тополівка	71	8,05	0,04	1,67	3,57	2,10	1,72	4,79	2,80
2	р.Салгир-с.Сорокине	90	9,01	0,28	0,89	1,61	1,80	0,91	2,30	2,50
3	р.Салгир-с.Піонерське	261	19,6	0,01	1,33	2,72	2,00	1,36	3,61	2,70
4	р.Салгир-г.Сімферополь	321	21,1	0,00	1,03	2,77	2,70	1,09	4,13	3,80
5	р.Салгир-с.Роздільне	564	8,67	0,22	0,74	1,59	2,10	0,75	2,05	2,70
6	р.Салгир-с.Листвяне	3540	8,48	0,37	0,74	1,09	1,50	0,76	1,30	1,70
7	р.Ангара-с.Перевальне	38,3	9,52	0,08	1,29	2,44	1,90	1,33	3,12	2,30
8	р.Зуя-с.Баланове	48	1,77	0,00	1,41	1,98	1,40	1,48	2,71	1,80
9	р.Бурульча-с.Межигір'я	85	8,48	0,07	1,19	2,88	2,40	1,21	3,78	3,10
10	р.Біюк-Карасу-м.Білогірськ	275	12,0	0,19	0,77	1,77	2,30	0,78	2,17	2,80
11	р.Біюк-Карасу-с. Зибіне	601	10,4	0,36	0,75	1,33	1,80	0,79	1,84	2,30
12	р.Кучук-Карасу-с.Богате	89	10,7	0,08	1,81	3,43	1,90	1,91	5,00	2,60
13	р.Малий Салгир-г.Сімферополь	96	5,54	0,11	1,39	2,92	2,10	1,47	4,84	3,30

Таблиця 2.4 – Статистична обробка шарів паводочного стоку для річок північно-східного схилу Кримських Гір

№ з/п	Річка-Пост	F, км ²	Y, мм	r(1)	Метод моментів			Метод найбільшої правдоподібності		
					C _v	C _s	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v
1	р.Су-Індол-с.Тополівка	71	9	0,18	1,29	2,56	2,30	1,32	3,79	2,90
2	р.Салгир-с.Сорокине	90	19	0,12	0,76	1,13	1,50	0,80	1,52	1,90
3	р.Салгир-с.Піонерське	261	12	0,07	1,15	2,24	2,00	1,17	2,87	2,40
4	р.Салгир-г.Сімферополь	321	13	0,14	0,87	2,17	2,50	0,89	3,06	3,40
5	р.Салгир-с.Роздільне	564	4	0,53	0,82	1,10	1,30	0,85	1,36	1,60
6	р.Салгир-с.Листвяне	3540	2	0,27	0,97	1,37	1,40	1,02	1,80	1,80
7	р.Ангара-с.Перевальне	38,3	26	0,03	1,08	1,84	1,70	1,11	2,22	2,00
8	р.Зуя-с.Баланове	48	13	0,01	1,32	2,71	2,00	1,39	4,37	3,10
9	р.Бурульча-с.Межигір'я	85	21	0,09	0,96	1,89	2,00	0,97	2,25	2,30
10	р.Біюк-Карасу-м.Білогірськ	275	20	0,12	1,06	2,77	2,60	1,20	4,08	3,40
11	р.Біюк-Карасу-с. Зибіне	601	8	0,33	1,65	2,68	1,60	1,82	5,03	2,80
12	р.Кучук-Карасу-с.Богате	89	10	0,10	1,33	2,19	1,60	1,37	2,75	2,00
13	р.Малий Салгир-г.Сімферополь	96	4	0,18	1,13	2,50	2,20	1,18	3,86	3,30

З МЕТОДИКА НОРМУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ТЕПЛОГО ПЕРІОДУ НА РІЧКАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО СХИЛУ КРИМСЬКИХ ГІР

3.1 Методика, запропонована для нормування характеристик максимального стоку паводків теплового періоду на річках східної частини північного схилу Кримських гір

Базове рівняння для розробки методики для нормування характеристик максимального стоку для річок північно-східної частини Кримських гір для теплового періоду року за моделлю ізохрон має вигляд редукційної формули:

$$q_m = q'_m \psi(t_p / T_0) \varepsilon_F \quad (3.1)$$

де q'_m - максимальний модуль схилового припливу, що дорівнює:

$$q'_m = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_m = k_0 Y_m \quad (3.2)$$

k_0 – коефіцієнт трансформації схилового стоку;

Y_m – шар стоку за повінь або паводок;

$\frac{n+1}{n}$ – коефіцієнт часової нерівномірності схилового припливу;

$\psi(t_p / T_0) \varepsilon_F$ - трансформаційна функція:

$$\psi(t_p / T_0) \varepsilon_F = \frac{1}{(F+1)^{n_1}} \quad (3.3)$$

3.1.1 Визначення характеристик максимального стоку різної забезпеченості

Використовуючи нормовані ординати розподілу Пірсону III типу $\Phi=f(P,C_s)=(k_p-1)/C_v$, що приведені в таблицях нормативного документа [19] розрахунковий шар стоку заданої ймовірності перевищення визначаються за формулою вигляду:

$$Y_p = k_p Y_m \quad (3.4)$$

де k_p - модульні коефіцієнти, які вибирають з таблиці залежно від співвідношення C_s/C_v , заданої забезпеченості $P_{1\%}$ і коефіцієнта варіації C_v .

По формулі (3.4) розраховуються шари стоку заданої забезпеченості. Отримані результати представлені в табл. 3.1. Як видно з табл. 3.1 найбільше значення паводкового стоку 1% забезпеченості 49,9 мм р.Салгир – с.Двуріччя, а найменше максимальне значення шару паводкового стоку 22,5 мм р.Малий Салгир – м.Салгир.

3.1.2 Оцінка точності вихідної інформації по максимальному стоку паводків теплового періоду досліджуваної території

Для об'єктивної оцінки точності обчислення характеристик максимального стоку різної вірогідності перевищення можна визначити їх середню квадратичну похибку, за допомогою кривої Пірсона III типу, виходячи з двох перших вибірових статистичних моментів і заданого співвідношення між коефіцієнтами варіації і асиметрії по методиці Г.А. Алексєєва [21].

Таблиця 3.1 - Розрахунок максимальних шарів стоку паводків теплого періоду різної забезпеченості (P = 1, 3, 5, 10%) при Cs=2,5Cv

№	Річка - пост	$\bar{Y}$, мм	Cv	Y _{1%} , мм	Y _{3%} , мм	Y _{5%} , мм	Y _{10%} , мм
1	Су-Індол - Тополівка	10,1	0,55	30,2	24,4	21,6	17,9
2	Салгир - Сорокіно	15,1	0,41	33,3	28,6	26,2	23,0
3	Салгир - Піонерське	13,4	0,39	29,6	25,5	23,3	20,5
4	Салгир - Сімферополь	15,3	0,37	33,9	29,1	26,7	23,4
5	Салгир - Роздільне (Гвардійське)	14,2	0,50	36,9	30,6	27,8	23,6
6	Салгир - Двуріччя	19,3	0,46	49,9	41,4	37,6	32,0
7	Малий Салгир - Сімферополь	7,51	0,55	22,5	18,2	16,2	13,4
8	Ангара - Перевальне	11,2	0,61	33,6	27,1	24,1	19,9
9	Зуя - Баланово	15,1	0,60	45,4	36,7	32,6	27,0
10	Бештерек - Мазанка	10,9	0,73	37,1	29,2	25,5	20,6
11	Бурульча - Міжгір'я	12,8	0,44	28,4	24,4	22,3	19,6
12	Біюк-Карасу - Білогірськ	15,0	0,55	45,1	36,4	32,3	26,7
13	Біюк-Карасу - Зибіно	13,9	0,70	47,6	37,4	32,7	26,4
14	Біюк-Карасу - Калинівка(Заріччя)	16,0	0,50	41,4	34,3	31,1	26,5
15	Кучук-Карасу - Багате	10,4	0,77	40,3	30,8	26,6	20,9

С.Н.Крицький і М.Ф.Менкель розробили номограми для визначення відносної стандартної погрішності квантилів три параметричного гама-розподілу

$$\left(E_{\sigma} = \frac{\sigma_{Q_p} \sqrt{n}}{Q_p} \right) \text{ із закріпленими стосунками } C = 2 C_v, 3 C_v, 4 C_v.$$

Таким чином, визначивши величину E_{σ} по номограмі, знайдемо відносну середню квадратичну похибку квантилів Q_p за формулою:

$$\sigma_{Q_{1\%}} = \frac{E_{\sigma}}{\sqrt{n}} \cdot 100 \quad (3.5)$$

По формулі (3.5) розраховуються середнє квадратична похибка 1%-ного квантиля $Q_{1\%}$ вихідних рядів максимальних витрат (табл.3.2). Точність даних по максимальному стоку паводків теплого періоду річок північно-східного схилу Кримських гір можна оцінити на рівні $\pm 22\%$.

Таблиця 3.2 - Розрахунок середньоквадратичної похибки витрат 1%-ної ймовірності перевищення

№	Річка - пост	$Q_{1\%, \text{м}^3/\text{с}}$	п, років	E_{σ}	C_v	$\sigma Q_{1\%}$
1	Су-Індол - Тополівка	57,2	72	1,4	1,583	16,7
2	Салгир - Сорокіно	39,7	20	1,4	0,914	30,6
3	Салгир - Піонерське	147	46	1,4	1,185	20,6
4	Салгир - Сімферополь	103	37	1,4	1,099	22,7
5	Салгир - Роздільне (Гвардійське)	34,3	29	1,1	0,752	20,4
6	Салгир - Двуріччя	29,5	27	1,1	0,745	20,8
7	Малий Салгир - Сімферополь	38,0	35	1,4	1,518	24,0
8	Ангара - Перевальне	51,9	57	1,4	1,426	17,8
9	Зуя - Баланово	11,9	34	1,4	1,606	23,0
10	Бештерек - Мазанка	19,6	20	1,4	1,44	31,3
11	Бурульча - Міжгір'я	52,4	57	1,4	1,292	18,5
12	Біюк-Карасу - Білогірськ	47,7	43	1,1	0,778	16,6
13	Біюк-Карасу - Зибіно	41,2	22	1,1	0,77	23,5
14	Біюк-Карасу - Калинівка(Заріччя)	66,3	38	1,4	1,242	23,0
15	Кучук-Карасу - Багате	70,6	51	1,4	1,814	19,8

3.1.3 Дослідження впливу зональних та азональних факторів на величину шарів стоку паводків

До кліматичних (зональних) факторів відносяться опади, випаровування, температура, вологість та дефіцит вологості повітря, вітер. Основними кліматичними факторами стоку є опади та випаровування. З точки зору формування максимального стоку дощових паводків особливої уваги заслуговують зливи та зливові дощі, так як вони відмічаються великими коливаннями інтенсивності за певний період часу. Тобто кліматичні фактори головним чином впливають на величину шару стоку за паводок.

В випадках формування паводків теплого періоду азональні фактори підстилаючої поверхні можуть мати першочерговий вплив та дещо порушувати зональність кліматичних факторів.

До факторів підстильної поверхні відносяться геологічні умови, розміри басейну та рельєф, ґрунти, рослинність, озерність та заболоченість басейну.

Рельєф впливає на стік, головним чином, через опади та випаровування. Опади з підвищенням місцевості зростають до певної межі. Випаровування ж, найбільш значне в низьких місцях, зменшується з висотою внаслідок зниження температури і зменшення радіаційного балансу. Тому стік з висотою зростає, щоправда, слід зауважити, що зміна опадів і випаровування з висотою не так однозначна і залежить від форм рельєфу, висотним їх розположенням, степені розчленованості, крутизни та експозиції схилів, ухилами водотоків і інше. Так, наприклад, ми можемо спостерігати збільшення шару стоку зі зниженням висоти місцевості на досліджуваній території. Таке явище – результат дії закарстованості водозбору.

Висотне положення рельєфу значною мірою впливає на опади та випаровування. Із збільшенням висоти басейну зростає кількість опадів, зменшуються температури повітря і випаровування з його поверхні.

Дослідження показали, що шар стоку $Y_{1\%}$ досліджуваної території не залежить від такого фактору, як середня висота водозбору $H_{\text{сеп}}$ (рис.3.1).

Вплив ґрунтів на річковий стік проявляється через величину інфільтрації та випаровування з поверхні басейну.

Ліси мають важливе водорегулювальні значення, проте з питання про їх водоохоронної ролі існували і існують різні погляди і дослідники стверджували, що ліс збільшує річковий стік, інші відстоювали протилежну думку. Рослинний покрив створює додаткову шорсткість стікання води і збільшує інфільтрацію води в ґрунт. Вплив лісу на річковий стік проявляється в зміні кліматичних факторів стоку та в перерозподілі поверхневого і підземного стоку.

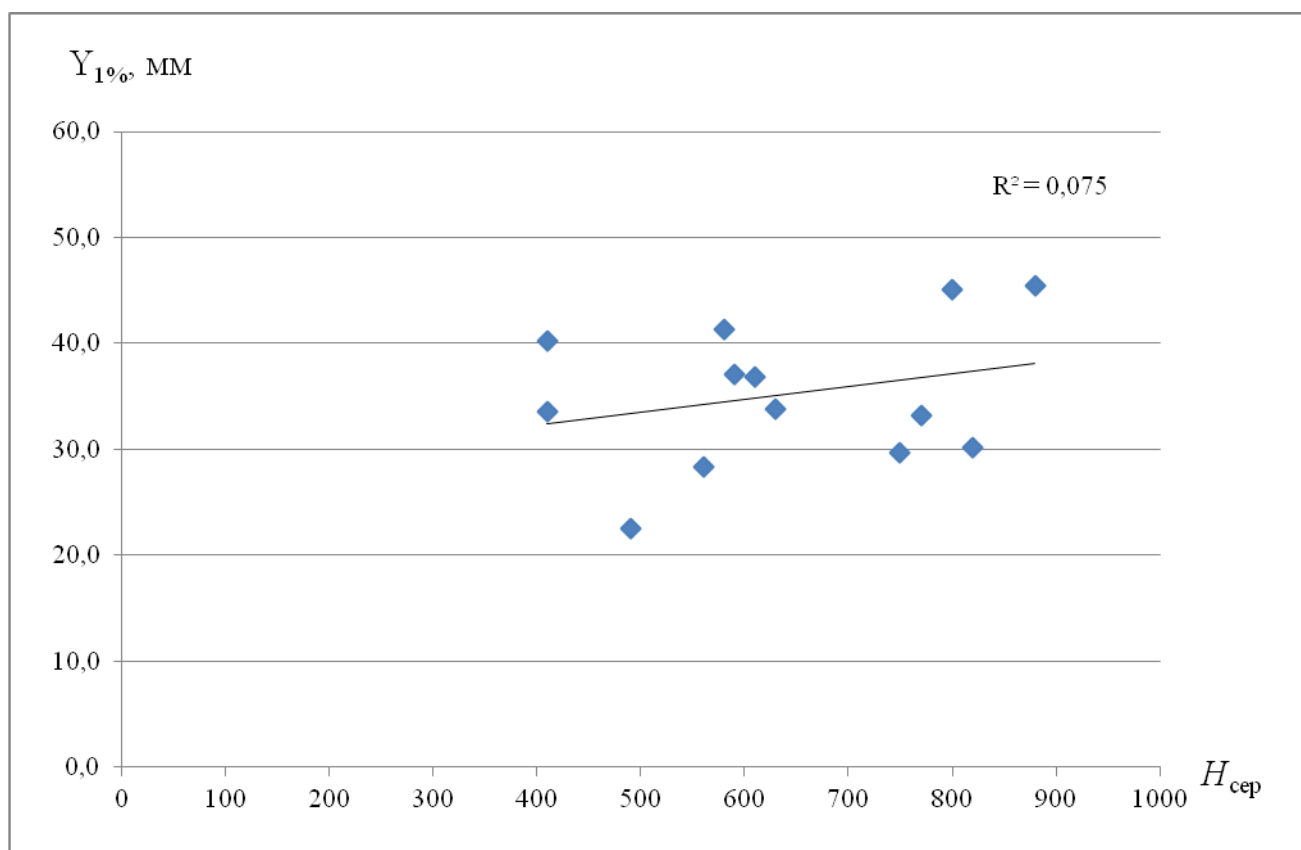


Рисунок 3.1 - Графік залежності шару стоку $Y_{1\%}$ від середньої висоти водозбору $H_{\text{сеп}}$

Найбільше значення залісеності на території, яка розглядається, спостерігається в басейні р.Су-Індол – 85%, найменше в басейні р.Бештерек – 2,3%. Дослідження показали, що величина шару стоку річок східної частини північного схилу Кримських гір не залежить від такого фактору, як залісеність (рис 3.2).

Досить великий вплив на стік надає господарська діяльність людей, що вносить великі зміни в природні комплекси. У процесі господарської діяльності людина змінює заселеність, заболоченість, озерність величезних територій, перетворює рельєф, ґрунтовий покрив, створює штучні ландшафти. Особливо швидко й істотно позначається вплив антропогенних чинників на стік в зоні недостатнього зволоження [10].

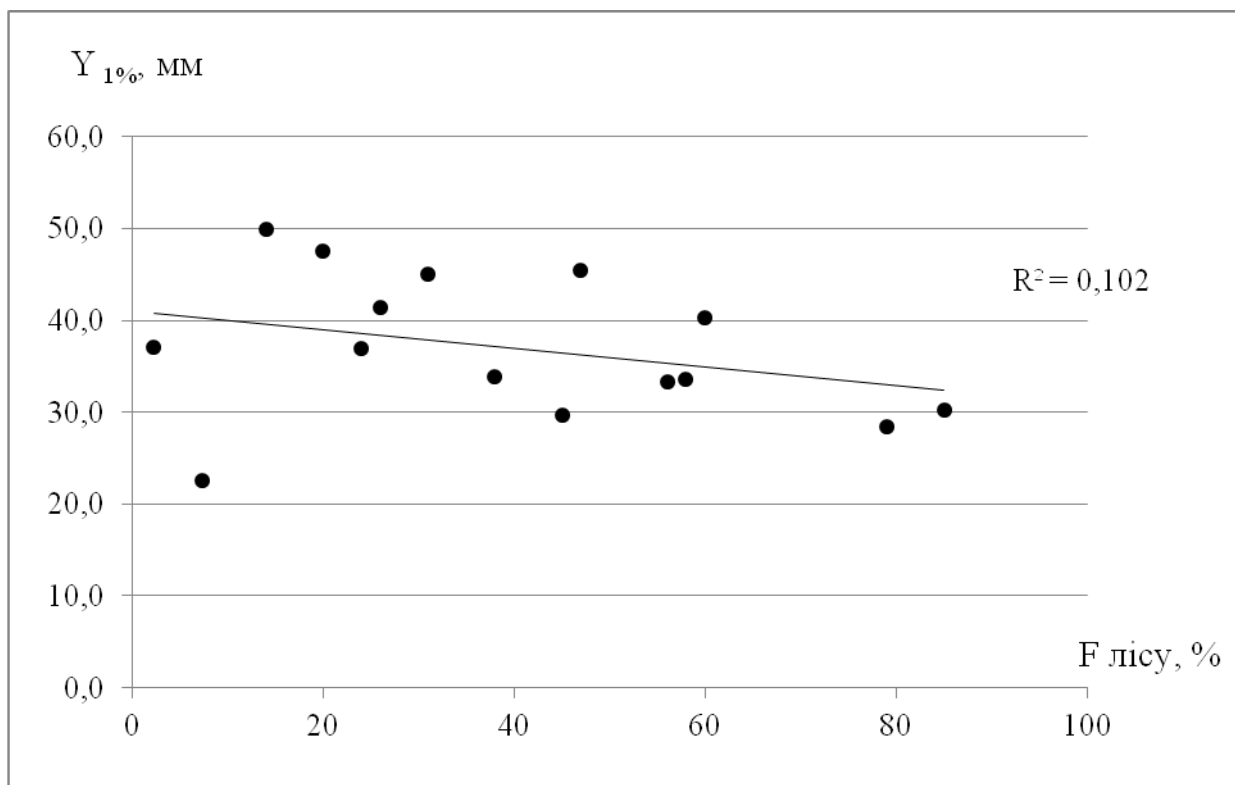


Рисунок 3.2 – Графік залежності шару стоку $Y_{1\%}$ від залісеності водозбору

3.1.4 Просторове узагальнення максимальних шарів стоку паводків теплового періоду на річках східної частини північного схилу Кримських гір

Існують два підходи узагальнення шару стоку в просторі: картування або районування. Залежність річкового стоку від зональних характеристик географічного ландшафту дає можливість картувати цю характеристику.

Аналізуючи графіки рис. 3.3-3.4 можна дійти висновку, що на величину максимального стоку теплового періоду на річках північно-східного схилу Кримських гір ні залісеність, ні висотне положення не впливають, однак є залежність від широтного положення водозборів (рис. 3.3). Це стало підставою для картування шарів паводкового стоку теплового періоду 1% забезпеченості для досліджуваної території (рис. 3.4).

Ізолінії проведені через 5мм. Шар стоку зменшується від 50 мм на північному сході до 30 мм на півдні та південному заході.

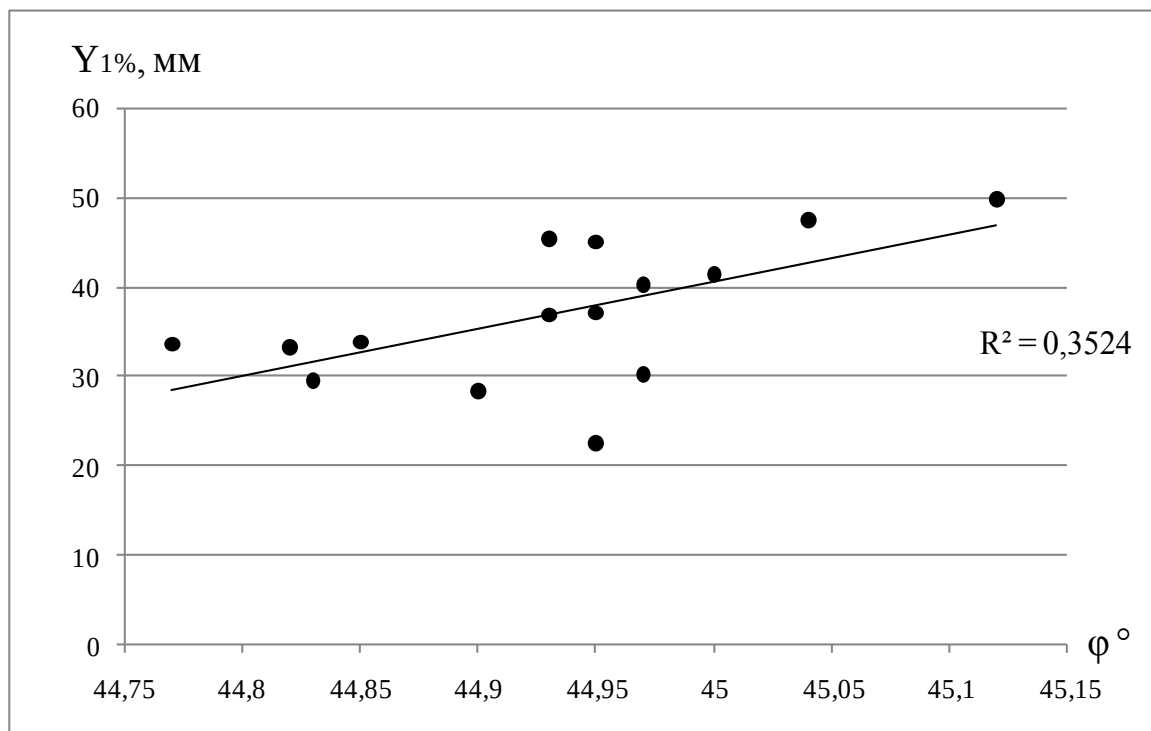


Рисунок 3.3 – Залежність максимального шару сток'у паводків теплового періоду $Y_{1\%}$ (мм) від широти центрів водозборів φ

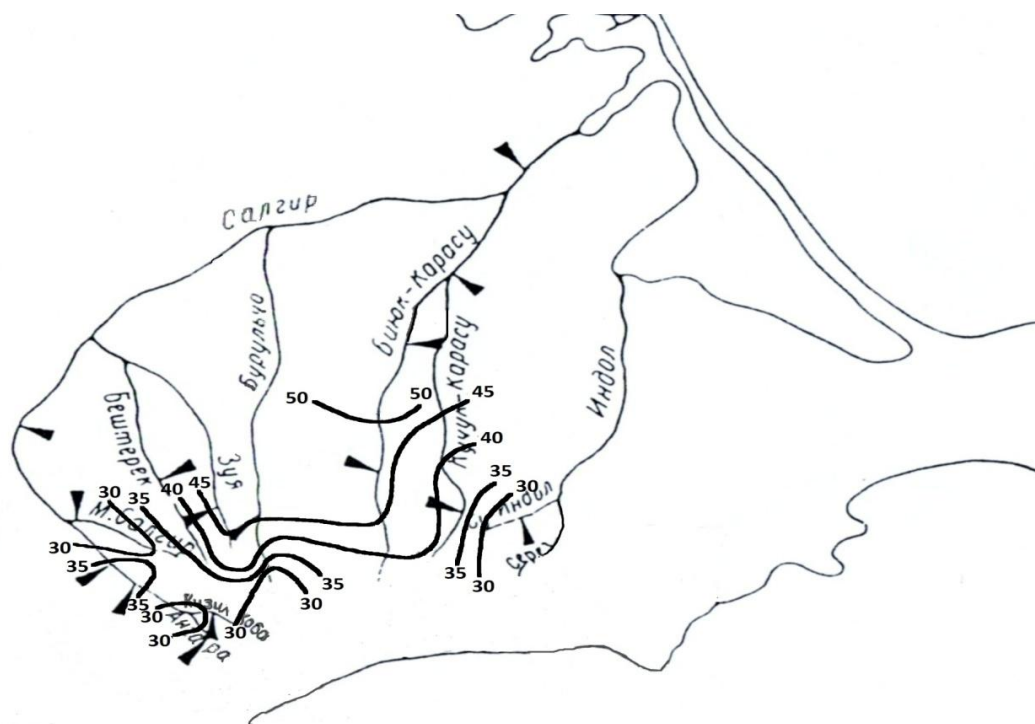


Рисунок 3.4 – Карта ізоліній максимального шару стоку паводків теплого періоду $Y_{1\%}$ (мм) для річок північно-східного схилу Кримських гір

3.2 Обґрунтування параметрів розрахункової схеми максимального стоку паводків для річок північно-східного схилу Кримських гір

Використовуючи результати дослідження в [25] швидкість руслового добігання для річок північно-східного схилу Кримських гір рекомендовано визначати за регіональною формулою з визначеними параметрами вигляду:

$$V_0 = 0.23F^{0.18}I_{cp.36}^{0.34}, \text{ м/с.} \quad (3.6)$$

де F - площа водозбору, км²,

$I_{cp.36}$ - середньозважений ухил річки, ‰.

Наступною характеристикою, яка підлягає визначенню - це коефіцієнт нерівномірності силового припливу.

Результати розрахунку $(m+1)/m$ представлені табл. 3.3. та побудована залежність (рис.3.5), з якої для річок північно-східних схилів Кримських гір можна прийняти $(n+1)/n = 16$, звідки $n=0,07$.

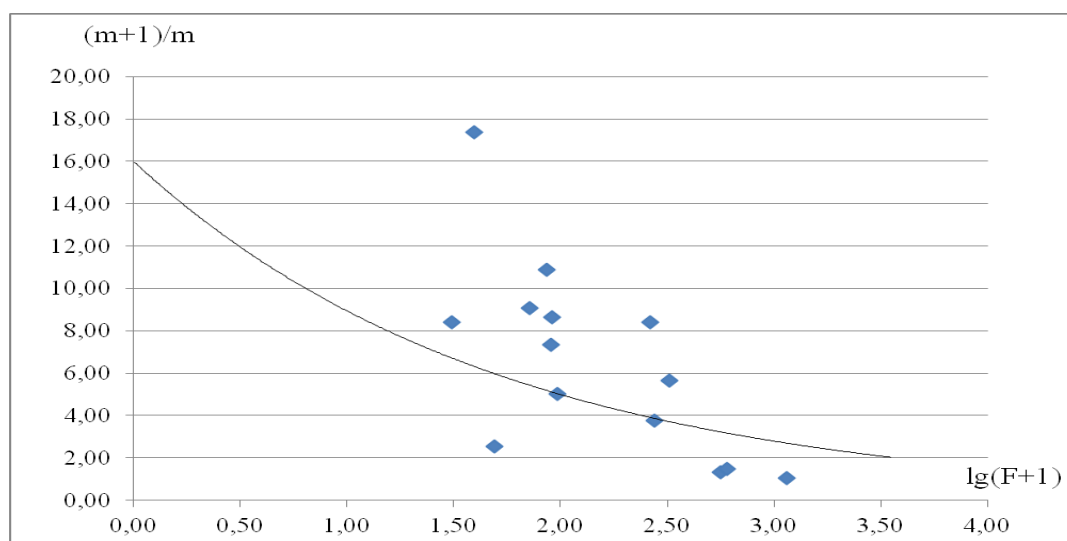


Рисунок 3.5 – Залежність коефіцієнту нерівномірності від площі водозборів
східної частини північних схилів Кримських гір

Таблиця 3.3 – Визначення коефіцієнтів нерівномірності руслового припливу

№	Річка-пост	$\bar{Q}$, м ³ /с	$\bar{Y}$, мм	T_0 діб.	F, км ²	lg (F+1)	$\frac{(m_1+1)}{m_1}$
1	Су-Індол - Тополівка	7,44	10,1	10,0 7	71	1,86	9,06
2	Салгир - Сорокіно	9,01	15,1	15,0 5	90	1,96	8,65
3	Салгир - Піонерське	25,4	13,4	13,4 1	261	2,42	8,40
4	Салгир - Сімферополь	21,1	15,3	15,3 2	321	2,51	5,67
5	Салгир - Роздільне (Гвардійське)	8,67	14,2	14,2 4	564	2,75	1,33
6	Салгир - Двуріччя	8,44	19,3	19,2 6	3540	3,55	
7	Малий Салгир - Сімферополь	5,27	7,51	7,94	96	1,99	5,01
8	Ангара - Перевальне	7,70	11,2	11,1 9	38,3	1,59	17,37
9	Зуя - Баланово	1,55	15,1	13,7 8	48	1,69	2,54
10	Бештерек - Мазанка	2,91	10,9	10,8 5	30	1,49	8,39
11	Бурульча - Міжгір'я	8,38	12,8	16,4 2	85	1,93	10,89
12	Біюк-Карасу - Білогірськ	12,0	15,0	14,9 2	275	2,44	3,76
13	Біюк-Карасу - Зибіно	10,4	13,9	13,9 1	601	2,78	1,50
14	Біюк-Карасу - Калинівка(Заріччя)	11,5	16,0	17,5	1140	3,06	1,04
15	Кучук-Карасу - Багате	8,20	10,4	9,6	89	1,95	7,34

Тривалість припливу води зі схилів в руслових мережа є основою гідрографу схилового припливу. Складність визначення цього параметра, також як і в попередньому випадку, полягає в рідкісній мережі воднобалансових станціях, високої мінливості T_0 по території.

На кафедрі гідрології суші ОДЕКУ розроблена комп'ютерна програма, яка дозволяє при двох наближеннях визначати розрахункову тривалість схилового припливу T_o . Результати розрахунку представлені в табл. 3.4.

Наступним завданням є просторовий аналіз і узагальнення розрахункової тривалості схилового припливу по території.

За аналогічною схемою було проаналізовано вплив місцевих факторів на величину тривалості схилового припливу. Лише широтне положення водозборів має значимий вплив на розподіл та величину схилового припливу (рис. 3.6), що й стало підставою для побудови карти ізоліній (рис. 3.7).

Таблиця 3.4 – Розрахунок тривалості припливу води зі схилів до руслової мережі

№	Річка-пост	$Y_{1\%}$, мм	$q_{1\%}$, м ³ /скм ²	tp , год.	T_o , год.
1	Су-Індол - Тополівка	30,2	0,8	3,4	8,1
2	Салгир - Сорокіно	33,3	0,4	3,1	21,1
3	Салгир - Піонерське	29,6	0,6	4,6	9,3
4	Салгир - Сімферополь	33,9	0,3	4,6	11,3
5	Салгир - Роздільне (Гвардійське)	36,9	0,1	14,7	52,9
7	Малий Салгир - Сімферополь	22,5	0,4	4,3	12,5
8	Ангара - Перевальне	33,6	1,4	1,8	7,4
9	Зуя - Баланово	45,4	0,2	2,7	63,9
10	Бештерек - Мазанка	37,1	0,7	3,5	22,7
11	Бурульча - Міжгір'я	28,4	0,6	3,3	9,4
12	Біюк-Карасу - Білогірськ	45,1	0,2	5,4	34,5
13	Біюк-Карасу - Зибіно	47,6	0,1	13,5	63,3
14	Біюк-Карасу - Калинівка(Заріччя)	41,4	0,1	17,7	30,1
15	Кучук-Карасу - Багате	40,3	0,8	3,5	9,3

Ізоліній проведені через 10 годин. У верхів'ї тривалість припливу зі схилів становить 10 годин, потім збільшується на північ до 40 годи і знову зменшується у підніж'ях гір до 20 годин.

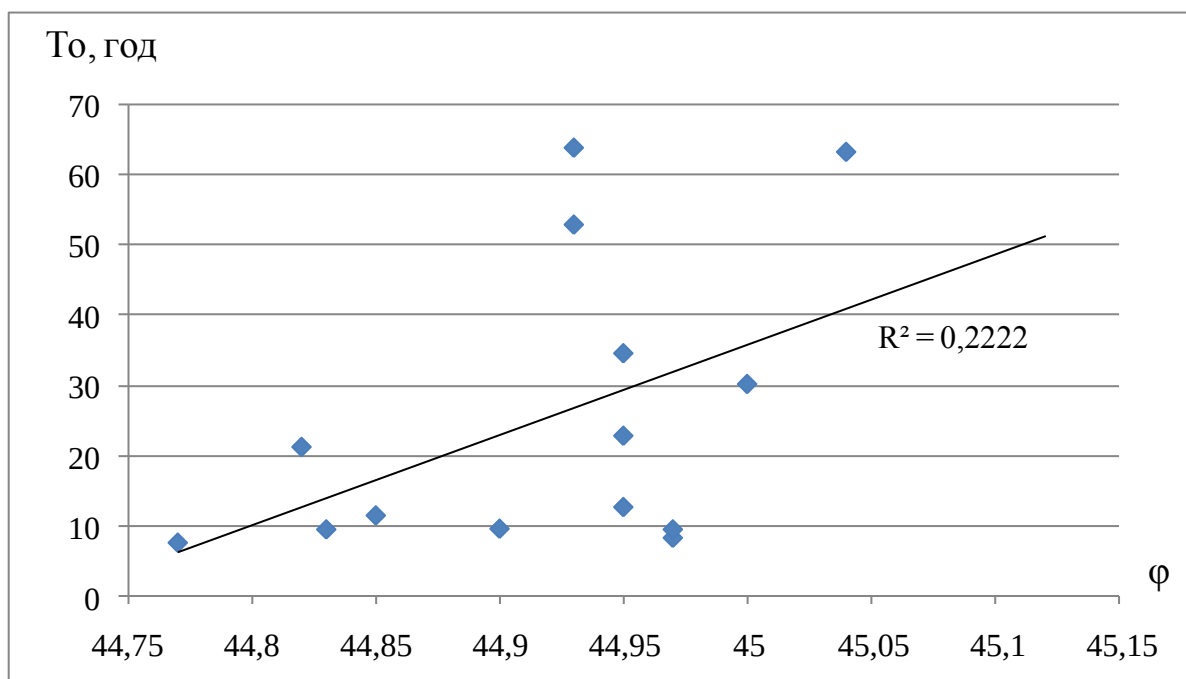


Рисунок 3.6 – Залежність тривалості притоку води зі схилів в руслову мережу від широти водозборів

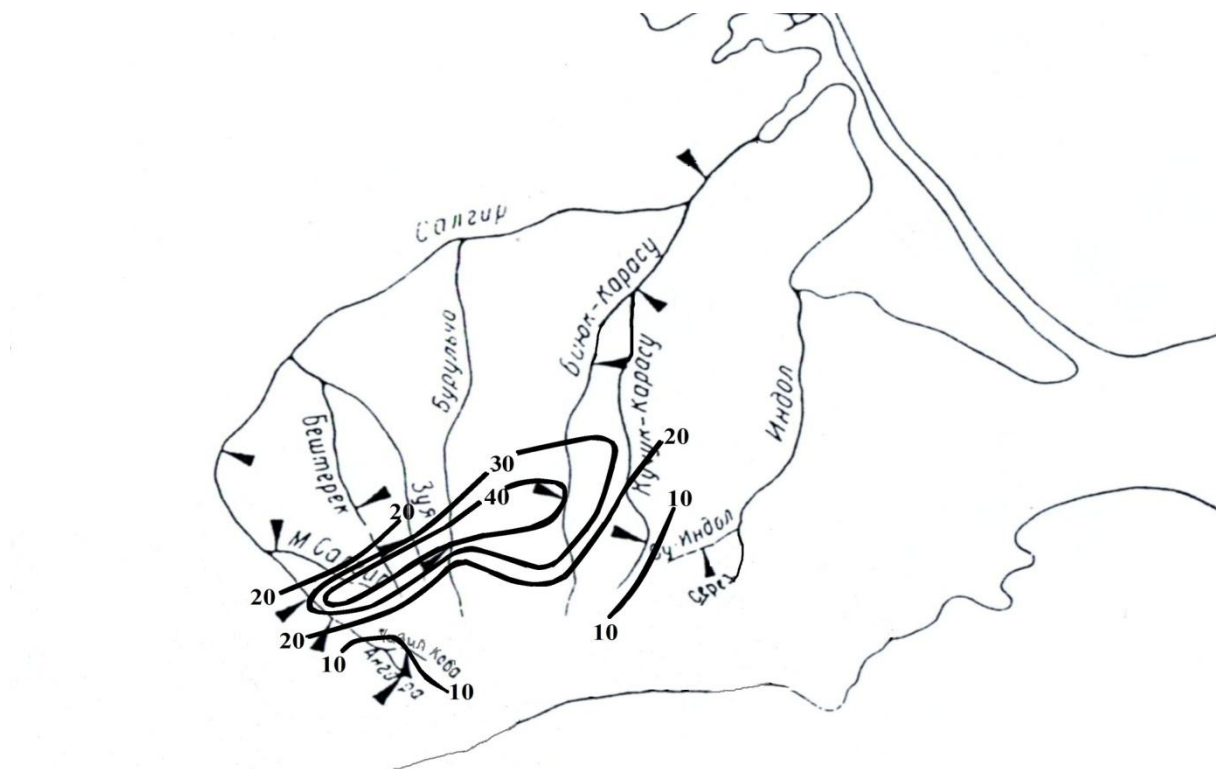


Рисунок 3.7 – Карта-схема ізоліній тривалості припливу води зі схилів в руслову мережу для водозборів річок північно-східного схилу Кримських гір

Трансформація максимальних модулів стоку паводків під впливом часу руслового добігання. Для басейну р.Салгир, його притоків, а також р.Су-Індол в основному характерний розвинутий тип паводкового стоку ($t_p/T_0 < 1.0$) при $n=0,07$ та $m=1,0$, рівняння трансформаційної функції $\psi(t_p/T_0)$ рівняння [12] має вигляд:

$$\psi(t_p/T_0) = 1 - 0.9 \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^{0,07}, \quad (3.7)$$

Розрахункові значення $\psi(t_p/T_0)$ представлені в табл.3.8

Таблиця 3.5 - Розрахунок трансформаційної функції та коефіцієнта русло-заплавного регулювання і водообміну ε_F

№	Річка-пост	F, км ²	lg (F+1)	T ₀ , год	t _p , год	Ψ_{tp/T_0}	ε_F
1.	Су-Індол - Тополівка	71	1,86	8,11	3,4	0,15	0,24
2.	Салгир - Сорокіно	90	1,96	21,13	3,1	0,21	0,29
3.	Салгир - Піонерське	261	2,42	9,26	4,6	0,14	0,18
4.	Салгир - Сімферополь	321	2,51	11,27	4,6	0,15	0,12
5.	Салгир - Роздільне (Гвардійське)	564	2,75	52,89	14,7	0,18	0,09
6.	Малий Салгир - Сімферополь	96	1,99	12,49	4,3	0,16	0,29
7.	Ангара - Перевальне	38,3	1,59	7,36	1,8	0,18	0,3
9.	Зуя - Баланово	48	1,69	63,85	2,7	0,28	0,28
10.	Бештерек - Мазанка	30	1,49	22,67	3,5	0,21	0,5
11.	Бурульча - Міжгір'я	85	1,93	9,36	3,3	0,16	0,3
12.	Біюк-Карасу - Білогірськ	275	2,44	34,52	5,4	0,21	0,11
13.	Біюк-Карасу - Зибіно	601	2,78	63,34	13,5	0,19	0,08
14.	Біюк-Карасу - Калинівка(Заріччя)	1140	3,06	30,13	17,7	0,13	0,17
15.	Кучук-Карасу - Багате	89	1,95	9,28	3,5	0,16	0,3

Коефіцієнт русло-заплавного регулювання та водообміну. Вплив русло-заплавного регулювання на максимальний стік визначається за допомогою коефіцієнта, який являється функцією ε_F убувного виду (з верхнім граничним значенням $\varepsilon_F = 1,0$, при $F \rightarrow 0$) зі збільшенням водозбірної площі. Використовуючи результати досліджень наведених в [15] для визначення коефіцієнтів русло-заплавного регулювання побудовано залежність (рис. 3.10)

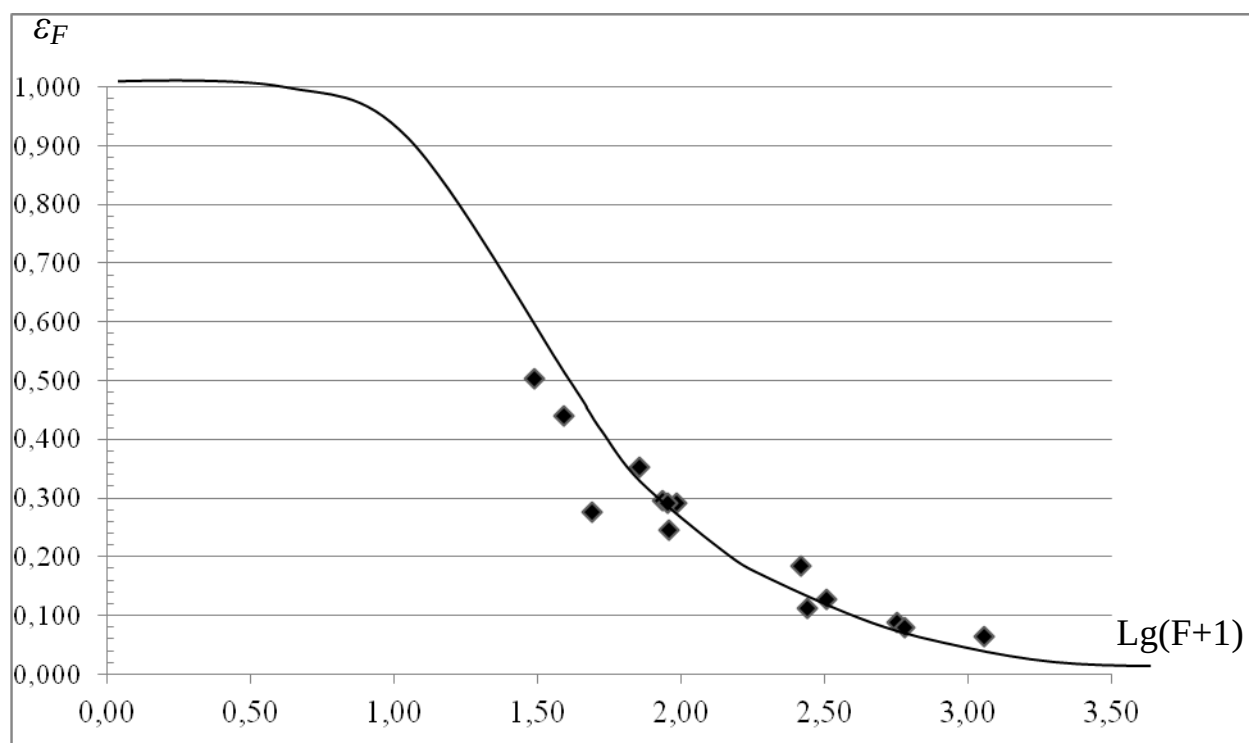


Рисунок 3.8 – Залежність коефіцієнтів русло-заплавного регулювання і водообміну від площі водозборів північно-східного схилу Кримських гір

3.3 Перевірка точності розрахунку максимального стоку паводків для пічок східної частини північного схилу Кримських гір

Розрахункова формула для максимального стоку паводків теплового періоду річок північносхідного схилу Кримських гір має вигляд:

$$q_{p\%} = q_{1\%} \psi(t_p/T_0) \epsilon_F \lambda_p,$$

параметри якої визначаються в такій послідовності:

1. Коефіцієнт нерівномірності схилового притоку $(n+1)/n$, узагальненого по території, на рівні 16,0.
2. Тривалість притоку води зі схилів в руслову мережу T_0 визначається по карті (рис.3.6) для центрів тяжіння водозборів.
3. Максимальний шар стоку паводків теплового періоду $Y_{1\%}$ також визначається по карті (рис. 3.4).
4. Трансформаційна функція $\psi(t_p/T_0)$ розраховується в залежності від співвідношення t_p і T_0 , n та m : при $t_p \geq T_0$ за рівнянням (3.7). Час руслового добігання t_p визначають діленням на гідрографічну довжину L швидкості добігання V_d по формулі (3.6).
5. Коефіцієнт русло-заплавного регулювання ϵ_F встановлюється за допомогою рис. 3.10, в залежності площі водозбору F .

Точність розрахунків можна буде визначити по співвідношенню:

$$\Delta = \frac{|q_{1\%} - q_{1\%ф}|}{q_{1\%}} 100\%, \quad (3.8)$$

де $q_{1\%ф}$ – фактичні значення $q_{1\%}$; а $q_{1\%}$ - розраховані по методиці.

Результати розрахунків точності методики наведені в табл. 3.6. Середнє відхилення розрахункових значень от фактичних становить $\pm 23,2\%$, що при точності вихідної інформації $\pm 22,\%$ є достатньо задовільним результатом.

Таблиця 3.6 - Перевірочні розрахунки запропонованої методики для визначення максимальних витрат води паводків теплового періоду на річках північно-східного схилу Кримських гір

№	Річка-пост	$q_{1\%, \text{роз.}}$ $\text{м}^3/\text{скм}^2$	$q_{1\%, \text{ф.}}$ $\text{м}^3/\text{скм}^2$	Δ , %
1	Су-Індол - Тополівка	0,67	0,81	19,9
2	Салгир - Сорокіно	0,34	0,44	31,2
3	Салгир - Піонерське	0,16	0,20	23,1
4	Салгир - Сімферополь	0,15	0,20	30,5
5	Салгир - Роздільне (Гвардійське)	0,12	0,09	25,2
7	Малий Салгир - Сімферополь	0,27	0,30	11,2
8	Ангара - Перевальне	1,15	1,36	18,0
9	Зуя - Баланово	0,40	0,25	37,4
10	Бештерек - Мазанка	0,89	0,65	26,8
11	Бурульча - Міжгір'я	0,57	0,62	8,2
12	Біюк-Карасу - Білогірськ	0,16	0,17	6,6
13	Біюк-Карасу - Зибіно	0,14	0,10	30,5
14	Біюк-Карасу - Калинівка(Заріччя)	0,09	0,06	37,4
15	Кучук-Карасу - Багате	0,66	0,79	19,3
Середнє				23,2

ВИСНОВКИ

Основним результатом кваліфікаційною робота магістра є розроблена регіональна методика визначення характеристик максимального стоку дощових паводків теплого періоду для річок північно-східного схилу Кримських гір, яка базується на сучасних даних спостережень.

Практичне значення одержаних результатів дослідження дозволяє на регіональному рівні вирішувати питання пов'язані із визначенням характеристик максимального стоку дощових паводків в теплий період:

1. Досліджувана територія розташована на північно-східному схилі Кримських гір, де найбільш велика за площею басейну та за довжиною є річка Салгир зі своїми притоками. Клімат північної рівнинної частини помірно континентальний з короткою малосніжною зимою і помірно посушливим літом.
2. Перевірка часових рядів спостереження максимальних витрат води на рівні 1% усі однорідні, а при 5% - 2 ряди не однорідні; тоді як шари стоку на рівні 1 % також усі однорідні, а на рівні значимості 5% - лише 1 ряд не однорідний.
3. Середня багаторічна максимальна витрата води змінюється від 1,77 м³/с до 21,1 м³/с при значеннях коефіцієнтів варіації 0,74-1,91, коефіцієнтів асиметрії 1,30 - 5,0 та співвідношенні C_s/C_v прийняти на рівні 3,00.
4. Середня багаторічний шар стоку паводків теплого періоду змінюється від 2 мм до 26 мм при значеннях коефіцієнтів варіації 0,76-1,82, коефіцієнтів асиметрії 1,36 - 5,03 та співвідношенні C_s/C_v прийняти на рівні 2,50.
5. Шар стоку дощових паводків узагальнено у вигляді карти ізоліній з похибкою визначення $\pm 12,3$ %. Вплив місцевих чинників на величину шарів стоку дощових паводків теплого періоду не виявлено.

6. Коефіцієнт нерівномірності схилового притоку $(n+1)/n$, узагальненого по території, на рівні 16,0.
7. Тривалість притоку води зі схилів в руслову мережу T_o узагальнено у вигляді карти ізоліній, з похибкою визначення $\pm 21,1$ %. Вплив місцевих чинників на величину не виявлено.
8. Трансформаційна функція $\psi(t_p/T_o)$ визначається за регіональною залежністю (3.7). Час руслового добігання t_p визначають діленням на гідрографічну довжину L швидкість добігання V_d по формулі (3.6).
9. Коефіцієнт русло-заплавного регулювання ε_F встановлюється за допомогою рис. 3.10, в залежності площі водозбору F

Розроблену методику для визначення максимального стоку теплового періоду для річок північно-східного схилу Кримських гір можна рекомендувати до практичного використання без додаткових розробок для всіх річок досліджуваного регіону.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Атлас України / кер. проекту Л.Г.Руденко, В.С.Чабанюк, А.І.Бочковська / Інститут географії Національної академії наук України і Товариство з обмеженою відповідальністю «Інтелектуальні системи ГЕО», Інтелектуальні Системи ГЕО, 1999-2000. [UPL:http://www.isgeo.kiev.ua](http://www.isgeo.kiev.ua)
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 6. Украина и Молдавия. Выпуск 4. Крым. Ленинград: ГМИ, 1966. 344 с.
3. Дублянский В.Н., Дублянская Г.Н. Карстовая республика (карст Крыма и его проблемы) / Симферополь: КАН. 1996. 85 с.
4. Вахрушев Б.А. Районирование карста Крымского полу острова // журнал «Спелеология и карстология». №3. Симферополь. 2009. С.39-46.
5. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ : Вид-во Раєвського. 2003. 343 с.
6. Кузин П.С. Классификация рек и гидрологическое районирование СССР / Ленинград. Гидрометеиздат, 1960. 455 с.
7. Тодорова О.І. Максимальний стік паводків теплого періоду на річках Гірського Криму. канд.геогр.наук: 11.00.07:захищена 13.04.2017: затв. 26.06.2017 / Тодорова Олена Івнівна. Одеса. 2017. 216 с.
8. Будз О.П. Гідрологія: Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення Рівне: НУВГП, 2008. 168 с.
9. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Ленинград: Гидрометеиздат, 1984. 447 с.
10. Гопченко Е.Д., Романчук М.Є. Нормирование характеристик максимального стока весеннего половодья на реках Причерномоской низменности. Киев, КНТ . 2005. 148с.
11. Нежиховский Р.А. Русловая сеть бассейна и процесс формирования стока воды. Ленинград. Гидрометеиздат, 1971. 473 с.

12. Чеботарев А.И. Общая гидрология. Ленинград. Гидрометеиздат, 1975. 543 с.
13. Бефани А.Н. Основы теории ливневого стока // Труды ОГМИ, вып. XIV, 1958. С.309.
14. Мырза К.Л., Тодорова Е.И. Обоснование параметров формулы скорости руслового добегания рек Крыма.// Збірник статей за матеріалами студентської наукової конференції ОДЕКУ 6-16 квітня 2010р., Одеса-2010 С.21-24.
15. Фісенко О.В., маг. гр. МЗГ-20. Визначення та узагальнення шарів стоку паводків по території східної частини північного схилу Кримських гір // Матеріали ХІХ наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 26-30 квітня. Одеса: ОДЕКУ. 2021. С. 72-73.