

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та  
аспірантської підготовки  
Кафедра гідрології суші

**Магістерська кваліфікаційна робота**

на тему: **ДОЩОВІ ПАВОДКИ В БАСЕЙНІ Р.ПРИП'ЯТЬ ТА ЇХ  
РОЗРАХУНКОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Виконала студент 2 курсу групи МГ- 61  
спеціальності 8.04010503 Гідрологія,  
Дацюк Юлія Олександрівна

Керівник к.геогр.н., доцент  
Овчарук Валерія Анатоліївна

Консультант \_\_\_\_\_

Рецензент д.геогр.н., професор  
Лобода Наталія Степанівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Магістерської та аспірантської підготовки

Кафедра гідрології суші

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 8.04010503 «Гідрологія»

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри гідрології суші**

**д.геогр.н., проф. Гопченко Є.Д.**

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2017\_\_ року

## **З А В Д А Н Н Я**

### **НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Дацюк Юлії Олександрівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дощові паводки в басейні р. Прип'ять та їх розрахункові характеристики

керівник роботи к.геогр.н., доцент Овчарук Валерія Анатоліївна,

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи Гідрографічні та морфометричні характеристики, багаторічні ряди спостережень за максимальними витратами води дощових паводків, шаром стоку та тривалості його припливу

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1) опис фізико-географічних характеристик басейну річки Прип'ять та її приток; розрахунок статистичних параметрів розподілу часових рядів максимального стоку;

2) визначення величини максимального стоку різної ймовірності перевищення;

3) визначення розрахункових параметрів в структурі операторної формули;

4) визначення та узагальнення по території характеристик схилового припливу;

5) трансформаційні функції максимального стоку дощових паводків;

б) перевірні розрахунки;

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) графік залежності шарів стоку дощових паводків одиниці забезпеченості від широти водозбору, карта-схема розподілу по території басейну річки Прип'ять шарів стоку дощових паводків одиниці забезпеченості; графік залежності коефіцієнтів нерівномірності руслового стоку від площі водозборів; карта-схема розподілу по басейну річки Прип'ять тривалості припливу води зі схилів до руслової мережі в період дощових паводків; графік залежності трансформаційної

функції від часу руслового добігання; графік залежності коефіцієнту русло-заплавного регулювання від площадей водосборів

### 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Фізико географічна характеристика вичаємої території та вивчення її впливу на формування стоку.	31.10.2016-15.11.2016	95	відм.
2	Статистична обробка часових рядів максимальних витрат води та шарів стоку дощових паводків.	16.11.2016-27.11.2016	93	відм.
3	Рубіжна атестація	28.11.2016-4.12.2016	90	відм.
4	Визначення та узагальнення розрахункових параметрів в структурі операторної формули.	5.12.2016-15.12.2016	93	відм.
4	Перевірні розрахунки характеристик максимального стоку та висновки.	16.12.2016-30.12.2016	95	відм.
5	Оформлення магістерської роботи.	17.01-2017-26.01.2017	95	відм.
6	Підготовка презентації та доповіді.	27.01.2017-05.02.2017	95	відм.
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		94	

Студент \_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

До магістерської роботи Дацюк Ю.О.

«Дощові паводки в басейні р. Прип'ять та їх розрахункові характеристики»

**Актуальність.** Актуальність вибраної теми визначає та обставина, що більшість існуючих регіональних розрахункових методик побудована на основі емпіричних формул редуційного типу, у тому числі і СНіП 2.01.14-83. Вони, як відомо, не дають можливості відобразити всі взаємозв'язки між стокоформуючими чинниками, на відміну від генетичної моделі, що спирається на метод ізохрон.

**Мета роботи:** розробка регіональної формули для розрахунку максимального стоку дощових паводків теплового періоду для річки Прип'ять.

**Завдання наукової роботи:** провести статистичну обробку початкової інформації, розрахувати основні параметри розрахункової формули і узагальнити їх по території та порівняти регіональні формули.

**Об'єкт і предмет дослідження.** Об'єктом дослідження є максимальний стік дощових паводків в басейні Прип'яті, на території України. Предметом дослідження є розрахункові характеристики дощових паводків.

**Методи дослідження:** географічне узагальнення, статистична обробка, математичне моделювання.

**Результати їх новизна, теоретичне та практичне значення.** Результатом роботи є: розрахунок статистичних параметрів розподілу часових рядів максимального стоку; визначення величини максимального стоку різної ймовірності перевищення; визначення розрахункових параметрів в структурі операторної формули; визначення та узагальнення по території характеристик схилового припливу; порівняння існуючих регіональних формул. Результати досліджень публікувались в наукових статтях, та були використані під час доповідей на семінарах.

### **Структура і обсяг роботи:**

Структура: робота складається з 4 розділів, вступу і висновків.

Об'єм – 80 стор.

Рисунків – 17

Таблиць – 9

Використаних літературних джерел – 20

Додатків – 6

**Ключові слова:** *максимальний стік, дощові паводки, тривалість припливу, теорія руслових ізохрон, операторна модель.*

## SUMMARY

To masters work Datsyuk Y. O.

«Rain floods in the Pripyat river basin and its estimated characteristics»

**Topicality.** The urgency of the chosen theme determines the fact that the majority of existing regional calculating procedures are based on empirical formulas reduction type, including the SNIP 2.01.14-83. They are known to make it impossible to display all the relationships between flow forming factors, as opposed to a model based on the isochronous method.

**Objective:** To develop a regional formula for calculating the maximum flood runoff rainwater warm period for the Pripyat river.

**Research Objectives:** to conduct statistical processing of the initial data, calculate basic parameters of the calculation formula and synthesize them and compare regional territory formulas.

**The object and subject of study.** Object is a channel of rivers in the basin of the Pripyat in Ukraine. The subject of study is calculated characteristics rainwater floods.

**Methods:** geographic generalization, statistical analysis, mathematical modeling.

**The results of their novelty, theoretical and practical.** The work is: the calculation of the statistical distribution parameters of time series maximum flow; the determination of the maximum flow of different probability of exceedance; determine design parameters in the structure of formula operator; identifying and summarizing the territory overland inflow characteristics; comparison of existing regional formulas. The result of research published in scientific articles and reports were used during the seminars.

**The structure and scope of work:**

Structure: work consists of four chapters, introduction and conclusion.

Volume – 80 pages.

Figures - 17

Tables - 9

References - 20

Appendices – 6

**Keywords:** *maximum runoff, rain floods, duration of slope influx, theory isochronous channel, operator model.*

## ЗМІСТ

	Вступ.....	8
1	Фізико-географічна характеристика басейну річки Прип'ять.....	9
	1.1 Географічне положення та рельєф.....	9
	1.2 Рослинний покрив і ґрунти.....	10
	1.3 Кліматична характеристика.....	14
	1.4 Гідрологічна вивченість та особливості водного режиму.....	31
2	Аналітичний огляд методик для визначення розрахункових характеристик максимального стоку дощових паводків в басейні Прип'яті .....	35
	2.1 Методика П.Ф. Вишневського.....	35
	2.2 Редукційна модель (рекомендована нормативним документом СНіП 2.01.14-83).....	37
	2.3 Генетична модель А.М. Бефані.....	39
	2.4 Операторна модель Е.Д. Гопченка.....	41
3	Визначення статистичних параметрів розподілу часових рядів максимального стоку.....	43
	3.1 Метод моментів.....	45
	3.2 Метод найбільшої правдоподібності.....	53
	3.3 Теоретичні криві розподілу випадкових величин, що використовуються в гідрології.....	58
	3.3.1. Крива біноміального розподілу Пірсона III типу.....	59
	3.3.2. Трипараметричний гамма-розподіл С.М. Крицького, М.Ф. Менкеля.....	61
	3.3.3. Визначення величини максимального стоку різної ймовірності перевищення ; та їх оцінка точності при $P=1\%$ .....	62
4	Обґрунтування параметрів розрахункової методики для визначення максимального стоку паводків на річках басейну річки Прип'ять.....	64

4.1	Визначення та узагальнення за територією характеристик схилового припливу.....	64
4.2.	Трансформаційні функції максимального стоку дощових паводків.....	71
4.3.	Перевірні розрахунки.....	73
	Висновки.....	77
	Список літератури.....	79
	Додатки	

## ВСТУП

На формування дощового стоку істотно впливає цілий ряд чинників, вони змінюються залежно від географічного положення об'єкта - це так звані зональні фактори, до яких відносяться кліматичні характеристики району (температура, вологість, опади та ін.).

Проблеми розрахунку і прогнозу характеристик максимального стоку мають важливе значення для різних галузей народного господарства, які пов'язані з експлуатацією гідротехнічних споруд, захистом населених пунктів від катастрофічних повеней та дощових паводків. На території Українського Полісся особливо актуальною є проблема повеней, у зв'язку з тим, що ґрунтові води на описуваній території знаходяться близько від поверхні, а кількість опадів у дощові періоди доходить до 150 мм і більше, на підтоплених низинах виникає так званий підпертий стік, що сприяє формуванню високих дощових паводків, навіть на великих річках Полісся.

Основною метою магістерської роботи є визначення розрахункових параметрів в структурі операторної формули, та узагальнення наявної гідрологічної інформації по притоках річки Прип'ять, а також порівняння існуючих методик для визначення максимального стоку заданої забезпеченості

В першій частині роботи освітлені фізико-географічні особливості даної території. Другий розділ присвячений аналітичному огляду регіональних методик розрахунку характеристик максимального стоку річок досліджуваної території.

В третьому розділі наведені результати статистичної обробки часових рядів максимальних витрат води та шарів стоку дощових паводків.

Заключною частиною є розрахунок і узагальнення характеристик схилового припливу в басейні річки Прип'ять. Та порівняння існуючих методик для визначення розрахункових характеристик максимального стоку дощових паводків. Тема магістерської роботи є складовою частиною науково-дослідної тематики кафедри гідрології суші ОДЄКУ «Розрахункові характеристики гідрологічного режиму річок України» (№ДР 0113U005797, 2013 – 2017 рр.). Теза за результатами досліджень була надрукована в матеріалах XV наукової конференції молодих вчених ОДЄКУ. Магістерська робота була виконана згідно з заявкою на виконання теми для Українського ГМЦ, м.Київ (лист від 4 лютого 2015 р. № 01-16/101).



# 1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ РІЧКИ ПРИП'ЯТЬ

## 1.1 Географічне положення та рельєф

Серед приток Дніпра найважливіше місце належить Прип'яті - річці, яка в місті впадіння у Дніпро не набагато поступається йому за своєю водністю. Прип'ять бере початок у межах Волинської області, далі переходить на територію Білорусі і нарешті знову опиняється в Україні. Значна частина басейну розташована в межах Поліської низовини (рис.1.1). Рельєф Українського Полісся загалом рівнинний, монотонність його досить часто порушують гранітні скелі і невеликі лесові острови [3,8].

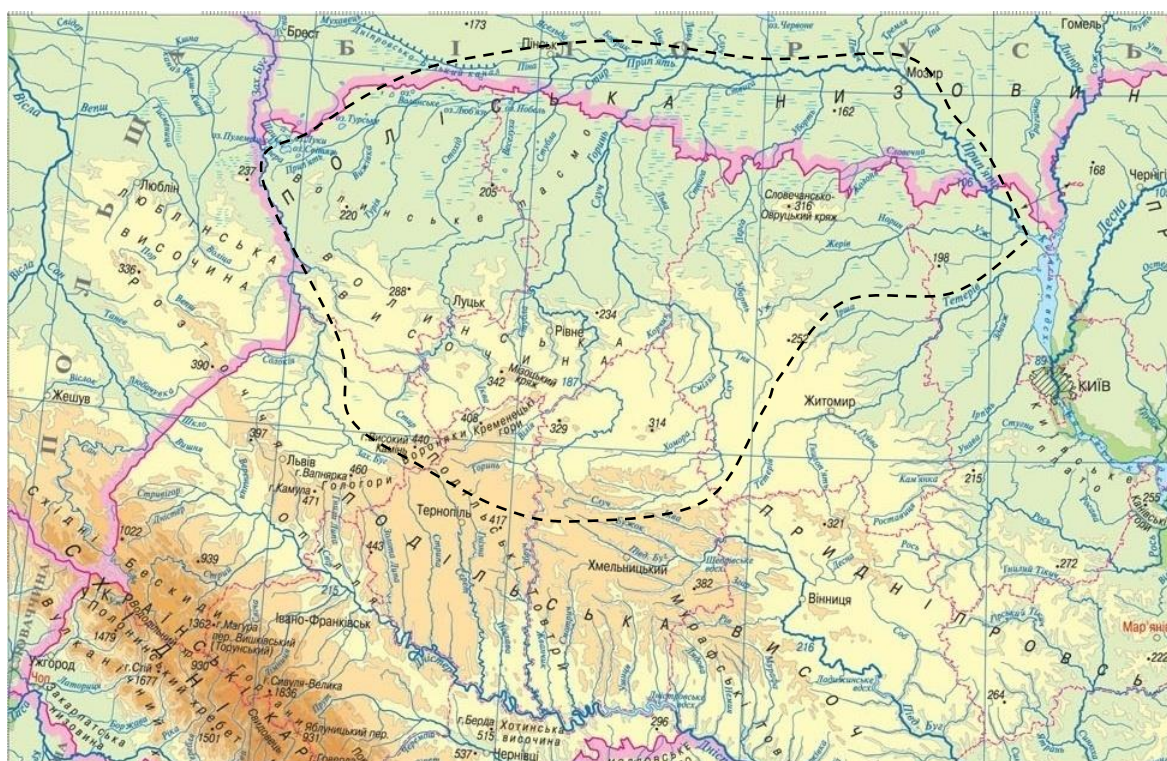


Рисунок 1.1 – Карта-схема фізико-географічного положення басейну річки Прип'ять

Витоки більшості основних приток Прип'яті беруть початок на Волинській височині, яка витягнута в широтному напрямку, відмітки поверхні тут становлять 240 - 250 м, в межах Мізочського кряжа до 341 м.

Основною рисою Полісся є порівняно рівна, часто заболочена поверхня, неглибоко широко врізані річкові долини що меандрують, велике поширення пісків утворюють своєрідні форми рельєфу. Абсолютні відмітки Волинського Полісся досягають 220 м, але в середньому знаходяться в межах 200 м; глибина врізу річкових долин незначна, тільки на окремих ділянках досягає 30 - 50 м.

## 1.2 Рослинний покрив і ґрунти

*Ґрунти.* Ґрунтовий покрив істотно впливає на елементи гідрологічного режиму. Зокрема, механічний склад ґрунтів визначає їх фільтраційні якості. У свою чергу, це впливає на умови формування поверхневого і підземного стоку. Характер ґрунтів позначається і на умовах формування стоку наносів [8]. Ґрунтовий покрив на розглянутій території надзвичайно різноманітний. У південно-західній частині Полісся граніти переважно перекриті крейдяними відкладеннями. Як граніти, так і крейда є хорошим водоупором і тим самим сприяють близькому заляганню до поверхні ґрунтових вод, а отже і суцільному заболочуванню території [3,7,8].

Основний фон ґрунтів зони Полісся (до 75%) складають дерново-підзолисті ґрунти різного механічного складу, різного ступеня підзолисті і оглеєння, а отже і агровиробничої значущості. Дерново-підзолисті піщані і глинисто-піщані ґрунти майже суцільно покривають борові тераси і горбисті зандрові рівнини Полісся. Вони бідні мулистими частками (2-5%), в них переважає дрібнозернистий пісок (близько 90%) і тому ґрунти Полісся відзначаються малою вологоємністю і водночас високою водопроникністю. Останнє визначає можливість значного забруднення ґрунтових вод .

Кількісна оцінка поширення того чи іншого виду ґрунтів різного механічного складу в річкових басейнах є дуже важливою для оцінки ролі цього фактора у формуванні режиму річкового стоку (рис.1.2). Гідрологічне значення ґрунтового покриву обумовлене водопроникністю і

водозатримуючою здатністю ґрунтів, від яких залежать величини поверхневого стоку, випаровування і живлення підземних вод. Ґрунти є посередником між кліматичними і гідрологічними явищами. Оптимальна структура річкового стоку спостерігається при високій водопроникності і низькій водоутримуючій здатності ґрунтів [7].

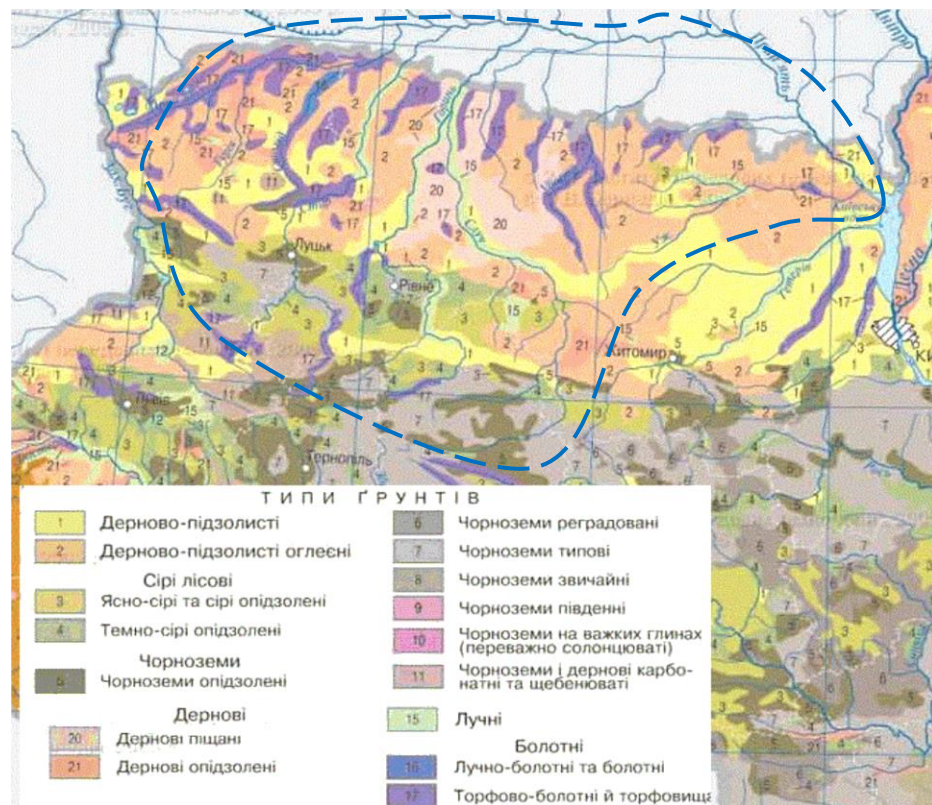


Рисунок 1.2 - Карта-схема ґрунтового покриття басейну річки Прип'ять

Крейдові відклади суцільно поширені на Волино-Подільській плиті та в Галицько-Волинській западині. Палеогенові піски, глини, пісковики відслонюються лише на північному сході волинського Полісся. Значно більші площі, переважно на півдні, покривають неогенові вапняки, піски, глини, гіпси які беруть участь у будові сучасного рельєфу [7].

Дерново-підзолисті супіщані (рідше суглинні) ґрунти. Це найбільш поширені ґрунти Полісся. Переважно вони займають ділянки зандрових рівнин. При супіщаному і суглинному механічному складі частіше

проявляється середній ступінь підзолистості. Від попередніх ґрунтів вони відрізняються дещо більшим вмістом мулу. Зі збільшення ваги механічного складу відповідно поліпшуються і водно-фізичні властивості ґрунтів: у суглинних і супіщаних ґрунтах значніше, ніж у піщаних і глинисто-піщаних, зменшується аерація, фільтрація і т.д.

У зв'язку з наявністю, глибше 40 см, ущільненого ілювіального горизонту, помітно знижується водопроникність і фільтрація, тим самим періодично створюється перезволоження і збільшення ґрунтового стоку, та взагалі обумовлюється кращий водний режим даних ґрунтів у порівнянні з попередніми.

Широко поширені на Поліссі торф'яно-болотні ґрунти і низинні торфовища, приурочені до великих понижень вододілів, притерасним низинам і долинам.

*Рослинність.* При вивченні процесів формування стоку велика увага повинна приділятися не тільки таким факторам, як рельєф, геологічна будова, ґрунту але також і рослинному покриву. Ліс, впливаючи на інтенсивність сніготанення і водовіддачі від злив, а також на швидкість стікання води по поверхні водозбору тим самим впливає на водний режим річок - знижує максимуми водопіль і у паводків, збільшує їх тривалість, сприяє переведенню частини поверхневого стоку у підземний, захищає ґрунти від ерозії. За даними збільшення лісистості водозбору на 10% дає приріст стоку води на 12-17 мм. Гідрологічна роль лісу неоднакова і залежить від геологічних, ґрунтових та інших фізико-географічних умов, але в цілому вплив лісу на ресурси річкового стоку і ресурси підземних вод оцінюють позитивно [7].

Поліська провінція характеризується переважно дубово-сосновими лісами. Крім лісів, дуже поширені заплавні луки та болота.

Широколистяно-лісова зона представлена ліською, луговою і болотною рослинністю. Ліси займають близько 23% всієї території басейну і приурочені, головним чином, до височин. Луги зосереджені переважно в



заплавах річок, на зандрових рівнинах і надзаплавних терасах. Болота розташовані в заплавах, на других піщаних терасах і на зниженнях (рис.1.3).

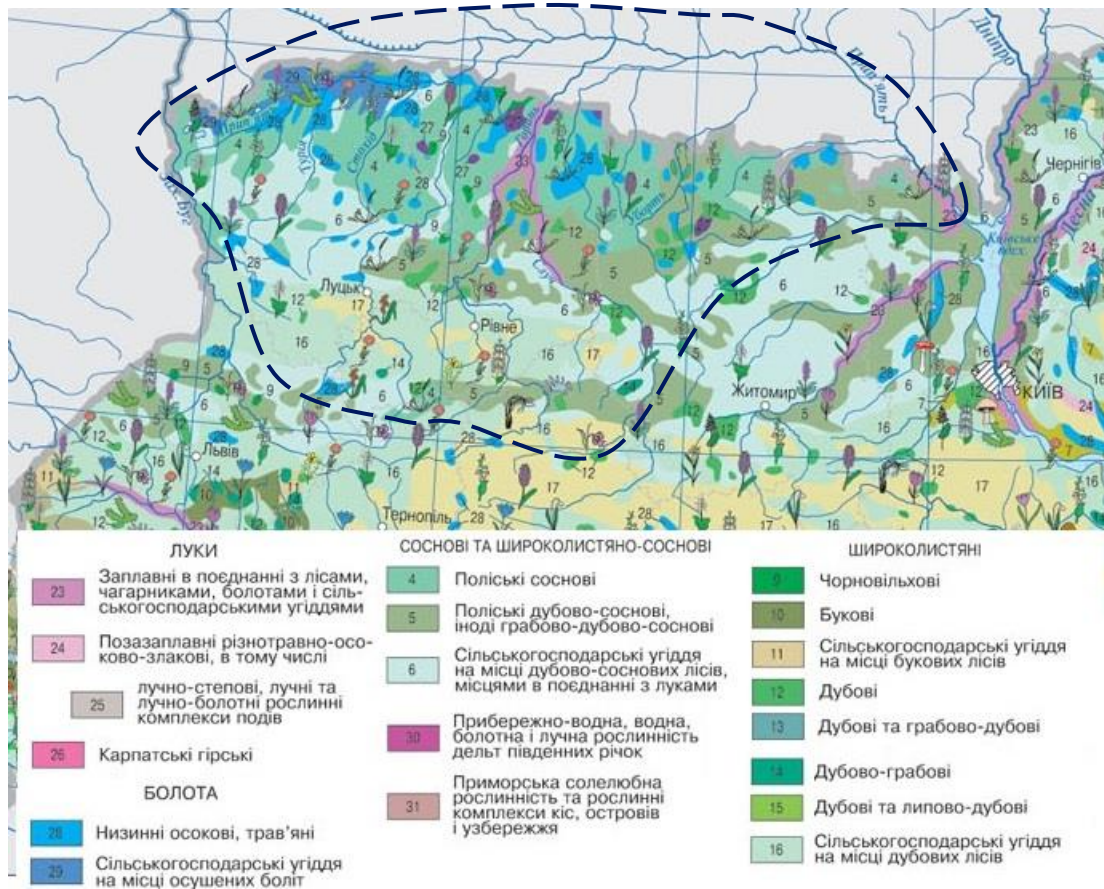


Рисунок 1.3 - Карта-схема рослинності басейну річки Прип'ять

Соснові ліси або бори складають 23% всіх лісів. Болотисті луки зустрічаються в заплавах всіх річок на розглянутій території. Найбільшого розвитку вони досягають у притерасних частинах заплав.

Евтрофні болота займають більше 80 % площі всіх боліт. Живлення їх поверхневими і підземними водами сприяє збагаченню органічними рештками, мінеральними солями, мулом. Серед них виділяють трав'яні, трав'яно-мохові й лісові болота. Мезотрофні болота утворилися у зниженнях на межиріччях, річкових терасах, за значної обводненості їх мінеральне живлення бідніше, ніж евтрофних боліт. Оліготрофні болота утворилися на вододільних поверхнях, у їх бідному мінеральному живленні основна роль

належить атмосферним опадам, тому поживних для рослин речовин тут мало. Поширені переважно в межах Правобережного Полісся.

Евтрофні (низинні) болота приурочені до заплав річок, рідше - до вододілів. Не рідко вони займають значні частини заплав (Стир) або тільки їх притерасної частини де зустрічаються в комплексі з заболоченими луками.

Трав'яні болота розвиваються в умовах сильного зволоження проточними водами і, як правило, схильні до дії алювіальних або делювіальних відкладень.

### 1.3 Кліматична характеристика

Формування максимального стоку дощових паводків відбувається під впливом метеорологічних умов та факторів підстильної поверхні.

Під впливом рельєфу відбувається перерозподіл по території кількості атмосферних опадів, температури повітря та випаровування, що викликає зміни у розподілі стоку в часі [7-9]. Основні риси клімату описуваної території формуються під впливом загальних і місцевих кліматоутворюючих факторів. Головним з яких є приплив тепла від сонця. Характер та інтенсивність основних кліматоутворюючих факторів істотно розрізняється по сезонах року.

Перехід до весняного сезону характеризується підвищенням ролі радіаційного фактора і посиленням впливу підстильної поверхні. За умовами циркуляції початок весни пов'язано з слабшанням північно-східних і східних впливів і посиленням західних. У квітні і травні ще спостерігаються повернення холоду, викликані вторгненням арктичного повітря. Вони обумовлюють різкі похолодання і заморозки.

В цілому погодні умови літнього сезону відрізняються значним підвищенням температури за рахунок прогріву земної поверхні, великий повторюваності ясних днів, рідкісними туманами, збільшенням кількості опадів і активної грозової діяльності [10-14].

*Температура повітря.* Одним із основних показників температурного режиму є середня місячна температура повітря, що характеризує загальний температурний фон території.

Просторово-часовий розподіл середньої місячної температури повітря залежить від радіаційних умов, сезонних коливань циркуляції атмосфери, фізико-географічних особливостей території. Середня місячна температура повітря в основному змінюється з півночі на південь.

Мінливість температури повітря має чітко виражений річний хід, який знаходиться у зворотній залежності від кількості сонячної радіації, що надходить. Від січня до липня, зі збільшенням сонячної радіації, мінливість температури повітря повільно зменшується і, навпаки, від серпня до грудня зі зменшенням надходження сонячної радіації вона зростає.

Найвищі значення (3-4°C) середнього квадратичного відхилення середньої місячної температури повітря бувають у зимові місяці. В окремі роки середня місячна температура може значно відхилитися від середньої багаторічної і коливатися у великих межах у часі і просторі.

Важливим показником мінливості середньої місячної температури повітря в окремі роки є також абсолютне відхилення температури даного місяця від норми. Розрахунки показують, що абсолютні відхилення за будь-який місяць можуть досягати великих значень, причому від'ємні відхилення часто набагато перевищують додатні [10-13].

Далі будуть представлені середньомісячні температури та їх відхилення для деяких постів на території басейну Прип'яті (табл. 1.1).

Температурний режим визначається особливостями атмосферної циркуляції, радіаційними факторами і характером підстильної поверхні. Відмінною особливістю зими є часті відлиги, пов'язані з переміщенням циклонів з північного заходу, заходу, південного заходу і півдня (рис. 1.4).

Таблиця 1.1 – Середня місячна і річна температура повітря та її середнє квадратичне відхилення [11]

ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ													
СЕРЕДНЯ МІСЯЧНА І РІЧНА ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ (°С)													
Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Любешів													
Середня	-5,2	-3,8	0,6	7,8	13,9	16,7	17,8	17,2	12,9	7,6	2,3	-2,1	7,1
Середнє квадратичне відхилення	4,2	3,7	3,0	1,5	1,8	1,4	1,4	1,1	1,4	1,4	1,9	2,3	0,9
Найбільш низька	-15,0	-14,0	-6,4	4,4	9,9	14,5	14,9	15,1	10,3	3,7	-3,6	-8,0	5,4
Рік	1987	1956	1952	1955	1980	1984	1979	1987	1959	1951	1993	1969	1956
Найбільш висока	1,5	4,0	6,1	10,7	16,7	20,4	21,4	19,6	16,0	10,7	5,2	2,7	9,1
Рік	1983	1990	1990	1950	1963	1964	1959	1963	1967	1966	1969	1960	1989
Ковель													
Середня	-4,7	-3,4	1,0	7,9	13,7	16,8	18,0	17,2	13,0	7,8	2,6	-1,8	7,3
Середнє квадратичне відхилення	4,1	3,7	2,9	1,5	1,7	1,4	1,3	1,1	1,4	1,4	1,9	2,3	0,9
Найбільш низька	-14,0	-13,8	-6,4	4,5	9,8	14,6	15,4	14,9	10,7	4,0	-3,7	-7,6	5,7
Рік	1987	1956	1952	1955	1980	1984	1979	1987	1959, 1978	1946	1993	1969	1956
Найбільш висока	1,9	3,9	6,1	10,6	16,6	20,9	21,3	19,9	16,3	11,2	5,7	2,5	9,2
Рік	1983	1990	1990	1948	1963	1964	1959	1963	1967	1966	1963	1960	1989



Продовження таблиці 1.1

Луцьк													
Середня	-4,9	-3,5	0,9	8,0	13,8	16,8	18,0	17,4	13,3	7,9	2,6	-2,0	7,4
Середнє квадратичне відхилення	3,9	3,6	3,0	1,5	1,6	1,5	1,3	1,1	1,5	1,4	2,1	2,2	0,9
Найбільш низька	-14,0	-15,5	-6,5	2,5	10,2	13,8	15,8	14,9	10,2	4,0	-4,0	-8,0	5,5
Рік	1987	1929	1952	1929	1980	1928	1962, 1979	1987	1996	1946	1993	1902	1929, 1933
Найбільш висока	1,7	3,1	5,3	10,9	17,2	21,1	21,4	21,4	16,8	12,5	7,5	2,7	8,9
Рік	1983	2002	1990	1950	1996	1964	1959	1992	1892	1896	1926	1960	1975
Сарни													
Середня	-5,4	-4,0	0,6	8,0	14,1	17,0	18,2	17,4	13,1	7,7	2,3	-2,2	7,2
Середнє квадратичне відхилення	4,2	3,6	2,9	1,6	1,8	1,5	1,4	1,1	1,4	1,4	2,0	2,3	0,9
Найбільш низька	-14,9	-15,6	-7,1	1,9	9,8	13,2	15,7	14,4	9,8	3,6	-4,1	-8,2	5,2
Рік	1987	1929	1952	1929	1980	1928	1979	1926	1959	1951	1993	1933	1929, 1933
Найбільш висока	1,2	3,5	5,7	11,1	16,8	21,0	22,0	20,4	16,2	11,1	6,7	3,0	9,2
Рік	1975, 1989	1990	1990	1950	1963, 1983	1964	1959	1963	1967	1966	1926	1960	1989

Продовження таблиці 1.1

Коростень													
Середня	-6,0	-4,6	0,0	7,8	14,2	17,1	18,1	17,4	12,9	7,3	1,8	-2,7	6,9
Середнє квадратичне відхилення	4,0	3,5	3,0	1,7	1,8	1,5	1,4	1,1	1,4	1,5	2,0	2,3	1,0
Найбільш низька	-14,8	-16,3	-7,1	1,6	9,8	13,7	15,3	15,2	10,8	3,3	-5,1	-9,0	5,1
Рік	1987	1929	1952	1929	1980	1928	1979	1987	1978	1946	1993	1933	1933
Найбільш висока	0,8	3,0	5,7	11,2	17,6	21,4	24,0	20,9	16,2	11,6	6,0	2,9	9,0
Рік	1936	2002	1990	1950	1937	1964	1936	1929, 1939	1937	1935	1926	1960	1989
Новоград-Волинський													
Середня	-5,6	-4,2	0,3	7,9	14,2	17,0	18,0	17,3	13,1	7,6	2,1	-2,4	7,1
Середнє квадратичне відхилення	3,8	3,5	3,0	1,7	1,7	1,5	1,4	1,1	1,3	1,5	2,1	2,2	0,9
Найбільш низька	-14,0	-16,5	-7,7	1,7	10,2	13,3	15,4	14,6	10,6	3,3	-4,5	-8,8	4,8
Рік	1963, 1987	1929	1952	1929	1980	1928	1935, 1979	1926	1914, 1959	1946	1993	1927, 1933	1933
Найбільш висока	1,0	3,2	5,8	11,0	17,2	21,4	22,5	20,4	15,8	11,2	6,1	3,0	8,9
Рік	1936	2002	1990	1950	1937	1964	1936	1939	1967	1966	1926	1960	1989

Продовження таблиці 1.1

Стрий													
Середня	-3,6	-2,1	2,2	8,4	13,6	16,5	17,8	17,3	13,9	8,9	3,6	-1,0	8,0
Середнє квадратичне відхилення	3,6	3,4	2,8	1,6	1,5	1,4	1,1	1,1	1,4	1,5	2,0	2,3	0,8
Найбільш низька	-11,8	-12,9	-5,1	4,2	9,8	14,0	15,5	15,0	10,1	4,0	-3,4	-8,6	5,8
Рік	1893	1956	1952	1883	1902	1887	1978, 1979	1885, 1976	1904	1946	1902	1879	1902
Найбільш висока	2,6	5,0	7,2	10,9	16,8	20,5	21,8	22,2	17,6	12,4	7,8	2,9	9,6
Рік	1983	2002	1990	1968, 1983	1889	1964	1883	1890	1892	1966, 1967	1963	1960, 1985	1989
Ямпіль													
Середня	-5,5	-4,2	0,0	7,6	13,6	16,5	17,6	17,1	13,0	7,4	2,0	-2,7	6,9
Середнє квадратичне відхилення	3,8	3,5	3,0	1,6	1,6	1,4	1,3	1,1	1,3	1,4	2,1	2,3	0,9
Найбільш низька	-14,3	-14,3	-7,8	4,2	10,0	14,3	15,3	14,9	10,4	3,7	-4,1	-8,5	5,2
Рік	1963	1956	1952	1954	1980	1984	1979	1976, 1987	1959	1946	1993	1969	1956
Найбільш висока	0,4	2,9	5,5	10,9	16,9	20,7	21,4	20,3	15,6	10,8	5,4	2,6	8,6
Рік	1975, 1983	2002	1990	1950	1937	1964	1959	1943	1967	1966	1963	1960	1989



Рисунок 1. 4. - Карта температури та опадів басейну річки Прип'ять.

Для літа характерні слаборозвинені області підвищеного і зниженого тиску. При цьому тривалий час утримується суха погода з інтенсивним підвищенням температури. Найтепліший місяць року - липень. Температура повітря становить 18,0-20,0 °C.

Середня багаторічна річна температура повітря становить 5,0-7,0 °C. Для характеристик весняного сніготанення і умов формування водного режиму велике значення мають терміни весняного переходу середньої добової температури повітря через 0 і 5 °C.

Початок весни визначається стійким переходом добової температури повітря через 0 °C. Період із середньою добовою температурою повітря вище 5° на більшій частині території спостерігається до кінця жовтня. Перехід середньодобової температури повітря через -5 °C на більшій частині території спостерігається в кінці грудня - початку січня.

На формування і розподіл температури повітря насамперед впливає географічне положення місця. Кількісні показники розподілу середньої за місяць температури повітря залежно від широти і довготи розраховано за даними метеорологічних станцій, рівномірно розташованих на території (рис.1.4).

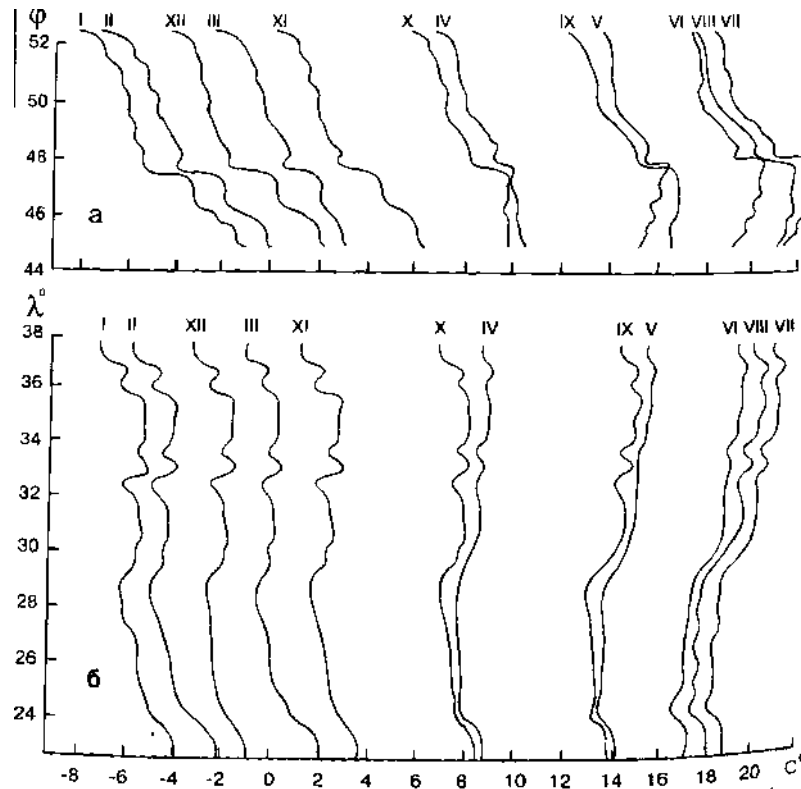


Рис 1.5 – Середня за місяць (I-XII) температура повітря залежно від широти  $\phi$  (а) та довготи  $\lambda$  (б) [11]

Середню місячну температуру, як функцію широти і довготи місця, її середнє квадратичне відхилення та температуру повітря різної ймовірності вище вказаних меж отримано за ковзними інтервалами. Розрахунки показали, що температура повітря у середньому на один градус широти у холодний період (листопад-березень) змінюється на  $0,7 - 0,8^{\circ}\text{C}$ , а в теплий період (квітень-жовтень) - на  $0,4 - 0,5^{\circ}\text{C}$ . Підвищення середньої місячної температури повітря з півночі на південь на кожні  $100 \text{ км}$  становить у холодний період  $0,7 - 0,9^{\circ}\text{C}$ , у теплий -  $0,4 - 0,5^{\circ}\text{C}$ .

Особливістю річного ходу температури повітря за довготою є те, що квітень тепліший від жовтня, травень до 24 °С довготи холодніший, а далі на схід тепліший від вересня.

Характер зміни температури повітря від місяця до місяця за широтою і довготою однорідний. Проте коливання у зимові та літні місяці більші за широтою, ніж за довготою, навесні та восени — навпаки. Мінливість середньої місячної температури повітря як за широтою, так і за довготою має чітко виражений річний хід і коливається у незначних межах [10-13].

*Опади.* Основною закономірністю просторового розподілу опадів в Україні, зумовленою загальними циркуляційними факторами, є їх зменшення з півночі і північного заходу у напрямі на південь і південний схід.

Залежно від виду атмосферних опадів рік прийнято розділяти на два періоди: холодний (листопад-березень), коли порад з твердими опадами можуть випадати й рідкі; теплий (квітень-жовтень) — з переважанням рідких опадів. У холодний період випадає 20 - 25, у теплий 75 - 80 % річної кількості опадів [7-10].

Атмосферні опади відіграють істотну роль у процесі формування стоку. У Поліссі в середньому випадає від 650 до 700 і з чітким максимумом у липні (близько 100 мм) і мінімумом у січні - березні (близько 40 мм).

Найбільші добові кількості опадів мають велике практичне значення; вони враховуються при гідрологічних будівельних розрахунках, будівництво ставків і водосховищ вимагає врахування посушливих періодів з тим, що б правильно розрахувати випаровування з поверхні цих водойм. На розглянутій території відзначається 2 - 3 періоду без дощів тривалістю більше 10-ти днів. Посушливі періоди тривалістю більше 20 днів спостерігаються не щороку.

У посушливі періоди витрати тепла на випаровування малі. Надходить тепло витрачається головним чином на нагрівання земної поверхні і прилеглих шарів повітря, внаслідок чого періоди бездощів'я супроводжуються підвищеними температурами (табл.1.2)

Таблиця 1.2 – Середня місячна і річна кількість опадів в басейні р. Прип'ять [11]

АТМОСФЕРНІ ОПАДИ															
СЕРЕДНЯ МІСЯЧНА І РІЧНА КІЛЬКІСТЬ ОПАДІВ (мм) З ПОПРАВКАМИ НА ЗМОЧУВАННЯ															
Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Холодний період (XI-III)	Теплий період (IV-X)	Рік
Річиця															
Середня	31	27	25	33	55	69	75	60	46	38	38	34	155	376	531
Середнє квадратичне відхилення	21,9	19,3	16,0	18,2	27,6	37,1	42,3	40,5	23,3	39,4	16,2	16,6	49,2	107,7	116,1
Коефіцієнт варіації	0,71	0,71	0,64	0,55	0,50	0,54	0,56	0,68	0,51	1,04	0,42	0,49	0,31	0,29	0,22
Найменша	4	0	5	4	14	19	16	5	8	3	5	2	91	194	326
Рік	1973	1976	1974	1981	1981	1964	1976	1973	1981	1962	1975	1972	1989	1981	1982
Найбільша	90	75	66	81	118	213	176	173	89	202	78	73	263	642	773
Рік	1979	1963	1962	1975	1978	1974	1980	1972	1971	1974	1970	1964	1966	1974	1970, 1974
Любешів															
Середня	37	30	30	38	56	84	80	58	57	43	44	42	183	416	599
Середнє квадратичне відхилення	23,5	17,8	16,7	21,3	26,7	38,1	41,3	36,6	31,4	33,5	16,4	19,8	42,6	104,1	109,8
Коефіцієнт варіації	0,64	0,59	0,56	0,56	0,48	0,45	0,51	0,63	0,55	0,78	0,37	0,48	0,23	0,25	0,18
Найменша	6	3	1	3	18	16	13	6	15	3	11	4	88	165	298
Рік	1973	1976	1950, 1974	1984	1980	1959	1967	1984	1981	1961, 1977	1975	1972	1954	1961	1961
Найбільша	97	83	71	108	138	187	180	159	135	154	145	86	274	678	843
Рік	1979	1973	1976	1975	1951	1974, 1989	1980	1977	1984	1974	1960	1981	1966	1974	1974

Продовження таблиці 1.2

Руда															
Середня	33	31	28	38	60	74	81	61	50	35	39	36	167	399	566
Середнє квадратичне відхилення	19,2	18,9	14,8	18,8	20,7	28,9	38,8	32,0	29,3	38,0	17,4	14,9	44,4	91,2	100,4
Коефіцієнт варіації	0,58	0,61	0,53	0,49	0,35	0,39	0,48	0,52	0,59	1,09	0,44	0,41	0,26	0,23	0,18
Найменша	6	0	3	6	22	13	24	7	12	0	10	6	98	234	352
Рік	1973	1976	1974	1974	1980	1963	1969	1984	1969	1976	1975	1972	1974	1982	1982
Найбільша	74	71	68	74	100	149	178	129	149	192	76	68	284	621	748
Рік	1966	1966	1983	1990	1962	1974	1972	1988	1972	1974	1965	1964	1966	1974	1974
. Ковель															
Середня	33	32	30	40	63	75	82	63	53	38	44	40	179	414	593
Середнє квадратичне відхилення	19,0	18,7	16,6	19,1	24,1	34,8	35,3	37,0	28,8	37,3	18,5	17,1	42,9	95,1	100,0
Коефіцієнт варіації	0,57	0,59	0,56	0,48	0,38	0,46	0,43	0,59	0,55	0,99	0,43	0,42	0,24	0,23	0,17
Найменша	2	0	3	4	12	3	11	6	8	3	1	2	88	244	364
Рік	1894	1976	1974	1984	1949	1930	1928	1951	1955	1951, 1965	1897	1897	1974	1961	1961
Найбільша	81	81	122	125	147	260	253	178	121	193	159	75	293	716	910
Рік	1979	1966	1914	1928	1887	1948	1891	1977	1972	1974	1910	1981	1966	1948	1948
. Луцьк															
Середня	31	31	27	39	60	68	76	61	56	37	36	38	163	397	560
Середнє квадратичне відхилення	18,4	21,1	15,6	22,8	25,1	35,2	37,0	32,8	34,6	30,2	17,4	16,7	38,6	93,8	91,7
Коефіцієнт варіації	0,60	0,69	0,58	0,58	0,42	0,52	0,49	0,54	0,62	0,82	0,48	0,44	0,24	0,24	0,16
Найменша	6	1	0	6	9	3	8	6	6	2	3	3	60	180	310



Продовження таблиці 1.2

Рік	1894, 1973	1976	1974	1984	1946, 1959	1930	1961	1951	1903	1949	1894	1946	1894	1961	1961
Найбільша	80	94	73	125	136	185	170	265	155	148	120	86	351	617	822
Рік	1976	1973	1983	1975	1984	1948	1965	1959	1978	1974	1960	1947	1948	1974	1931
. Млинок															
Середня	35	31	25	40	60	78	71	61	52	40	40	36	167	402	569
Середнє квадратичне відхилення	25,2	19,1	16,8	24,5	34,7	40,4	33,1	40,0	31,1	32,1	15,5	17,9	49,2	91,6	97,5
Коефіцієнт варіації	0,72	0,63	0,67	0,61	0,58	0,52	0,47	0,66	0,60	0,80	0,39	0,50	0,29	0,23	0,17
Найменша	5	2	1	5	13	24	3	10	12	1	10	2	85	160	300
Рік	1973	1976	1974	1981, 1984	1989	1989	1967	1984, 1985	1981	1977	1975	1972	1989	1961	1961
Найбільша	107	80	66	127	140	184	132	168	122	131	64	75	250	547	753
Рік	1976	1973	1983	1975	1984	1988	1973	1977	1978	1974	1977	1974	1966	1974	1970
Сарни															
Середня	39	32	30	45	59	94	81	63	58	43	42	43	186	443	629
Середнє квадратичне відхилення	24,4	20,2	17,9	29,3	29,9	50,2	36,0	36,5	45,9	30,3	14,7	19,8	40,2	100,6	104,3
Коефіцієнт варіації	0,63	0,63	0,60	0,65	0,50	0,54	0,45	0,58	0,79	0,70	0,35	0,46	0,22	0,23	0,17
Найменша	6	3	0	6	15	19	4	5	13	1	8	6	80	249	391
Рік	1973	1976	1960	1984	1947	1950	1967	1951	1969	1977	1926	1948, 1972	1954	1961	1961
Найбільша	106	94	95	150	166	242	164	181	212	146	156	98	288	700	848
Рік	1976	1966	1958	1975	1984	1988	1949	1977	1963	1950	1960	1954	1958	1926	1977

Продовження таблиці 1.2

Сварині															
Середня	36	32	27	44	61	86	80	66	53	39	41	40	176	429	605
Середнє квадратичне відхилення	24,0	19,2	16,1	26,3	22,7	41,1	42,2	38,8	35,3	28,8	15,4	18,0	42,1	92,1	94,2
Коефіцієнт варіації	0,66	0,60	0,60	0,60	0,37	0,48	0,53	0,59	0,67	0,74	0,38	0,45	0,24	0,21	0,16
Найменша	4	2	1	3	16	20	15	7	12	1	6	6	105	227	344
Рік	1973	1976	1974	1981	1977	1983	1967	1973	1982	1977	1975	1972	1974	1961	1961
Найбільша	101	86	69	128	103	203	166	173	152	122	75	89	265	566	795
Рік	1976, 1979	1966	1983	1975	1962	1988	1980	1969	1976	1974	1977	1981	1966	1968, 1980	1970
Оженин															
Середня	26	23	24	39	50	77	87	66	42	31	31	34	138	392	530
Середнє квадратичне відхилення	21,9	15,4	15,4	25,7	27,7	44,3	53,0	41,9	36,1	27,6	17,2	16,4	48,6	118,3	136,9
Коефіцієнт варіації	0,84	0,67	0,64	0,66	0,55	0,58	0,61	0,63	0,86	0,89	0,56	0,48	0,34	0,30	0,26
Найменша	2	0	0	5	11	15	18	14	4	1	4	1	29	155	210
Рік	1973	1976	1974	1984	1961, 1972	1961	1989	1967	1961	1977	1978	1972	1973	1961	1972
Найбільша	97	68	64	114	99	163	246	163	158	124	70	67	244	599	805
Рік	1979	1963	1962	1975	1979	1969	1965	1964, 1969	1976	1981	1974	1964	1961	1965	1965

Продовження таблиці 1.2

Славенщина															
Середня	27	24	28	39	46	83	87	63	52	36	39	36	154	406	560
Середнє квадратичне відхилення	14,3	16,8	17,6	22,1	20,8	39,7	35,1	39,3	28,6	20,8	20,9	16,2	44,2	76,2	82,5
Коефіцієнт варіації	0,53	0,70	0,63	0,57	0,45	0,48	0,40	0,62	0,55	0,58	0,54	0,45	0,29	0,19	0,15
Найменша	9	4	1	7	8	26	17	2	5	4	12	4	60	311	471
Рік	1988	1975	1974	1984	1986	1979	1967	1973	1975	1977	1975	1972	1974	1966	1978
Найбільша	54	68	68	91	84	169	197	151	140	77	108	66	244	587	744
Рік	1968	1973	1983	1977	1973	1975	1964	1989	1968	1981	1977	1981	1966	1980	1977
Рудня-Іванівська															
Середня	36	34	31	48	61	85	101	75	48	40	45	43	189	458	647
Середнє квадратичне відхилення	23,3	20,9	22,6	31,1	35,4	45,1	47,0	40,8	32,4	27,3	19,2	21,2	48,9	94,6	121,8
Коефіцієнт варіації	0,65	0,61	0,73	0,65	0,58	0,53	0,47	0,54	0,68	0,68	0,43	0,49	0,25	0,21	0,19
Найменша	6	7	1	9	15	19	11	15	1	4	11	7	104	266	416
Рік	1973	1972	1974	1963	1990	1964	1967	1985	1984	1961	1978	1972	1984	1963	1961
Найбільша	104	85	90	151	142	197	218	204	114	102	96	99	302	637	884
Рік	1966	1973	1976	1975	1962	1988	1981	1977	1976	1970	1962	1964	1966	1981	1981
Коростень															
Середня	36	32	34	46	52	84	99	76	52	36	46	43	191	445	636
Середнє квадратичне відхилення	21,9	19,1	21,5	24,6	26,9	47,8	42,0	46,4	32,7	24,8	21,9	18,0	45,0	101,3	123,6
Коефіцієнт варіації	0,61	0,60	0,64	0,53	0,52	0,57	0,42	0,61	0,63	0,69	0,48	0,42	0,23	0,23	0,19

Продовження таблиці 1.2

Найменша	3	5	1	0	6	9	14	5	4	1	4	4	59	205	371
Рік	1946	1954	1974	1918	1934	1961	1967	1942	1967	1977	1926	1942, 1948	1954	1963	1963
Найбільша	110	83	84	106	148	213	266	199	147	132	130	90	303	657	909
Рік	1966	1977	1962	1975	1960	1975	1948	1958	1912	1952	1944	1981	1966	1980	1977
Новоград-Волинський															
Середня	46	38	37	49	53	89	94	76	52	38	46	50	217	451	668
Середнє квадратичне відхилення	28,4	21,7	25,6	29,2	28,5	48,5	41,8	45,7	39,8	25,0	20,6	20,9	51,0	91,5	120,1
Коефіцієнт варіації	0,62	0,57	0,69	0,60	0,53	0,55	0,45	0,60	0,77	0,67	0,45	0,42	0,23	0,20	0,18
Найменша	7	1	1	3	3	13	13	8	4	1	3	2	94	259	429
Рік	1894, 1973	1916	1974	1948	1937	1964	1959	1984	1979	1977	1926	1916	1943	1961	1961
Найбільша	119	96	110	118	166	240	252	186	195	155	135	108	328	610	862
Рік	1979	1962	1962	1975	1931	1988	1949	1977	1976	1950	1960	1964	1962	1980	1962
Сусли															
Середня	30	28	27	43	51	83	87	69	48	35	38	41	164	416	580
Середнє квадратичне відхилення	20,2	17,0	17,1	26,4	26,3	43,0	40,5	47,8	32,4	24,3	18,9	20,7	43,9	92,5	109,5
Коефіцієнт варіації	0,67	0,61	0,63	0,61	0,52	0,52	0,47	0,69	0,68	0,69	0,50	0,50	0,26	0,22	0,19
Найменша	4	3	0	8	13	9	16	4	5	0	9	5	70	238	386
Рік	1973	1972	1974	1963	1982	1961, 1964	1967	1979	1965	1977	1978	1972	1974	1961	1961
Найбільша	96	63	73	107	145	193	176	196	144	89	80	104	258	617	785
Рік	1979	1979	1962	1975	1962	1988	1964	1969	1973	1970, 1981	1974	1979	1979	1969	1964

Продовження таблиці 1.2

Броники															
Середня	35	28	29	46	51	84	86	67	50	34	40	41	173	418	591
Середнє квадратичне відхилення	23,2	14,2	18,3	27,6	28,5	49,8	37,1	39,2	34,8	22,9	20,0	18,4	37,9	81,4	98,8
Коефіцієнт варіації	0,66	0,51	0,63	0,60	0,56	0,59	0,43	0,59	0,70	0,67	0,50	0,45	0,22	0,19	0,17
Найменша	4	3	1	6	19	14	12	8	5	2	8	4	84	217	366
Рік	1973	1972	1974	1963	1979	1964	1967	1985	1979	1977	1964, 1978	1972	1974	1963	1963
Найбільша	96	62	71	113	132	247	151	164	146	91	84	86	248	545	785
Рік	1979	1973	1962	1975	1962	1988	1973	1977	1976	1970	1977	1964	1966	1969	1981
Громада															
Середня	36	29	27	45	63	96	105	79	53	30	40	40	172	471	643
Середнє квадратичне відхилення	25,3	19,3	18,2	28,6	31,9	54,0	52,2	39,7	40,6	20,4	20,7	16,5	51,7	94,6	109,7
Коефіцієнт варіації	0,70	0,67	0,67	0,64	0,51	0,56	0,50	0,50	0,77	0,68	0,52	0,41	0,29	0,20	0,17
Найменша	8	1	0	5	7	11	25	25	1	3	9	5	70	282	411
Рік	1973, 1982	1972	1974	1984	1986	1968	1963	1985	1965	1977	1975	1972	1974	1963	1963
Найбільша	102	77	74	112	158	229	242	185	161	78	80	77	297	665	882
Рік	1979	1973	1962	1977	1983	1985	1980	1964	1968	1968	1962	1964	1961	1969	1980

*Вологість повітря.* Вологість повітря є важливим елементом режиму зволоження. Вона залежить від циркуляційних процесів і особливостей підстильної поверхні, і характеризується абсолютною і відносною вологістю і недоліком насичення (дефіцитом вологості).

Абсолютна вологість змінюється відповідно до зміни температури повітря. Найменших значень вона досягає в січні - лютому і становить 3,0 - 4,0 мб. У березні у зв'язку із загальним зростанням температури, абсолютна вологість зростає на 1 мб на місяць. Найбільш інтенсивне наростання її відбувається з березня до квітня.

Максимальних значень абсолютна вологість повітря досягає в липні. На всій території вона розподіляється одноманітно і коливається від 15,0 до 16,0 мб. У серпні вона зменшується по всій території на 0,5 мб, а від вересня до жовтня і від жовтень до листопаду на 2 - 3 мб на місяць.

Починаючи з лютого відбувається загальне зниження відносної вологості.

#### **1.4 Гідрологічна вивченість та особливості водного режиму**

Найбільшою притокою р.Прип'яті є Горинь. Довжина річки становить 659 км, площа водозбору - 27700 км<sup>2</sup>, падіння -218 м. Середня багаторічна витрата води поблизу гирла на посту Речица, розташованому неподалік від гирла (відстань – 70 км, площа водозбору 27000км<sup>2</sup>), за період до 2000р. включно становить 99,3 м<sup>3</sup>/с. Наявні стокові дані свідчать про те, що стік цієї річки має виразну тенденцію до збільшення. [7-8]

Озер на розглянутій території порівняно не багато, і розташовуються вони переважно в заплавах річок. У басейні р. Прип'яті зустрічаються заплавні річкові та вододільні озера.

За своїм гідрологічному режиму річка відноситься до типу рівнинних. Для неї характерне розтягнута весняна повінь з широкими розливами, низька літньо-осіння межень, періодично порушується дощовими паводками.

Другим за значенням, після повені, гідрологічним явищем, що приносить величезні лиха у вигляді руйнування споруд, затоплення населених пунктів, промислових об'єктів і сільськогосподарських угідь, є дощові паводки.

В межах рівнинної частини території України найбільш сприятливі умови для формування дощових паводків відмічаються на правих притоках р. Прип'ять в межах Волинської та Подільської височин внаслідок поєднання кліматичних та орографічних умов. Ефективні опади, що утворюють поверхневий стік, випадають в межах Волинської та Подільської височин та в Поліссі 15-20 разів на рік.

Формування дощових паводків відрізняється від формування весняних водопіль як за генезисом, так і за фізичними умовами. При цьому вплив більшості факторів підстильної поверхні буде таким же самим, що і при формування водопілля, але механізм їх впливу на процеси стікання та інфільтрації дещо інший, хоча вплив факторів акумулюючої групи (озера, болота, водосховища) є аналогічним (табл.1.3).

Із метеорологічних факторів найбільше значення має площа поширення та загальний хід дощів, їх тривалість, сумарний шар опадів, їх середня та максимальна інтенсивність, повторюваність значних дощів.

Таблиця 1.3 - Основні гідрографічні характеристики річок в басейні Прип'яті

№п/п	Річка - Пункт спостережень	L, км	I, ‰	F, км <sup>2</sup>	H <sub>ср</sub> , м	f <sub>оз</sub> , %	f <sub>б</sub> , %	f <sub>л</sub> , %
1	Прип'ять - с. Річиця	82	0,2	2210	170	<1	15	32
2	Прип'ять - с. Любязь	152	0,2	6100	170	1,00	16	26
3	Вижевка - с. Руда	10	1,4	141	190	<1	10	16
4	Вижевка - смт Стара Вижевка	44	0,5	722	190	<1	9	21
5	Турья - с. Ягідне	57	0,9	502	210	<1	7	18
6	Турья - с. Ковель	102	0,5	1480	200	<1	6	17
7	Турья - с.Бузаки	164	0,4	2630	180	<1	10	20
8	Стохід - с. Малинівка	45	0,6	692	200	<1	9	8

Продовження таблиці 1.3

9	Стохід - с. Гулівка	94	0,6	1420	190	<1	9	19
10	Стохід - смт Любешів	173	0,3	2970	180	<1	8	35
11	Стир - с. Шуровці	63	1,4	2020	240	<1	9	26
12	Стир - г.Луцьк	194	0,3	7200	230	<1	6	16
13	Стир - с. Млинок	400	0,2	10900	210	<1	5	24
14	Радоставка - с. Троїця	24	0,6	316	220	0	12	16
15	Іква - с. Радянське	59	0,5	632	320	<1	1	14
16	Іква - Млиновська ГЭС		1,4	1960	270	<1	7	20
17	Горинь - смт Ямполь	71	1,1	1400	320	<1	1	4
18	Горинь - с. Оженин	228	0,6	5860	280	<1	2	17
19	Горинь - с. Деражне	395	0,4	9160	260	0	2	12
20	Вирка - с. Сварині	21	0,7	231	160	0	13	31
21	Бережанка - с. Підлісне	29	0,5	187	170	<1	6	40
22	Случ - с. Велика Клитна	30	1	232	320	<1	0	3
23	Случ - с. Громада(Данцев)	139	0,6	2480	300	<1	5	4
24	Случ - с. Новоград Волинский	252	0,4	7460	260	<1	9	11
25	Случ - с. Сарни	409	0,4	13300	230	<1	5	17
26	Хомора - смт Понінка	114	0,7	1410	280	<1	1	11
27	Тня - с. Броніки	68	0,7	982	230	<1	1	16
28	Смолка - с. Сусли	69	0,7	632	230	<1	2	30
29	Льва - с. Осницк	35	0,7	510	210	<1	3	47
30	Уборть - с. Рудня	41	0,4	510	210	<1	5	19
31	Уборть - с. Перга	119	0,4	2880	190	<1	4	67
32	Уж – с. Коростень	84	0,6	1450	230	<1	3	21
33	Уж- с.Поліське	169	0,5	5690	180	<1	9	14
34	Жерев - с. Вязівка	78	0,7	1360	190	<1	16	25
35	Жерев – с. Бабиничи	88	0,6	1440	180	<1	16	26
36	Норин - с. Славенщина	79	1,1	804	170	<1	5	13
37	Грезля - с. уроч.Брод	28	0,4	553	150	0	11	55
38	Ілля - с.Луб'янка	32	1,1	300		<1	18	52

Фактори підстильної поверхні визначають інфільтрацію (втрати опадів, що випали) та швидкість добігання води по схилах руслової мережі (час формування паводків).

На умови формування дощового стоку в басейнах правих і лівих приток Дніпра в межах лісостепової зони впливає нестійкий режим зволоження



території опадами [8].

Практично по всій рівнинній частині території України максимальні витрати дощових паводків менші, ніж максимальні витрати весняного водопілля. Лише на малих водотоках (при площах водозбору до 50-150 км) максимальні витрати дощових паводків перевищують витрати від талих вод.

Певний вплив на стік Прип'яті зумовлює господарська діяльність. Це стосується передусім Дніпро-Бузького каналу, для функціонування якого забирається вода з річки . Цим, зокрема, можна пояснити порівняно малу водність річки на посту Люб'язь (площа басейну - 6100 км<sup>2</sup>), розташованому нижче місця водозабору. За даними спостережень, середня багаторічна витрата води тут становить 12,4 м<sup>3</sup>/с. Водночас на розташованому вище посту Річиця (2210 км<sup>2</sup>) вона дорівнює 8,49 м<sup>3</sup>/с, а на притоці Прип'яті - р.Вижівка-Стара Виживка (722 км<sup>2</sup>), що впадає вище по течії, - 2,58 м<sup>3</sup>/с. Останнім часом забір води у канал збільшився, що певною мірою спричинено погіршенням гідравлічних умов нижче місця водозабору .

Серед господарських об'єктів, що впливають на стік річки, слід також назвати Рівненську і Хмельницьку АЕС. Потужність першої становить 1,88 млн кВт, другої - 1,0 млн кВт. Найближчим часом (вірогідно наприкінці 2004 р.) потужність кожної з цих станцій повинна збільшитися на 1,0 млн кВт в результаті пуску нових блоків .

Гирлова ділянка р.Прип'яті зазнала істотного радіоактивного забруднення у квітні 1986 р. в результаті аварії на ЧАЕС. Для зменшення виносу радіоактивних речовин на лівому березі річки зведено дамбу.

## **2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МЕТОДИК ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ В БАСЕЙНІ ПРИП'ЯТІ**

Процес формування дощового стоку настільки складний, що при сучасному рівні знань доводиться враховувати тільки основні, вирішальні чинники, що обумовлюють його.

Найбільш прийнятним і теоретично обґрунтованим методом розрахунку дощового стоку при сучасному стані гідрологічних досліджень слід вважати метод, який враховує генетичні залежності між величинами зливого стоку і основними компонентами процесу формування стоку.

Основне призначення розрахункової залежності - обчислення максимальних витрат дощових паводків будь-якої заданої розрахункової забезпеченості для різних за величиною площ водозборів на всій території, що вивчається.

В ході магістерської роботи розглянуто чотири найбільш відомі в Україні регіональні методики:

- модель П.Ф. Вишневського (1964 г.);
- редуційна модель (рекомендована нормативним документом СНІП 2.01.14-83);
- генетична модель А.М. Бефані (1981);
- операторна модель Є.Д. Гопченка(2000);

### **2.1 Методика П.Ф. Вишневського**

Розрахункова формула, рекомендована для розрахунку максимальних витрат дощових паводків, розроблена П. Ф. Вишневським в 1960-1962 рр. і опублікована в 1964 р в монографії «Зливи та зливної стік на Україні»[17]. Автором вона віднесена до типу «граничної інтенсивності», а розрахункова формула має вигляд:

$$Q_m = 1,67 F h_m \varphi n r r_1 k_1 \lambda_1 \quad (2.1)$$

де 1,67- число для переходу від інтенсивності водовіддачі в мм/10 хв до величини максимальної витрати в м<sup>3</sup>/с;  $F$  - площа водозбору в км<sup>2</sup>;  $h_m$  - максимальна злизова водовіддача в мм /10 хв;  $\varphi$  - коефіцієнт редукції модуля максимального злизового стоку;  $n$  - коефіцієнт, що враховує вплив лісистості і заболоченості водозбору на максимальну витрату;  $r$ -коефіцієнт, що враховує вплив штучної зарегульованості максимальної витрати ставками і водосховищами;  $r_1$  - коефіцієнт врахування природного зарегулювання максимальної витрати широкими заболоченими заплавами;  $k_1$  - коефіцієнт, що враховує нерівномірність зрошення злизовою хмарою всієї розрахункової водозбірної площі;  $\lambda_1$  - перехідний коефіцієнт від вихідної основної забезпеченості до заданої розрахункової.

Основними параметрами формули (2.1) є площа водозбору, максимальна водовіддача злизового стоку за прийнятий розрахунковий інтервал часу 10 хв. і коефіцієнт редукції. Інші параметри ( $n$ ,  $r$ ,  $r_1$ ,  $k_1$ ,  $\lambda_1$ ) є поправочними коефіцієнтами до витрати, які вводяться в розрахунок тільки тоді, коли водозбір має значну залісеність, заболоченість, або коли стік з нього зарегульований ставками, водосховищами і широкою заплавою, а також коли потрібно визначити витрати різної забезпеченості.

Для практичного застосування формули (2.1) при гідрологічних та водогосподарських розрахунках всі її параметри повинні бути представлені певними числовими характеристиками, розрахунковими залежностями або картами ізоліній. У згаданій вище роботі П.Ф.Вишневецького[17] наводяться всі нормативи по визначенню розрахункових параметрів. Побудована карта ізоліній максимальної водовіддачі (рис.2.1) і залежності для визначення всіх інших параметрів формули (2.1) дають можливість обчислювати максимальні витрати для будь-якого водотоку в басейнах річок Прип'яті, Десни, правобережних і лівобережних приток Дніпра. Обчислені за формулою (2.1)

величини максимальних витрат при водовіддачі, що знімається з карти ізоліній (рис.2.1), мають 1%-ву забезпеченість.

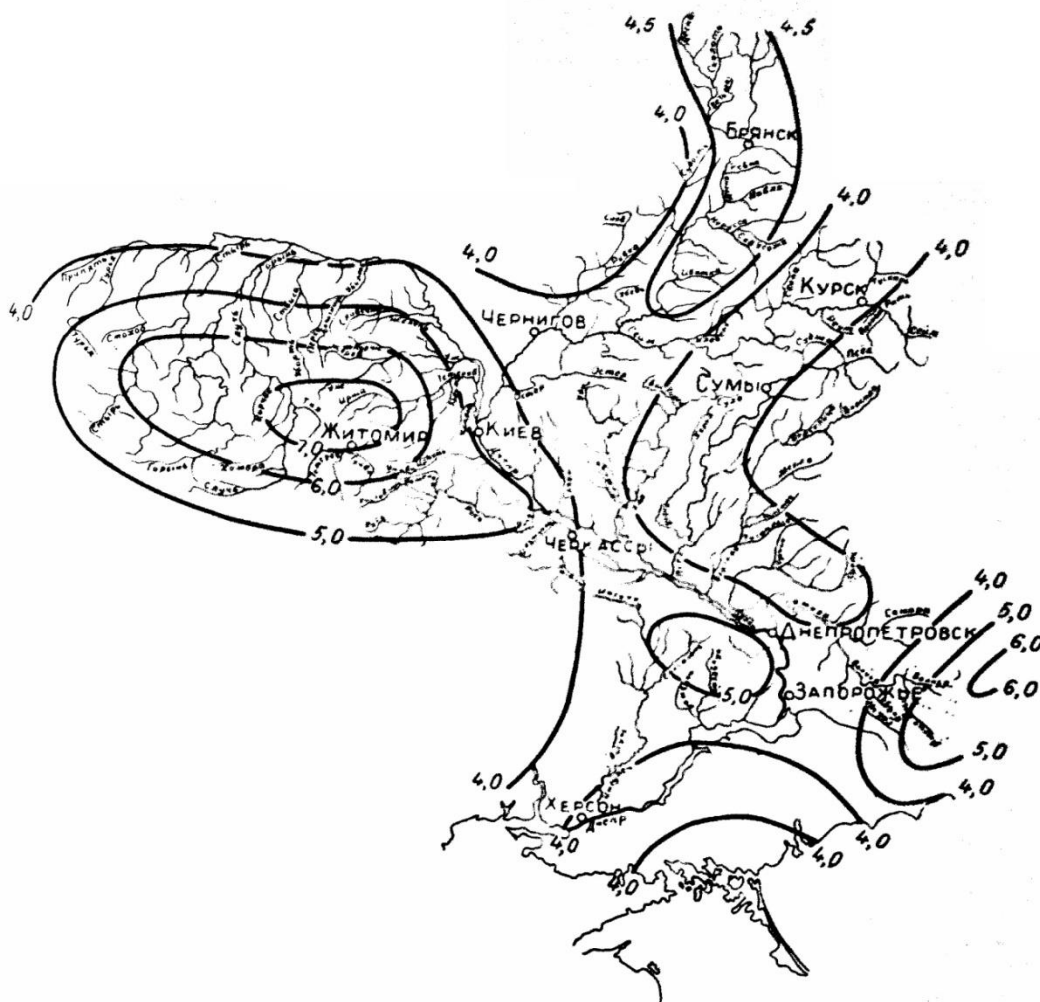


Рис.2.1 - Карта ізоліній максимальної водовіддачі зливового стоку 1% -ої забезпеченості (в мм / 10 хв) [3]

## 2.2 Редукційна модель (рекомендована нормативним документом СНіП 2.01.14-83)

Максимальні миттєві витрати води дощових паводків при відсутності річок-аналогів слід визначати за редукційною формулою:

$$Q_{p\%} = q_{200} (200 / F)^n \delta \delta_2 \delta_3 \lambda_{p\%} F \quad (2.2)$$

де  $q_{200}$  - модуль максимальної миттєвої витрати води щорічної ймовірності перевищення  $P = 1\%$ , приведений до площі водозбору, що дорівнює  $200 \text{ км}^2$ , визначається інтерполяцією, заснованій на сукупності даних спостережень сусідніх гідрологічно вивчених річок в досліджуваному районі (рис.2.2);  $\lambda_{p\%}$  - перехідний коефіцієнт від максимальних миттєвих витрат води щорічної ймовірності перевищення  $= 1\%$  до максимальних витрат води іншої ймовірності перевищення, що приймається в залежності від районування території;  $\delta_3$  - коефіцієнт, що враховує зміну параметра  $q_{200}$  зі зміною середньої висоти водозбору в гірських районах, що визначається за даними гідрологічно вивчених річок.

Модуль максимального миттєвої витрати води в міру накопичення даних гідрометричних спостережень для гідрологічно вивчених річок слід уточнювати за формулою:

$$q_{200} = q_{1\%} / \delta \delta_2 \delta_3 (F / 200)^{n_3} \quad (2.3)$$

де  $q_{1\%}$  - модуль максимальної миттєвої витрати води щорічної ймовірності перевищення  $P = 1\%$ ,  $\delta$  - коефіцієнт, що враховує зниження максимального стоку річок, зарегульований проточними озерами, слід приймати рівною одиниці, так як озера на даній території майже відсутні;  $\delta_2$  - коефіцієнт, що враховує зниження максимальної витрати води заболочених басейнів, визначається за формулою:

$$\delta_2 = 1 - \beta \lg(0,1F_{\delta} + 1) \quad (2.4)$$

де –  $\beta$  поправочний коефіцієнт;  $F_6$  - відносна площа боліт і заболочених лісів і луків в басейні,%; При заболоченості менше 3% або при проточній відносній озерності більше 20% коефіцієнт приймається рівним одиниці. Для гірських річок коефіцієнти і рівні одиниці.  $\delta_3$  - коефіцієнт, що враховує зміну параметра  $q_{200}$  зі зміною середньої висоти водозбору в гірських районах, що визначається за даними гідрологічно вивчених річок.

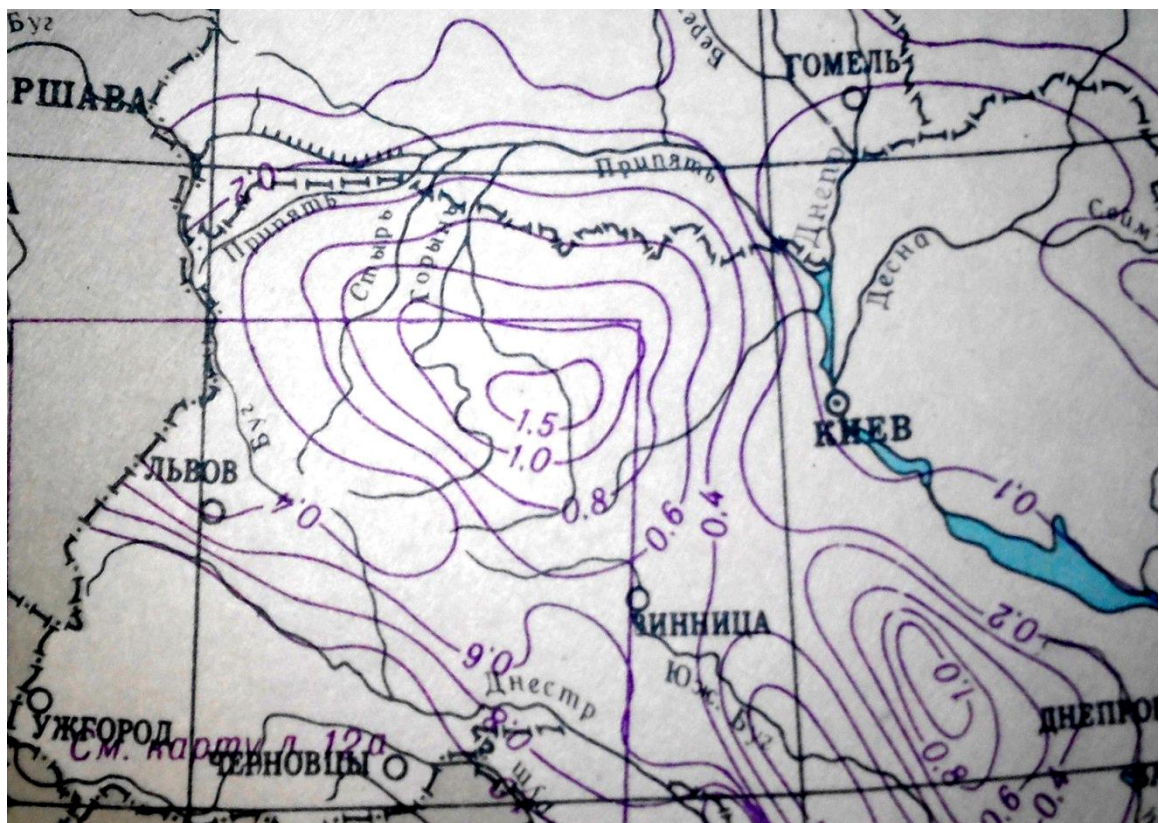


Рис. 2.2 - Модуль максимального миттєвої витрати води ( $q_{200}$ ) щорічної ймовірності перевищення  $P = 1\%$ , приведений до площі [16].

### 2.3 Генетична модель А.М. Бефані

Методика розрахунку дощових паводків в басейнах недостатньо забезпечених гідрологічної інформацією річок Українського та Білоруського Полісся розроблена Мокіною Н.В. у 1997 р на основі теоретичної моделі А.М. Бефані[5].

В умовах неглибокого залягання рівня ґрунтових вод або водоутримуючого горизонту, автором пропонується, для нормування характеристик паводків рідкісної ймовірності перевищення, використовувати генетичну модель А.М. Бефані (1981):

$$q_p = 0,28 \frac{Y_c}{t_p} \varphi k_r \varepsilon'_n k_y \delta_1 \lambda_p \quad (2.5)$$

де  $Y_c$  - шар стоку, спряжений з максимальними витратами 1% -ої ймовірності перевищення (мм);  $t_p$  - тривалість руслового добігання (годин);  $\varphi$  - коефіцієнт діючого шару стоку;  $k_r$  - гідрографічний коефіцієнт;  $\varepsilon'_n$  - коефіцієнт руслозаплавного регулювання;  $k_y$  - коефіцієнт просторової нерівномірного розподілу паводкоформуєчих опадів;  $\delta_1$  - коефіцієнт який враховує регулюючий вплив озер водосховищ і т.д.

$$Y_c = Y_{np} + 0.59 f_l + 0.33 f_b \quad (2.6)$$

$Y_{np}$  – середнє для всієї території значення приведенного шару стоку (37.4 мм), отримане після виключення впливу на  $Y_c$  лісів і боліт.

$$\text{при } t_p/T_0 < 1.0 \quad k_r = \frac{1 - 0.94(t_p / T_0)^{0.04}}{1 - 0.96(t_p / T_0)^{0.04}} \quad (2.7)$$

$$\varphi = 26 t_p / T_0 [1 - 0.96(t_p / T_0)^{0.04}] \quad (2.8)$$

$$\text{при } t_p/T_0 \leq 1.0 \quad k_r = 2 - 0.51 t_p / T_0 \quad (2.9)$$

$$\varphi = 1.0 \quad (2.10)$$

Найбільш придатним способом може бути встановлення параметрів  $\varepsilon'_n$  чисельним шляхом на підставі розрахункової схеми максимального стоку.

## 2.4 Операторна модель Е.Д. Гопченка

Для нормування характеристик максимального стоку річок України в ОДЕКУ прийнята операторна структура (запропонована Є. Д. Гопченком у 2000р.), яка безпосередньо витікає з відомої моделі руслових ізохрон. Основним параметром розрахункової схеми є максимальний модуль схилового припливу, який об'єктивно визначає потенційні розміри паводків і повеней (рис.2.3). Його трансформація русловою мережею здійснюється за допомогою двох функцій (операторів). Перша пов'язана з розпластуванням паводкових хвиль під впливом часу руслового добігання, а друга – обумовлена ефектами русло-заплавного водообміну і регулювання[1,3,4].

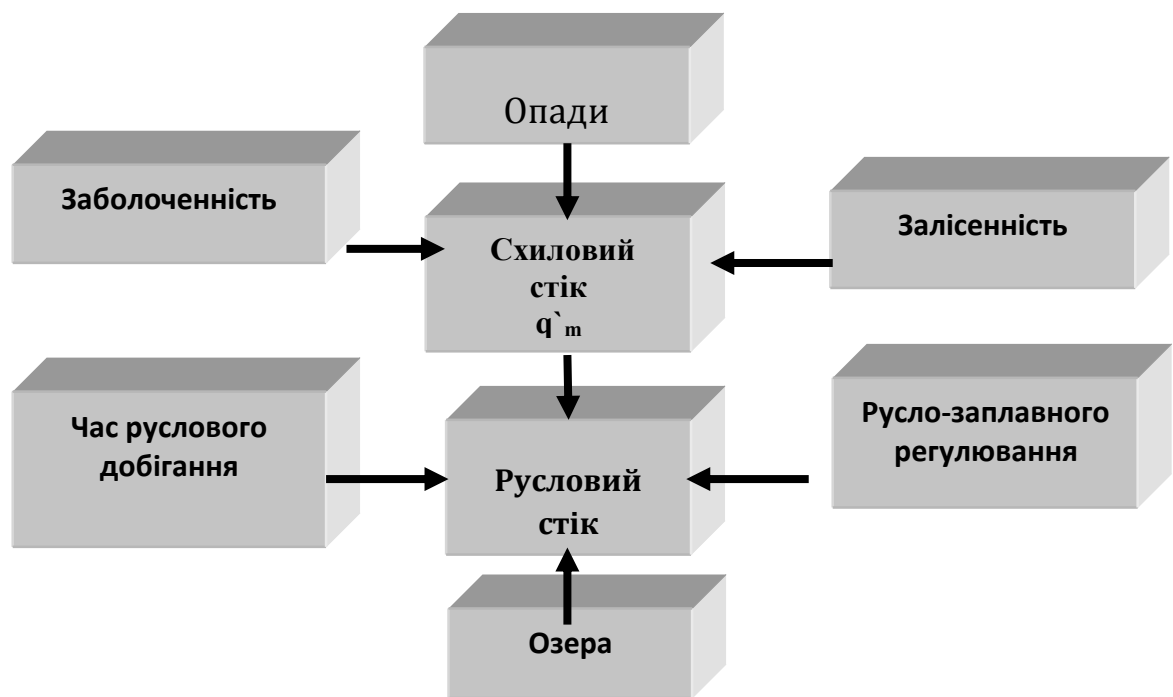


Рис. 2.3 – Блок-схема трансформації опадів у русловий стік.

Розрахункове рівняння для визначення максимального стоку в цьому випадку має вигляд[1]:

$$q_m = q_m \Psi(t_p / T_0) \varepsilon_{Fr} \lambda_p, \quad (2.11)$$



де  $r$  – коефіцієнт регулювання максимального стоку озерами, водосховищами і ставками,  $\lambda_p$  – коефіцієнт забезпеченості;  $\varepsilon_F$  – коефіцієнт русло-заплавного регулювання;  $q'_m$  – максимальний модуль схилового припливу, який відображає взаємозв'язок між собою характеристик гідрографів схилового припливу, описується рівнянням вигляду:

$$q'_m = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_m; \quad (2.12)$$

де  $Y_m$  – загальний шар припливу;  $T_0$  – тривалість схилового припливу;  $(n+1)/n$  – коефіцієнт нерівномірності схилового припливу;  $\psi(t_p/T_0)$  – трансформаційна функція

а) при  $t_p < T_0$

$$\psi(t_p/T_0) = 1 - \frac{m+1}{(n+1)(m+n+1)} \left(\frac{t_p}{T_0}\right)^n, \quad (2.13)$$

б) при  $t_p \geq T_0$

$$\psi(t_p/T_0) = \frac{n}{n+1} \frac{T_0}{t_p} \left[ \frac{m+1}{m} - \frac{n+1}{m(m+n+1)} \left(\frac{T_0}{t_p}\right)^m \right], \quad (2.14)$$

де  $m$  і  $n$  – показники міри в рівняннях кривих припливу та ізохрон, відповідно. З (2.11) і з врахуванням (2.13-2.14) коефіцієнт  $\varepsilon_F$  дорівнює:

$$\varepsilon_F = \frac{q_m}{q'_m} / \psi(t_p/T_0). \quad (2.15)$$

### **3 ВИЗНАЧЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОЗПОДІЛУ ЧАСОВИХ РЯДІВ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ**

Обробка вихідних даних та визначення параметрів дощових паводків був виконаний на основі багатьох літературних джерел [1 -5].

Теоретичним обґрунтуванням можливості застосування статистичних методів при розрахунках стокових величин є так звані граничні теореми теорії ймовірності. Перша група теорем (закон великих чисел) має такий фізичний зміст: при дуже великій кількості випадкових явищ їх середній результат практично перестає бути випадковим і передбачається з великим ступенем певності, тобто встановлюється факт наближення середніх характеристик великої кількості дослідів до деяких визначених сталих.

Друга група теорем (центральна гранична теорема) стосується законів розподілу випадкової величини. Усі форми центральної граничної теорем присвячуються установленню умов, при котрих виникає нормальний закон розподілу. А виникає він у тих випадках, коли випадкова величина може бути представленою у вигляді суми великої кількості незалежних доданків, кожен з яких досить мало впливає на саму суму.

Дійсно, річковий стік можна розглядати як подію, що є результатом взаємодії великої кількості різних стоко формуючих факторів, але ступінь впливу кожного з них на формування явища, що розглядається, не можна врахувати в повній мірі, окрім того, деякі фактори можуть бути пов'язані одне з одним. У зв'язку з цим ряди стоку мають свої особливості, що відокремлюють їх від більшості сукупностей випадкових гідрометеорологічних величин. Ці особливості можна сформулювати таким чином [1,4]

1. У розпорядженні спеціаліста-гідролога найчастіше є обмежена вихідна інформація: тривалість спостережень за стоком, як правило, не перевищує 30-40 років. Тому під час гідрологічних розрахунків практично не використовуються згруповані ряди.

2. Ряди стокових величин характеризуються додатною асиметрією, тобто переважають додатні відхилення від центру розподілу, на відміну від нормально розподіленої випадкової величини, де асиметрія дорівнює нулю. Окрім того, між суміжними членами рядів встановлено зв'язок, який кількісно може бути охарактеризованим коефіцієнтом автокореляції  $\gamma(1)$ .

3. Значення стоку завжди додатні. Область визначення стоку як випадкової величини знаходиться у границях від нуля до безкінечності:  $X \in (0, +\infty)$ . Нагадуємо, що випадкова величина з нормальним законом розподілу ймовірностей змінюється від  $-\infty$  до  $+\infty$ .

4. Ряди стокових величин можуть бути неоднорідними за часом, що обумовлюється водогосподарськими перетвореннями на водозборах (будівництво водосховищ, перекид стоку з однієї річки в другу, скидання у поверхневі водотоки підземних вод, інтенсивні забори води на зрошення та ін.).

Перелічені особливості вимагають пошуку вирішення таких задач при первинній статистичній обробці результатів:

- оцінка статистичної однорідності рядів;
- вибір теоретичного закону розподілу випадкової величини, який задовільно згоджується з емпіричним (у практиці гідрологічних розрахунків найчастіше застосовуються закон Пірсона III-го типу та трипараметричний гама-розподіл С.М. Крицького та М.Ф. Менкеля);
- оцінка статистичних параметрів розподілу по стоковим рядам;
- оцінка точності розрахунку статистичних параметрів по вибірковим даним;
- урахування у розрахунках зв'язку між суміжними членами рядів стоку.

Отже, якщо річний стік - випадкова величина, то він має якийсь розподіл ймовірностей, що може бути описаний тим чи іншим теоретичним законом розподілу. Параметрами розподілу ймовірностей (статистичними параметрами) є числові характеристики, що дозволяють робити висновки про

властивості закону розподілу ймовірностей випадкової величини. Оскільки ми маємо у розпорядженні тільки обмежені за часом результати спостережень за стоком (випадкову вибірку з усієї генеральної сукупності), то у подальшому мова може йти тільки про більш чи менш наближені кількісні характеристики розподілу. Тому статистичні параметри, які розраховані по вибіркам, мають назву оцінок статистичних параметрів. До статистичних параметрів висуваються такі вимоги;

1. Оцінки повинні бути незміщеними, тобто математичне сподівання оцінки дорівнює значенню статистичного параметра генеральної сукупності.
2. Оцінки мають бути ефективними: їх розсіяння відносно значення параметру генеральної сукупності щонайменше з усіх можливих.
3. Оцінки повинні бути умотивованими, тобто сходиться по ймовірності до параметру генеральної сукупності.

### 3.1 Метод моментів

В основі цього методу лежить визначення статистичних параметрів кривих розподілу через статистичні моменти. Поняття моментів прийшло в статистику а 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 [1,4].

Тоді сума добутків усіх можливих значень випадкової величини  $x$ , на імовірність цих значень  $p$ , являє собою абсцису центру тяжіння усієї системи  $N$  матеріальних точок (математичне сподівання):

$$m_x = \sum_{i=1}^N p_i x_i \quad (3.1)$$

або середньозважене із значень  $X_i$ , причому кожне із значень під час осереднення враховується з вагою, пропорційною імовірності появи цього значення.

$$m_x = \frac{x_1 p_1 + x_2 p_2 + \dots + x_n p_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n} = \frac{\sum_{i=1}^N p_i x_i}{\sum_{i=1}^N p_i}, \quad (3.2)$$

Де 
$$\sum_{i=1}^N p_i = 1$$

При описуванні властивостей статистичних сукупностей використовуються моменти двох видів: початкові  $a$  та центральні  $\mu$

$$a_s = \sum_{i=1}^N p_i x_i^s; \quad (3.3)$$

$$\mu_s = \sum_{i=1}^N (x_i - m_x)^s p_i; \quad (3.4)$$

де  $S$  порядок моменту.

Перший початковий момент  $a_1$  дорівнює математичному сподіванню  $m_x$ . Другий центральний момент називають дисперсією і позначають  $\sigma_x^2$ . З них найбільше застосування у статистиці знайшли статистичні моменти  $a_1, \mu_2; \mu_3; \mu_4$  та їх безрозмірні характеристики (нормовані моменти). Останні мають такий вигляд:

- коефіцієнт варіації

$$C_V = \frac{\sqrt{\mu_2}}{m_x}, \quad \text{або} \quad C_V = \frac{\sigma_x}{m_x}, \quad (3.5)$$

- коефіцієнт асиметрії

$$C_S = \frac{\mu_3}{\sigma_x^3}, \quad (3.6)$$

- ексцес

$$E = \frac{\mu_4}{\sigma_x^4} - 3, \quad (3.7)$$

Кожен з цих моментів містить у собі певну інформацію про характер розподілу випадкової величини. Перший початковий момент  $a_1$  або математичне сподівання  $m_x$ , є центром розподілу випадкової величини.

Другий центральний момент  $\mu_2$  або дисперсія  $\sigma_x^2$  характеризує розсіювання значень випадкової величини відносно математичного сподівання. Дисперсія випадкової величини має розмірність квадрату випадкової величини. Але для більш наочної характеристики розсіювання зручно користуватися величиною, розмірність якої співпадає з розмірністю випадкової величини.

Для цього з дисперсії добувають квадратний корінь. Отримана величина називається середнім квадратичним відхиленням (стандартом) випадкової величини і позначається символом  $\sigma_x$ . Стандарт представлений у безрозмірному вигляді формули (3.5) називається коефіцієнтом варіації.

Третій центральний момент  $\mu_3$  служить характеристикою асиметрії розподілу. Якщо розподіл випадкової величини симетричний відносно  $m_x$ , то  $\mu_3$  дорівнює нулю. Безрозмірна характеристика асиметрії з формули (3.6) називається коефіцієнтом асиметрії.

Четвертий центральний момент  $\mu_4$  використовується для характеристики так званої «крутості», тобто гостровершинності, кривої розподілу. Ця властивість розподілу описується за допомогою так званого ексцесу формули (3.7). Число 3 віднімається від співвідношення тому, що для нормального закону розподілу  $\mu_4/\sigma_x^4=3$ . Отже ексцес нормального закону розподілу  $E$  дорівнює 0. Додатній ексцес означає, що крива більш гостровершинна у порівнянні з нормальною. Більш плоскі відносно нормальної криві мають від'ємний ексцес.

Розглянемо вибіркові оцінки перелічених моментів

$$\hat{a}_1 = m_{x-x} = \sum_{i=1}^n x_i p_i; \quad (3.8)$$

$$\beta_2 = \sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^2 p_i; \quad (3.9)$$

$$\beta_3 = \sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^3 p_i; \quad (3.10)$$

$$\beta_4 = \sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^4 p_i; \quad (3.11)$$

де  $n$  - довжина вибірки;

$\hat{a}_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  - - вибіркові оцінки статистичних моментів;

$p_i$  - відносна частота кожного значення  $x_i$ .

Вибіркова оцінка математичного сподівання називається середнім арифметичним значенням. Якщо вихідний ряд розглядати як такий згрупований ряд, у якому кожному значенню випадкової величини відповідає абсолютна частота, що дорівнює одиниці, тоді відносна частота розраховується за формулою

$$p_i = 1/n \quad (3.12)$$

формули для розрахунків статистичних моментів набувають такого вигляду

$$\hat{a} = x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (3.13)$$

$$\beta_2 = \sigma_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x)^2}{n}, \quad (3.14)$$

$$\beta_3 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x)^3}{n}, \quad (3.15)$$

$$\beta_4 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x)^4}{n} \quad (3.16)$$

Нормовані статистичні моменти  $C_V$  та  $C_S$  можна виразити через модульні коефіцієнти  $K_I$ .

$$C_V = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^2}{n-1}}, \quad (3.17)$$

$$C_S = \frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^3}{nC_V^3}, \quad (3.18)$$

де  $k_i = x_i / \bar{x}$  (3.19)

Оцінки центральних статистичних моментів другого, третього та більш вищих порядків не відповідають вимогам незміщеності. Отже при використанні розрахункових формул, наведених вище, ми будемо обчислювати моменти з систематичною похибкою. Для уникнення цього у формули (3.14), (3.15) та (3.17), (3.18) вводяться поправочні коефіцієнти:

для другого центрального моменту

$$\frac{n}{n-1}, \quad (3.20)$$

для третього:

$$\frac{n^2}{(n-1)(n-2)} \quad (3.21)$$

В результаті розрахунків формули мають такий вигляд

$$\sigma_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}, \quad (3.22)$$

або

$$C_V = \sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^2}{n-1}}, \quad (3.23)$$

$$C_S = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 n}{\sigma_x^3 (n-1)(n-2)}, \quad (3.24)$$

або

$$C_S = \frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^3 n}{C_V^3 (n-1)(n-2)}, \quad (3.25)$$



Що стосується ексцесу, то ця характеристика розподілу не використовується у гідрологічних розрахунках, тому що навіть при відносно довгих рядах стоку вона є недостовірною. Слід відзначити, що введення поправочних множників (3.20) та (3.21) допомагає усунути зміщеність параметрів стокових рядів лише при  $C_v \leq 0.5$ . При  $C_v > 0.5$  застосування методу моментів у гідрологічних розрахунках не рекомендується.

За допомогою даного метода були розраховані статистичні параметри для максимальних витрат та для шарів стоку дощових паводків результати яких наведені в табл. 3.1. та 3.2. відповідно.

Таблиця 3.1- Розрахунок статистичних параметрів максимальних витрат дощових паводків за методом моментів

№з/п	№ поста	Річка – Пост	N років	Q, м <sup>3</sup> /с	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	(R <sub>1</sub> )
1	17	Прип'ять - с. Річиця	49	24,8	1,64	4,52	0,080
2	18	Прип'ять - с. Любязь	14	31,5	1,86	3,12	0,160
3	21	Вижевка - с. Руда	66	2,17	0,985	1,92	0,190
4	22	Вижевка - смт Стара Вижевка	68	8,15	1,18	2,56	0,010
5	23	Турья - с. Ягідне	70	6,57	1,46	2,58	0,120
6	24	Турья - с. Ковель	78	13,9	1,33	2,82	0,140
7	25	Турья - с.Бузаки	28	33,5	0,854	1,23	0,130
8	26	Стохід - с. Малинівка	57	7,48	1,21	3,16	0,050
9	27	Стохід - с. Гулівка	31	15,3	1,27	2,5	0,060
10	28	Стохід - смт Любешів	64	21,6	1,25	3,85	0,360
11	29	Стир - с. Шуровці	55	32,7	0,870	2,48	-0,110
12	30	Стир - г.Луцьк	85	46,5	0,690	3,26	0,160
13	33	Стир - с. Млинок	51	58,7	0,640	2,44	1,18
14	34	Радоставка - с. Троїця	56	9,14	0,950	2,24	-0,154
15	35	Іква - с. Радянське	66	10,5	0,790	2,35	-0,043
16	36	Іква - Млиновська ГЭС	12	25,3	0,690	1,68	-0,202
17	37	Горинь - смт Ямполь	74	17,9	0,750	2,06	-0,128
18	38	Горинь - с. Оженин	65	67,3	0,90	2,3	0,180
19	39	Горинь - с. Деражне	54	78,6	0,870	3,11	0,106
20	42	Вирка - с. Сварині	65	3,9	0,990	2,06	0,254
21	43	Бережанка - с. Підлісне	28	4,17	0,880	1,99	0,455
22	44	Случ - с. Велика Клитна	30	4,49	0,80	1,65	0,001

## Продовження таблиці 3.1

23	45	Случ - с. Громада(Данцев)	38	24,6	1,22	3,99	0,34
24	46	Случ - с. Новоград Волинский	52	122	1,12	1,81	-0,051
25	47	Случ - с. Сарни	78	274	1,44	2,78	0,05
26	48	Хомора - смт Понінка	42	25,5	0,860	1,82	0,26
27	49	Тня - с. Броніки	72	44,5	1,47	2,74	0,098
28	50	Смолка - с. Сусли	66	22,7	1,18	1,57	0,146
29	51	Льва - с. Осницк	23	10,5	1,09	1,45	0,056
30	52	Уборть - с. Рудня	62	13,9	1,15	2,41	0,132
31	53	Уборть - с. Перга	53	54,1	0,990	1,69	0,080
32	54	Уж – с. Коростень	66	32,9	1,46	3,30	0,007
33	55	Уж- с.Поліське	77	96,8	1,48	2,78	0,084
34	56	Жерев - с. Вязівка	19	34,2	1,06	1,21	-0,025
35	57	Жерев – с. Бабиничи	25	25,0	1,44	3,01	-0,217
36	58	Норин - с. Славенщина	47	17,5	0,913	1,70	-0,019
37	59	Грезля - с. уроч.Брод	26	10,8	0,849	0,77	0,046
38	60	Ілля - с.Луб'янка	25	7,64	0,889	0,75	0,105

При розрахунках гідрологічних параметрів найбільше значення коефіцієнту варіації спостерігалось на р.Прип'ять – с. Речиця складає 1,64, а найменше значення коефіцієнту варіації спостерігалось на р. Стир – с. Млинок складає 0,64. Мінімальне значення коефіцієнту асиметрії на р. Ілля – Лубянка складає 0,75, а найбільше значення коефіцієнту асиметрії на р. Прип'ять – Речиця ,складає 4,52.

Таблиця 3.2- Розрахунок статистичних параметрів шару стоку дощових паводків за методом моментів

№п/ п	№ поста	Річка - Пост	№ років	Q, м³/с	Cv	Cs	(R <sub>1</sub> )
1	17	Прип'ять - с. Речиця	32	24,9	2,15	5,13	0,147
2	18	Прип'ять - с. Любязь	5	23,2	1,34	1,75	-0,177
3	21	Вижевка - с. Руда	48	26,2	3,25	6,95	-0,048
4	22	Вижевка - смт Стара Вижевка	55	12,8	0,846	1,88	-0,060
5	23	Турья - с. Ягідне	56	12,2	1,28	2,99	-0,049
6	24	Турья - с. Ковель	56	10,9	0,966	1,93	0,156

## Продовження таблиці 3.2

7	25	Турья - с.Бузаки	22	20,2	0,853	1,29	0,101
8	26	Стохід - с. Малинівка	45	9,94	0,973	2,20	0,200
9	27	Стохід - с. Гулівка	22	20,9	1,36	2,30	0,137
10	28	Стохід - смт Любешів	31	17,8	1,46	3,73	0,325
11	29	Стир - с. Шуровці	53	15,2	0,92	2,15	0,018
12	30	Стир - г.Луцьк	54	10,9	0,889	1,52	0,338
13	33	Стир - с. Млинок	31	12,9	1,53	3,36	0,031
14	34	Радоставка - с. Троїця	55	15,7	0,905	1,87	-0,181
15	35	Іква - с. Радянське	58	6,49	0,568	0,674	0,078
16	36	Іква - Млиновська ГЭС	9	9,9	1,08	1,15	-0,330
17	37	Горинь - пгт Ямполь	64	6,66	0,613	1,47	-0,068
18	38	Горинь - с. Оженин	62	9,81	0,749	1,32	0,127
19	39	Горинь - с. Деражне	49	12,7	0,793	1,55	0,032
20	42	Вирка - с. Сварині	46	12,1	0,854	1,93	-0,014
21	43	Бережанка - с. Підлісне	20	13,1	0,642	0,474	0,228
22	44	Случ - с. Велика Клитна	28	9,03	0,78	0,86	0,023
23	45	Случ - с. Громада(Данцев)	34	5,06	1,08	3,01	0,399
24	46	Случ - с. Новоград Волинський	48	14,9	0,939	2,17	0,042
25	47	Случ - с. Сарни	64	11,7	1,11	2,39	0,142
26	48	Хомора - смт Понінка	39	15,1	0,881	1,36	0,018
27	49	Тня - с. Броніки	60	15,6	0,97	1,34	0,028
28	50	Смолка - с. Сусли	58	18,2	0,979	1,32	-0,085
29	51	Льва - с. Осницк	20	21,0	1,19	2,29	0,015
30	52	Уборть - с. Рудня	52	17,7	0,989	1,65	-0,119
31	53	Уборть - с. Перга	47	19,2	0,91	1,45	-0,039
32	54	Уж – с. Коростень	58	11,2	1,11	1,61	-0,045
33	55	Уж- с.Поліське	60	12,9	0,947	1,32	0,026
34	56	Жерев - с. Вязівка	19	15,5	0,959	1,03	-0,024
35	57	Жерев – с. Бабиничи	20	9,85	1,09	1,71	-0,241
36	58	Норин - с. Славенщина	41	15,3	0,871	1,66	0,14
37	59	Грезля - с. уроч.Брод	19	14,4	0,783	0,838	0,138
38	60	Ілля - с.Луб'янка	20	13,2	0,82	0,658	0,137

На більшості постів значення коефіцієнта варіації більше 0,5, це говорить про те, що застосування методу моментів в гідрологічних розрахунках не рекомендується, а рекомендовано застосувати метод найбільшої правдоподібності.

### 3.2 Метод найбільшої правдоподібності

Проходження назви цього методу пов'язане з застосуванням функції правдоподібності до визначення статистичних параметрів три-параметричного гама-розподілу С.М. Крицького та М.Ф. Менкеля.

З одного боку, функція правдоподібності – це ймовірність сумісної появи вибірки в цілому. З другого, ймовірність сумісної появи події – це добуток ймовірності усіх елементів вибірки, що містять у собі невідомий параметр, який треба оцінити [1,4,5].

Метод найбільшої правдоподібності – метод математичної статистики, у якому за оцінку невідомого значення параметру щільності імовірності береться те його значення при якому функція правдоподібності досягає свого максимуму для даної вибірки випадкових величин, звідки і пішла назва

– метод найбільшої правдоподібності. Математичний вираз для функції правдоподібності з невідомим параметром  $L$  має такий вигляд:

$$L(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n^\theta) = f(x_1^\theta), f(x_2^\theta), \dots, f(x_n^\theta) \quad (3.26)$$

Відповідно до правил диференційного числення для того, щоб знайти оцінку  $L$ , необхідно вирішити рівняння

$$\frac{\partial L}{\partial \theta} = 0 \quad (3.27)$$

Якщо для деякого параметра  $L$  існує його ефективна оцінка, то вона є єдиним в цьому випадку рішенням рівняння (2.27). Метод найбільшої правдоподібності приводить до обґрунтованих оцінок з незначним зміщенням. Але вид розрахункових формул статистичних параметрів залежить від обраного закону розподілу випадкової величини. Є.Г.Блохін застосував метод найбільшої правдоподібності до три параметричного гама-

розподілу С.М.Крицького та М.Ф.Менкеля. Строге рішення приводить до складних трансцендентних рівнянь. У зв'язку з цим був запропонований спрощений засіб оцінки параметрів. У результаті отримані такі статистики

$$\lambda_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (3.28)$$

$$\lambda_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \lg \frac{x_i}{x}}{n}, \quad (3.29)$$

$$\lambda_3 = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{x} \lg \frac{x_i}{x}}{n}, \quad (3.30)$$

Перша із статистик  $\lambda_1$  дорівнює середньоарифметичному значенню випадкової величини  $X$ . Дві другі ( $\lambda_2, \lambda_3$ ) функціонально зв'язані з коефіцієнтом варіації  $C_V$  та коефіцієнтом асиметрії  $C_S$ . Для переходу від  $\lambda_2$  та  $\lambda_3$  до  $C_V$  та  $C_S/C_V$  побудовані спеціальні номограми.

Деяка зміщеність параметрів  $\lambda_2$  та  $\lambda_3$  може бути усунена за рахунок поправочного множника  $\frac{n}{n-1}$ , тоді

$$\lambda_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \lg k_i}{n-1}, \quad (3.31)$$

$$\lambda_3 = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \lg k_i}{n-1}, \quad (3.32)$$

Результаті розрахунків виконаних по методу найбільшої правдоподібності для максимальних витрат та для шарів стоку представлені у таблицях 2.3 та 2.4.

Таблиця 3.3 - Розрахунок статистичних параметрів за методом найбільшої правдоподібності для максимальних витрат дощових паводків

№п/п	№ поста	Річка - Пост	N років	Q, м <sup>3</sup> /с	Cv	Cs	Cs/Cv
1	17	Прип'ять - с. Річиця	49	24,8	1,88	7,74	4,1
2	18	Прип'ять - с. Любязь	14	31,5	2,16	7,84	3,6
3	21	Вижевка - с. Руда	66	2,17	0,99	2,24	2,2
4	22	Вижевка - смт Стара Вижевка	68	8,15	1,2	3,204	2,7
5	23	Турья - с. Ягідне	70	6,57	1,5	3,21	2,1
6	24	Турья - с. Ковель	78	13,87	1,36	3,53	2,6
7	25	Турья - с.Бузаки	28	33,5	0,87	1,5	1,7
8	26	Стохід - с. Малинівка	57	7,48	1,29	4,41	3,4
9	27	Стохід - с. Гулівка	31	15,3	1,32	3,8	2,9
10	28	Стохід - смт Любешів	64	21,6	1,38	5,72	4,1
11	29	Стир - с. Шуровці	55	32,7	0,9	3,2	3,6
12	30	Стир - г.Луцьк	85	46,5	0,7	4,19	6
13	33	Стир - с. Млинок	51	58,7	0,68	3,2	4,9
14	34	Радоставка - с. Троїця	56	9,14	0,96	2,8	2,9
15	35	Іква - с. Радянське	66	10,5	0,803	2,88	3,6
16	36	Іква - Млиновська ГЭС	12	25,3	0,71	3,02	4,3
17	37	Горинь - пгт Ямполь	74	17,9	0,75	2,4	3,2
18	38	Горинь - с. Оженин	65	67,3	0,93	2,8	3
19	39	Горинь - с. Деражне	54	78,6	0,94	4,4	4,6
20	42	Вирка - с. Сварині	65	3,9	1,01	2,21	2,5
21	43	Бережанка - с. Підлісне	28	4,17	0,94	3,08	3,3
22	44	Случ - с. Велика Клитна	30	4,49	0,81	2,16	2,7
23	45	Случ - с. Громада(Данцев)	38	24,6	1,46	7,28	5
24	46	Случ - с. Новоград Волинский	52	121	1,14	2,2	1,9
25	47	Случ - с. Сарни	78	274	1,48	3,46	2,3
26	48	Хомора - смт Понінка	42	25,5	0,877	2,34	2,7
27	49	Тня - с. Броніки	72	44,5	1,51	3,45	2,3
28	50	Смолка - с. Сусли	66	22,7	1,2	1,76	1,5
29	51	Льва - с. Осницк	23	10,5	1,14	1,93	1,7
30	52	Уборть - с. Рудня	62	13,9	1,17	3,02	2,6
31	53	Уборть - с. Перга	53	54,1	1	1,99	2

## Продовження таблиці 3.3

32	54	Уж – с. Коростень	66	32,9	1,50	4,51	3
33	55	Уж- с.Поліське	77	96,8	1,52	3,47	2,3
34	56	Жерев - с. Вязівка	19	34,2	1,11	1,59	1,4
35	57	Жерев – с. Бабиничи	25	25,0	1,54	5,46	3,6
36	58	Норин - с. Славенщина	47	17,5	0,926	2,041	2,2
37	59	Грезля - с. уроч.Брод	26	10,8	0,869	0,871	1
38	60	Ілля - с.Луб'янка	25	7,6	0,913	0,845	0,9
							2,91

При розрахунках гідрологічних параметрів найбільше значення коефіцієнту варіації спостерігалось на р. Прип'ять - с. Любязь складає 2,16, а найменше значення коефіцієнту варіації спостерігалось на р. Стир – с.Млинок складає 0,68.

Оскільки метод найбільшої правдоподібності рекомендується застосувати для визначення статистичних параметрів при  $C_v > 0.5$ , то на всіх постах рекомендовано знаходити статистичні параметри за методом найбільшої правдоподібності.

Середнє відношення  $C_s/C_v$  в басейні р. Прип'ять дорівнює  $C_s=2,9C_v$ , тобто для розрахунків приймається значення  $C_s=3C_v$ .

Таблиця 3.4 - Розрахунок статистичних параметрів за методом найбільшої правдоподібності для шарів стоку дощових паводків

№п/п	№ поста	Річка – Пост	N років	Ym, мм	Cv	Cs	Cs/Cv
1	17	Прип'ять - с. Річиця	49	24,9	2,3	11,4	4,9
2	18	Прип'ять - с. Любязь	14	23,2	1,69	5,31	3,1
3	21	Вижевка - с. Руда	66	26,2	3,60	15,3	4,3
4	22	Вижевка - смт Стара Вижевка	68	12,8	0,855	2,25	2,6
5	23	Турья - с. Ягідне	70	12,2	1,31	4,10	3,1
6	24	Турья - с. Ковель	78	10,9	0,979	2,31	2,4

Продовження таблиці 3.4

7	25	Турья - с.Бузаки	28	20,2	0,877	1,68	1,9
8	26	Стохід - с. Малинівка	57	9,94	0,99	2,87	2,9
9	27	Стохід - с. Гулівка	31	20,9	1,44	3,81	2,6
10	28	Стохід - смт Любешів	64	17,8	1,93	7,15	3,7
11	29	Стир - с. Шуровці	55	15,2	0,936	2,68	2,9
12	30	Стир - г.Луцьк	85	10,9	0,908	1,78	2
13	33	Стир - с. Млинок	51	12,9	1,62	5,90	3,6
14	34	Радоставка - с. Троїця	56	15,7	0,917	2,24	2,4
15	35	Іква - с. Радянське	66	6,49	0,569	0,703	1,2
16	36	Іква - Млиновська ГЭС	12	9,9	1,24	2,08	1,7
17	37	Горинь - пгт Ямполь	74	6,66	0,614	1,64	2,7
18	38	Горинь - с. Оженин	65	9,81	0,754	1,45	1,9
19	39	Горинь - с. Деражне	54	12,7	0,8	1,80	2,3
20	42	Вирка - с. Сварині	65	12,1	0,865	2,40	2,8
21	43	Бережанка - с. Підлісне	28	13,1	0,653	0,543	0,8
22	44	Случ - с. Велика Клитна	30	9,03	0,793	0,98	1,2
23	45	Случ - с. Громада(Данцев)	38	5,06	1,27	4,99	3,9
24	46	Случ - с. Новоград Волинський	52	14,9	0,96	3,01	3,1
25	47	Случ - с. Сарни	78	11,8	1,13	3,15	2,8
26	48	Хомора - смт Понінка	42	15,1	0,89	1,49	1,7
27	49	Тня - с. Броніки	72	15,6	0,984	1,47	1,5
28	50	Смолка - с. Сусли	66	18,1	0,993	1,45	1,5
29	51	Льва - с. Осницк	23	21,0	1,25	3,95	3,2
30	52	Уборть - с. Рудня	62	17,7	1,01	1,93	1,9
31	53	Уборть - с. Перга	53	19,2	0,924	1,67	1,8
32	54	Уж – с. Коростень	66	11,2	1,13	1,84	1,6
33	55	Уж- с.Поліське	77	12,9	0,959	1,46	1,5
34	56	Жерев - с. Вязівка	19	15,5	0,999	1,28	1,3
35	57	Жерев – с. Бабиничи	25	9,85	1,15	2,53	2,2
36	58	Норин - с. Славенщина	47	15,3	0,884	2,03	2,3
37	59	Грезля - с. уроч.Брод	26	14,4	0,805	1,00	1,2
38	60	Ілля - с.Луб'янка	25	13,2	0,844	0,756	0,9
							2,35

При розрахунках гідрологічних параметрів для шарів дощового стоку найбільше значення коефіцієнту варіації спостерігалось на р. Прип'ять - с.



Річиця складає 2,3, а найменше значення коефіцієнту варіації спостерігалось на р. Іква – с.Радянське складає 0,57.

Оскільки метод найбільшої правдоподібності рекомендується застосувати для визначення статистичних параметрів при  $C_V > 0.5$ , то на всіх постах рекомендовано знаходити статистичні параметри за методом найбільшої правдоподібності.

Середнє відношення  $C_s/C_V$  в басейні р. Прип'ять дорівнює  $C_s=2,4C_V$ , тобто для розрахунків приймається значення  $C_s=2,5C_V$ .

### **3.3 Теоретичні криві розподілу випадкових величин що використовуються в гідрології**

При вирішуванні більшості практичних задач, частіше за все не має необхідності характеризувати випадкову величину детально. Достатньо знати лише числові параметри, завдяки яким, в зжатій формі відображаються найбільш значні властивості розподілу. Важливу роль грає математичне сподівання випадкової величини  $m_x$ , яке представляє собою середнє значення випадкової величини.

Маючи на практиці лише невеликі вибірки, замість математичного сподівання використовується його емпіричний еквівалент - середнє арифметичне значення  $m$  (або  $x$ )

$$m_x = x = \frac{x_i + m_i}{N} \quad (3.33)$$

де  $N$ - загальне число значень;

$m_1, m_2, \dots, m_n$ - частота випадкових величин  $x_1, x_2, \dots, x_n$ ;

$m_i/N$ - відносна частота або емпірична забезпеченість  $P_i$ .

Вираз (3.33) набуває вигляд

$$m_x^* = x = \sum_{i=1}^n x_i p_i, \quad (3.34)$$

Якщо частота  $m_1, m_2, \dots, m_n$  дорівнює одиниці, тобто кожне значення випадкової величини в опиті повторюється один раз, то  $m_1 = m_2 = \dots = m_n = 1/N$ .

Звідси , 
$$m_x = x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3.35)$$

Крім математичного сподівання, важливими характеристиками є мода та медіана. Модою випадкової величини називається її найбільш вірогідне значення. Медіана випадкової величини ділить площу під кривою розподілу напів та для неї справедливе рівняння:

$$P(X < m_e) = P(X > m_e). \quad (3.36)$$

### 3.3.1 Крива біноміального розподілу Пірсона III типу

Якщо початок відліку з'єднати з модою, то її рівняння буде мати вид:

$$f(x) = y_0 e^{-x/d} (1 - x/a)^{a/d}, \quad (3.37)$$

де  $a$ -відстань від початку кривої до моди;

$d$  - радіус несиметричності;

$y_0$  - модальна ордината.

Параметри рівняння(3.37) зв'язане з центральними моментами розподілу, як

$$a + d = \frac{2\beta_2}{\beta_3}, \quad (3.38)$$

де  $\beta_2$  і  $\beta_3$ - відповідно другий та третій центральні моменти.

З (3.38) простими перетвореннями можливо отримати одне з важливих властивостей біноміального розподілу, яка визначає оддасть його використання.

Для цього  $\beta_2$  і  $\beta_3$  визначимо через статистичні параметри  $m_x$ ,  $C_v$  та  $C_s$ .

Взявши до уваги  $\beta_2 = \sigma^2_x$ , а  $C_v = \frac{\sigma_x}{m_x}$  запишемо, що

$$\beta_2 = C_v^2 m_x^2, \quad (3.39)$$

Третій центральний момент, як було показано раніше, зв'язане з коефіцієнтом асиметрії  $C_s$  та середнім квадратичним відхиленням відношенням

$$\beta_3 = C_s \sigma_x^3 = C_s C_v^3 m_x^3, \quad (3.40)$$

звідси

$$a + d = 2C_v^4 m_x^4 (C_s C_v^3 m_x^3) = 2C_v m_x / C_s. \quad (3.41)$$

Підставимо (3.39) та (3.41) в (3.38), маємо

$$m_x - x_{min} = 2C_v m_x / C_s \quad (3.42)$$

або

$$C_s = \frac{2C_v}{1 - k_{min}}, \quad (3.43)$$

де  $k_{min} = x_{min} / m_x$  - модульний коефіцієнт мінімального значення ряду. При цьому необхідно розглянути три можливих випадків: 1) найменше значення  $x_{min} = 0$ ; 2)  $x_{min} > 0$ ; 3)  $x_{min} < 0$ . в першому випадку  $C_s = 2C_v$ , в другому  $-C_s > 2C_v$ , в третьому  $-C_s < 2C_v$ .

З властивостей кривої біноміального розподілу Пірсона III типу можна відмітити наступне: вона відокремлена нижньою, але не відокремлена верхньою границею, тобто  $x \rightarrow \infty$  крива асимптотически приближається до осі абсцис; опираясь на три статистичних параметра  $m_x$ ,  $C_v$  та  $C_s$ , а при

$x_{\min}=0$  становиться двопараметричним розподілом тому, що  $C_s$  не є самостійним параметром і може бути знайденим за умови  $C_s=2C_v$ .

### 3.3.2. Трипараметричний гамма- розподіл С.М.Крицького та М.Ф.Менкеля

Дана крива представляє більш загальний випадок розподілу, який відповідає стоковим рядам при будь-яких відношеннях  $C_v$  та  $C_s$ . Така властивість трипараметричного гамма-розподілу виключає область від'ємних значень при екстраполяції емпіричних кривих забезпеченості в нижній частині. Відмічена універсальність досягається завдяки заміни признака розподілу  $x$  через нову перемінну  $Z$ .

$$Z=bx^c, \quad (3.44)$$

де  $b$  та  $c$ - параметри функції.

При  $C_s=2C_v$  криві Пірсона III типу та трипараметричного розподілу співпадають, при цьому новий закон називається гамма-розподілом та описується рівнянням

$$F(z)=a^\alpha z^{\alpha-1} - \frac{e^{-az}}{\Gamma(\alpha)}, \quad (3.45)$$

де  $a$ - параметр, який дорівнює  $l/C_v^2$ , а  $\Gamma(a)$ - гамма-функція, або інтеграл Ейлера другого роду:

$$\Gamma(a)=\int_0^\infty z^{\alpha-1} e^{-z} dz. \quad (3.46)$$

Різниця між (3.45) та (3.46) при  $C_s=2C_v$  пояснюється тільки тим, що при виводі рівняння (3.44) відлік ведеться не від модального значення, а від початку кривої розподілу, тобто при цьому признак розподілу завжди знаходиться в області плюсових значень.

Якщо  $C_s$  відрізняється від  $2C_v$ , то (3.44) перетворюється в рівняння трипараметричного гамма-розподілу

$$f(z) = \frac{\beta^\alpha z^{\alpha-1} e^{-\beta z}}{\Gamma(\alpha)}, \quad (3.47)$$

Параметри  $\beta$  та  $a$  зв'язані з параметрами  $C_s$  та  $C_v$

$$\alpha = 4/C_{vz}^2 \text{ и } \beta = \frac{2}{C_{sz}C_{vz}}. \quad (3.48)$$

При  $\alpha = \beta$ , що є  $C_s=2C_v$ , рівняння.(3.48) зводиться до (3.47).

### 3.3.3 Визначення величини максимального стоку різної ймовірності перевищення та їх оцінка точності при $P=1\%$

Для об'єктивної оцінки точності обчислення модулів стоку різної ймовірності перевищення ( $q_{1\%}$ ) необхідно визначити їх середню квадратичну похибку.

Середня квадратична похибка квантилів, визначеної за допомогою кривої Пірсона III типу, виходячи із двох перших вибірових статистичних моментів та заданого співвідношення між коефіцієнтами варіації та асиметрії, за методикою Г. А. Алексеева:

$$\sigma_{q_{1\%}} = \frac{100}{q_{1\%}} \sqrt{(1 + C_v \Phi_{p1\%})^2 \frac{c_v^2 \bar{q}_m^2}{n} + \left( \Phi_{p1\%} + c_s \frac{d\Phi_p}{dc_s} \right) * \bar{q}_m^2 c_v^2 \left( \frac{c_v^2}{n} + \frac{1+0.75c_s^2}{2n} - \frac{c_v c_s}{n} \right)} \quad (3.49)$$

де  $n$ - кількість років спостережень,

$\frac{d\Phi_p}{dc_s}$  – часткова похідна, яка розраховується за формулою:

$$\frac{d\Phi_p}{dc_s} = \frac{\Phi(P, c_s + \Delta c_s) - \Phi(P, c_s)}{\Delta c_s} \quad (3.50)$$

За допомогою сусідніх значень  $\Phi(P, c_s)$  та  $\Phi(P, c_s + \Delta c_s)$  у таблиці нормованих квантилів кривої Пірсона III типу . С. М. Крицкий та М. Ф. Менкель розробили спеціальні номограми для визначення відносної стандартної похибки квантелей трипараметричного гама - розподілу  $E_\sigma$  з закріпленим співвідношенням  $C_s=2 C_v, 3 C_v, 4 C_v$ . Таким чином визначивши

величину  $E_{\sigma}$  за номограмою, знайдемо відносну середню квадратичну похибку квантилів  $q_p$  за формулою:

$$\frac{\sigma q_p}{q_p} = \frac{E_{\sigma}}{\sqrt{n}} 100\% \quad (3.51)$$

Розрахунок величин максимальних витрат та шарів стоку різної ймовірності перевищення наведені в додатках А1 та А2.

Розраховано точність величин максимальних витрат води 1% ймовірності перевищення в додатку А3

По формулі (3.51) розраховані середньоквадратичні похибки 1%-ого квантиля  $Q_{1\%}$  вихідних рядів максимальних витрат. Середньоквадратична похибка складає  $\pm 19,7\%$

## 4 ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОЗРАХУНКОВОЇ МЕТОДИКИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ПАВОДКІВ НА РІЧКАХ БАСЕЙНУ РІЧКИ ПРИП'ТЬ

### 4.1 Визначення характеристик схилового припливу

*Шари стоку паводків.* Всі елементи водного режиму річок підкорюються закону географічної зональності. Зональні закономірності добре виражені на середніх та малих річках, водозбори яких знаходяться в межах однієї географічної зони. Якщо територія має досить велику протяжність то необхідно спочатку встановити зональні закономірності розподілу характеристик стоку [1,2,4].

Для цього були побудований графік залежності шарів дощових паводків від широти водозбору (рис.4.1).

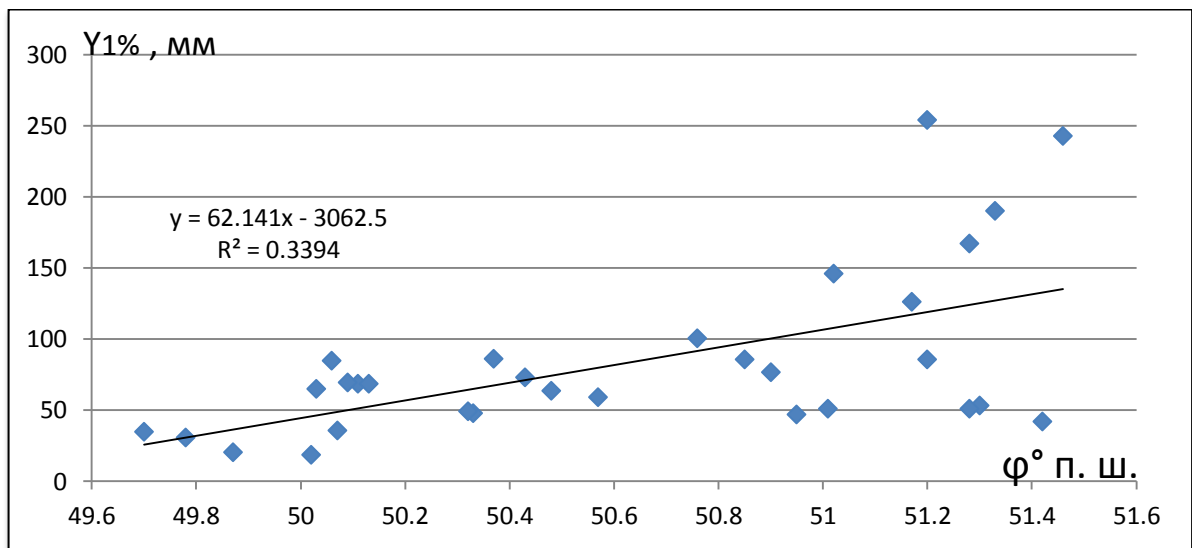


Рис. 4.1 – Залежність шарів стоку дощових паводків  $Y1\%$  від широти водозбору  $\phi^\circ$  п. ш.

Також були побудовані залежності шару стоку від залісеності та заболоченості водозбору, для того щоб врахувати їх можливий вплив на

максимальний стік. В результаті виявлено, що для річок в басейні Прип'яті характерна широтна зональність у розподілі характеристик максимального стоку. Залежність від заболоченості та залісеності водозбору відсутні. Оскільки розрахунки характеристик максимального стоку ведуться на задану забезпеченість, то у вигляді карти представлені величини  $Y_{1\%}$  (рис.4.2).

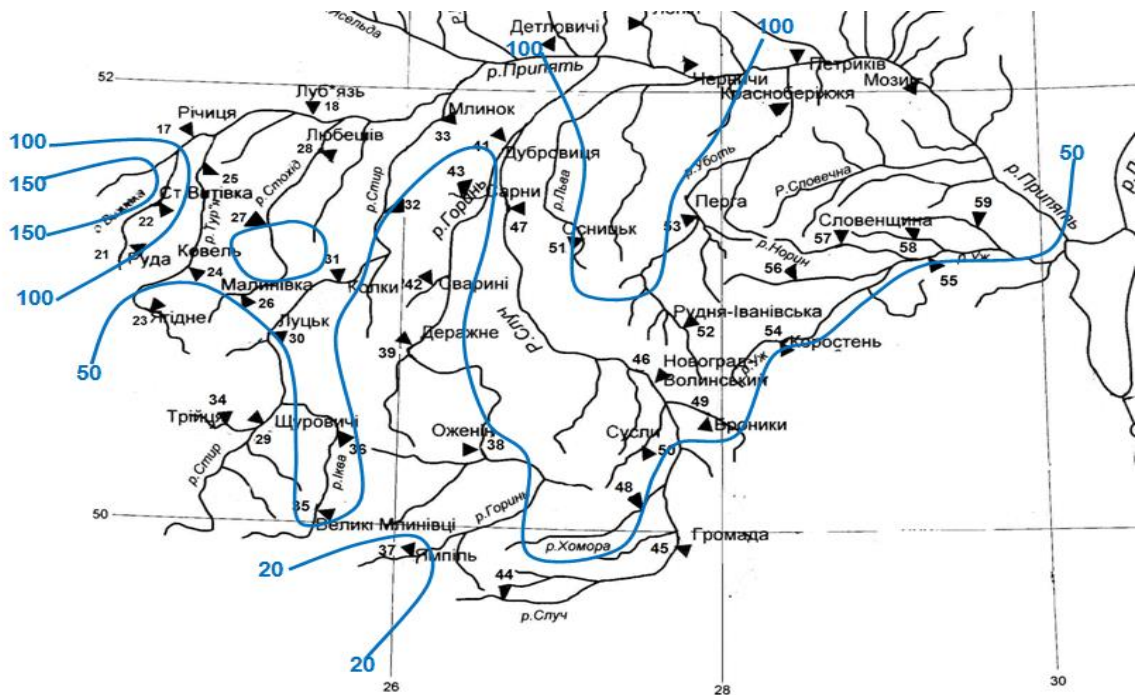


Рисунок 4.2 –Карта-схема розподілу по території басейну річки Прип'ять шарів стоку дощових паводків 1% забезпеченості

В цілому шари стоку дощових паводків теплого періоду закономірно збільшуються в напрямі з півдня на північ від 20 мм до 150 мм , що відповідає загальній географічній зональності. На півдні даної території спостерігаються найменші значення шарів стоку, у той час як на заході вони сягають максимального значення. Розподіл шарів дощового стоку загалом рівномірний, проте він порушується областю низьких значень в районі річки Горинь.

Що ж до *тривалості припливу* води зі схилів в руслову мережу  $T_0$  і *коефіцієнта нерівномірності схилового припливу*  $(n+1)/n$ , то проблема



полягає в тому, що безпосередній вимір схилової водовіддачі на сучасному етапі досліджень практично не проводиться. Проте, можливе рішення зворотної задачі шляхом ретрансформації руслового гідрографу або в результаті чисельного визначення невідомих параметрів [1-4].

У цьому дослідженні застосований метод, який запропонований у роботі для визначення  $(n+1)/n$  через елементи руслового гідрографу, зокрема, через коефіцієнт нерівномірності руслового стоку  $(m_1+1)/m_1$ , верхнє граничне значення якого при  $F \Rightarrow 0$  представляє собою шуканий параметр нерівномірності схилового припливу  $(n+1)/n$ .

Для річок басейну Прип'яті коефіцієнти  $(m_1+1)/m_1$  змінюються в межах – від 1,01 до 4,15, але переважно знаходяться в діапазоні 2 (табл.4.1). За даними табл.4.1 побудована залежність, яка дозволяє досить просто екстраполювати її на вісь ординат з метою встановлення  $(n+1)/n$  (рис.4.3). Для річок басейну р.Прип'ять можна прийняти  $(n+1)/n=3,0$  звідки  $n=0,48$ .

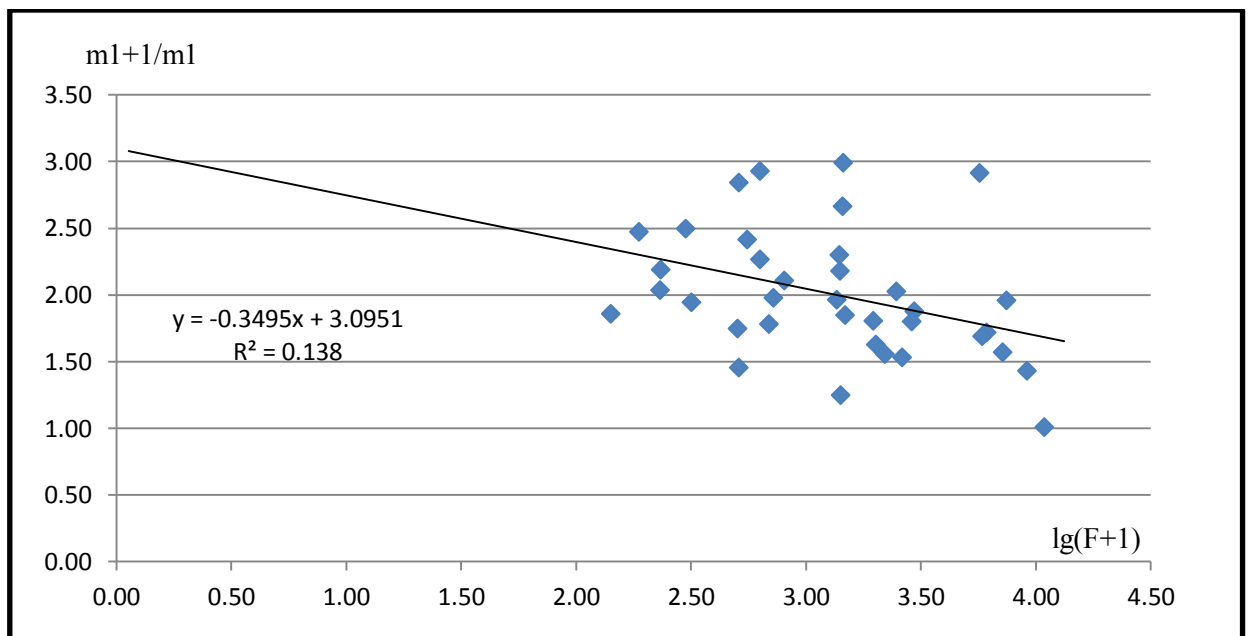


Рисунок 4.3 – Залежність коефіцієнтів нерівномірності руслового стоку від площі водозборів річок басейну Прип'яті

Таблиця 4.1 – Визначення коефіцієнтів нерівномірності руслового припливу

№п/п	Річка - Пункт спостережень	Qm, м <sup>3</sup> /с	Ym, мм	Tn, год	F, км <sup>2</sup>	lg(F+1)	m1+1/m1
1	Прип'ять - с. Річиця	24,8	16,2	26	2210	3,34	1,56
2	Прип'ять - с. Любязь	31,5	8,3	32	6100	3,79	1,72
3	Вижевка - с. Руда	2,17	10	14	141	2,15	1,86
4	Вижевка - смт Стара Вижевка	8,15	9,85	20	722	2,86	1,98
5	Турья - с. Ягідне	6,57	9,7	15	502	2,70	1,75
6	Турья - с. Ковель	13,87	7,87	18	1480	3,17	1,85
7	Турья - с.Бузаки	33,5	16,5	23	2630	3,42	1,53
8	Стохід - с. Малинівка	7,48	7,85	15	692	2,84	1,78
9	Стохід - с. Гулівка	15,3	14,9	20	1420	3,15	1,25
10	Стохід - смт Любешів	21,6	9,03	27	2970	3,47	1,88
11	Стир - с. Шуровці	32,7	14,6	17	2020	3,31	1,63
12	Стир - г.Луцьк	46,5	7,1	20	7200	3,86	1,57
13	Стир - с. Млинок	58,7	7,85	17	10900	4,04	1,01
14	Радоставка - с. Троїця	9,14	15,4	12	316	2,50	1,95
15	Іква - с. Радянске	10,5	5,7	9	632	2,80	2,27
16	Іква - Млиновска ГЭС	25,3	7,4	12	1960	3,29	1,81
17	Горинь - смт Ямполь	17,9	5,76	12	1400	3,15	2,30
18	Горинь - с. Оженин	67,3	9,4	16	5860	3,77	1,69
19	Горинь - с. Деражне	78,6	11,4	22	9160	3,96	1,43
20	Вирка - с. Сварині	3,9	8,6	12	231	2,37	2,04
21	Бережанка - с. Підлісне	4,17	9,35	12	187	2,27	2,47
22	Случ - с. Велика Клитна	4,49	8,4	11	232	2,37	2,19
23	Случ - с. Громада(Данцев)	24,6	4,65	11	2480	3,39	2,03
24	Случ - с. Новоград Волинский	121,8	10,8	15	7460	3,87	1,96
25	Случ - с. Сарни	274,1	12,4	19	13300	4,12	2,73
26	Хомора - смт Понінка	25,5	8,6	12	1410	3,15	2,18
27	Тня - с. Броніки	44,5	13,2	14	982	2,99	4,15
28	Смолка - с. Сусли	22,7	15,9	15	632	2,80	2,93
29	Льва - с. Осницк	10,5	18,3	15	510	2,71	1,46
30	Уборть - с. Рудня	13,9	14,9	18	510	2,71	2,84
31	Уборть - с. Перга	32,9	17,1	19	1450	3,16	1,80
32	Уж – с. Коростень	96,9	9,8	15	5690	3,76	2,99
33	Уж- с.Поліське	34,2	10,1	20	1360	3,13	2,91
34	Жерев - с. Вязівка	25,1	15,5	14	1440	3,16	1,96

## Продовження таблиці 4.1

№п/п	Річка - Пункт спостережень	Q <sub>m</sub> , м <sup>3</sup> /с	Y <sub>m</sub> , мм	T <sub>n</sub> , год	F, км <sup>2</sup>	lg(F+1)	m1+1/m1
35	Жерев – с. Бабиничи	17,5	7,9	15	804	2,91	2,66
36	Норин - с. Славенщина	10,9	13,4	15	553	2,74	2,11
37	Грезля - с. уроч.Брод	7,6	10,6	15	300	2,48	2,42
37	Ілля - с.Луб'янка	7,6	13,2	15	300	2,48	2,50

Остання характеристика схилового припливу – його тривалість  $T_0$ . При побудові формул максимального стоку найбільші труднощі пов'язані з визначенням саме цього параметра. Фізичний зміст  $T_0$  визначений досить чітко – це підстава гідрографів схилів. Проте, через рідку мережу воднобалансових станцій і високу мінливість  $T_0$  по території скористатися настільки простим прийомом не вдається. Тому заслуговує на увагу спосіб чисельного знаходження в рамках формули А.М.Бефані, розроблений Е.Д.Гопченко[2]. Базові рівняння для розрахунку  $T_0$  мають вигляд:

а) при  $t_p < T_0$

$$T_0 = \left( \frac{\varepsilon_F Y_m}{n q_m} \right)^{\frac{n+1}{n}} \left[ (n+1)T_0 - \frac{m+1}{n+m+1} t_p^n \right]^{\frac{1}{n+1}} ; \quad (4.1)$$

б) при  $t_p \geq T_0$

$$T_0 = \left[ \left( \frac{m+n+1}{n+1} - \frac{q_m}{Y_m \varepsilon_F} t_p \right) \frac{m(n+m+1)}{n+1} t_p^m \right]^{\frac{1}{m}} , \quad (4.2)$$

де  $q_m$  - максимальний модуль стоку за паводок,  $t_p$  - час руслового добігання,  $\varepsilon_F$  - коефіцієнт русло-заплавного водообміну та регулювання,  $m$  - показник степені в рівнянні кривої ізохрон.

Для розрахунку  $T_0$  чисельним методом на кафедрі гідрології суші ОДЕКУ розроблена комп'ютерна програма, за допомогою якої розрахункові значення шуканої величини  $T_0$  отримано для всіх 38 водозборів і змінюються в межах від 41 (р.Случ – с. Сарни) до 502 годин (р.Стир – с.Млинок), (табл.4.2).

Таблиця 4.2 – Розрахунок тривалості припливу води зі схилів до руслової мережі басейну р. Прип'ять

№п/п	Річка - Пункт	F, км <sup>2</sup>	Y <sub>1%</sub> , мм	q <sub>1%</sub> , м <sup>3</sup> /скм <sup>2</sup>	t <sub>p</sub> , год	T <sub>0</sub> , год	V <sub>д</sub> , км/год
1	Прип'ять - с. Річиця	2210	158	0,101	40,4	241	2,03
2	Прип'ять - с. Любязь	6100	81,3	0,049	66,3	209	2,29
3	Вижевка - с. Руда	141	53,9	0,074	3,61	228	2,77
4	Вижевка - смт Стара Вижевка	722	49,7	0,065	18,3	137	2,4
5	Турья - с. Ягідне	502	71,1	0,094	20,43	140	2,79
6	Турья - с. Ковель	1480	48,6	0,061	38,98	116	2,62
7	Турья - с.Бузаки	2630	83,3	0,055	62,96	216	2,6
8	Стохід - с. Малинівка	692	44,6	0,068	17,74	124	2,54
9	Стохід - с. Гулівка	1420	128	0,069	33,99	341	2,77
10	Стохід - смт Любешів	2970	88,5	0,049	71,97	238	2,4
11	Стир - с. Шуровці	2020	67,2	0,071	16,51	143	3,82
12	Стир - г.Луцьк	7200	45,0	0,023	72,57	223	2,67
13	Стир - с. Млинок	10900	76,9	0,018	162,75	502	2,46
14	Радоставка - с. Троїця	316	66,7	0,136	10,39	118	2,31
15	Іква - с. Радянське	632	18,8	0,066	24,97	69,6	2,36
16	Іква - Млиновська ГЭС	1960	53,0	0,046	34,46	203	3,8
17	Горинь - смт Ямполь	1400	20,9	0,048	21,05	84,6	3,37
18	Горинь - с. Оженин	5860	35,3	0,052	69,55	78,5	3,28
19	Горинь - с. Деражне	9160	47,3	0,039	130,55	88,7	3,03
20	Вирка - с. Сварині	231	48,8	0,083	8,97	139	2,34
21	Бережанка - с. Підлісне	187	43,0	0,102	14,29	109	2,03

## Продовження таблиці 4.2

№п/п	Річка - Пункт	F, км <sup>2</sup>	Y <sub>1%</sub> , мм	q <sub>1%</sub> , м <sup>3</sup> /скм <sup>2</sup>	t <sub>p</sub> , год	T <sub>0</sub> , год	V <sub>д</sub> , км/год
22	Случ - с. Велика Клитна	232	33,0	0,078	11,39	110	2,63
23	Случ - с. Громада(Данцев)	2480	33,9	0,07	47,0	76,7	2,96
24	Случ - с. Новоград Волинский	7460	60,8	0,09	85,3	71,3	2,95
25	Случ - с. Сарни	13300	62,6	0,147	129	41,1	3,16
26	Хомора - смт Понінка	1410	36,8	0,078	39,2	81,9	2,91
27	Тня - с. Броніки	982	70,5	0,329	24,4	54,0	2,78
28	Смолка - с. Сусли	632	82,5	0,208	26,1	86,5	2,64
29	Льва - с. Осницк	510	120,	0,113	13,6	243	2,57
30	Уборть - с. Рудня	510	82,4	0,154	19,2	112	2,14
31	Уборть - с. Перга	2880	82,1	0,091	45,2	114	2,63
32	Уж – с. Коростень	1450	57,8	0,159	30,3	71,5	2,77
33	Уж- с.Поліське	5690	56,9	0,121	54,9	65,0	3,08
34	Жерев - с. Вязівка	1360	71,3	0,125	26,9	100	2,89
35	Жерев – с. Бабиничи	1440	51,4	0,121	31,8	78,9	2,77
36	Норин - с. Славенщина	804	63,4	0,097	25,0	116	3,16
37	Грезля - с. уроч.Брод	553	55,3	0,082	12,9	133	2,16
38	Ілля - с.Луб'янка	300	51,4	0,111	11,4	112	2,8

У басейні річки Прип'ять в цілому відмічається збільшення  $T_0$  із збільшенням широти місцевості, що відповідає загальній географічній закономірності в розподілі тепла і вологи в період дощових паводків. Від заболоченості та залісенності, так само як і для шару стоку  $Y_m$  значимих взаємозв'язків не просліджується.

Далі значення  $T_0$ , були узагальнені у вигляді карти ізоліній, які проведені через 100 годин (рис. 4.4). Аналізуючи отриману карту, можна відзначити, що тривалість схилового припливу в басейні річки Прип'ять змінюються від 100 до 500 годин. Розподілення тривалості припливу на даній території рівномірне

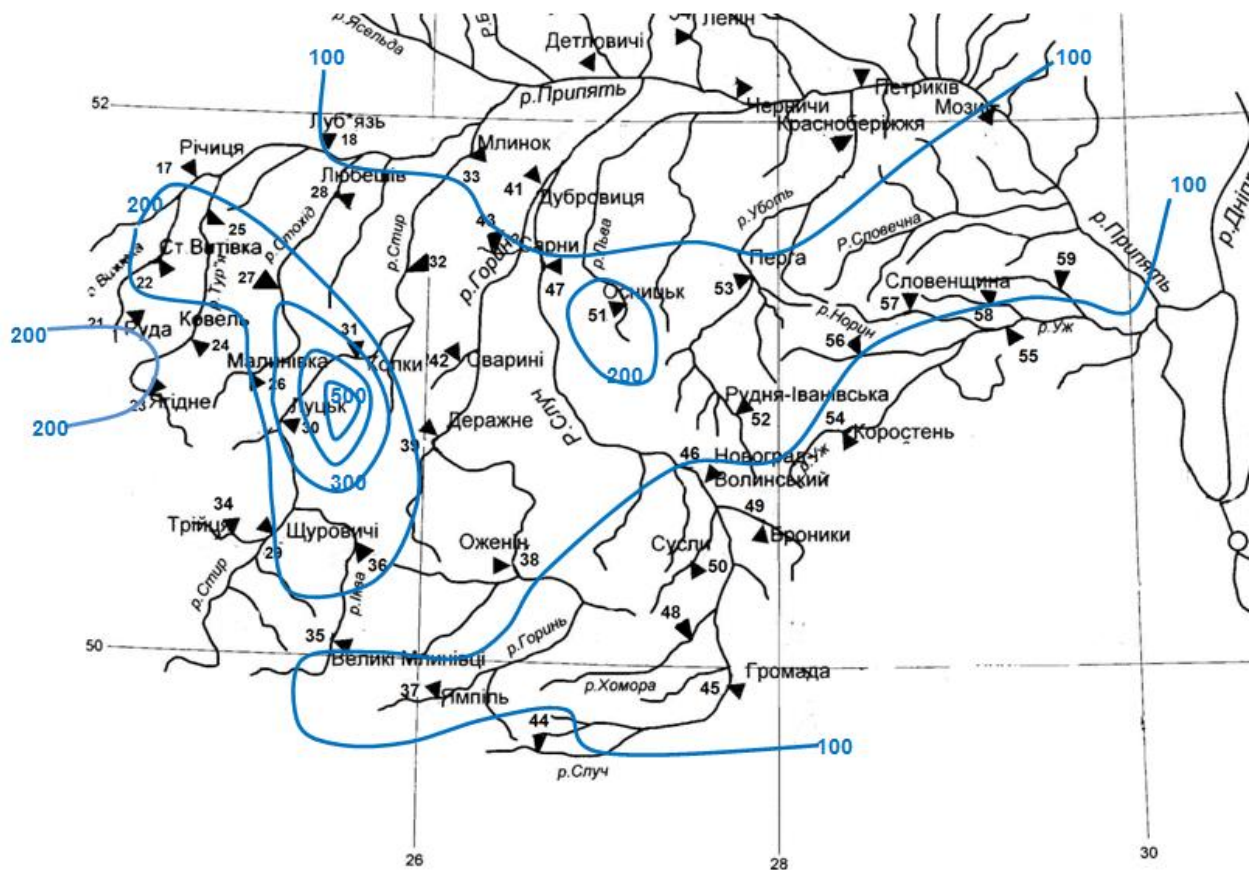


Рисунок 4.4- Карта-схема розподілу по басейну річки Прип'ять тривалості припливу води зі схилів до руслової мережі в період дощових паводків .

#### 4.2 Трансформаційні функції максимального стоку дощових паводків

Роспластування максимального модулю під час руху паводкових хвиль по русловій мережі під впливом часу руслового добігання враховується через трансформаційну функцію  $\psi(t_p/T_0)$  (рис.4.5).

Трансформаційна функція розрахована для всіх постів на даній території по формулі 2.13 та 2.14 при  $n=0.48$  а  $m_1=1$ . Отриманні значення змінюються від 0,17 (р.Случ – с.Сарни) до 0,93 (р.Вижевка - с.Руда).

Для врахування ефектів русло-заплавного регулювання і водообміну ввдиться функція  $\epsilon_F$ .

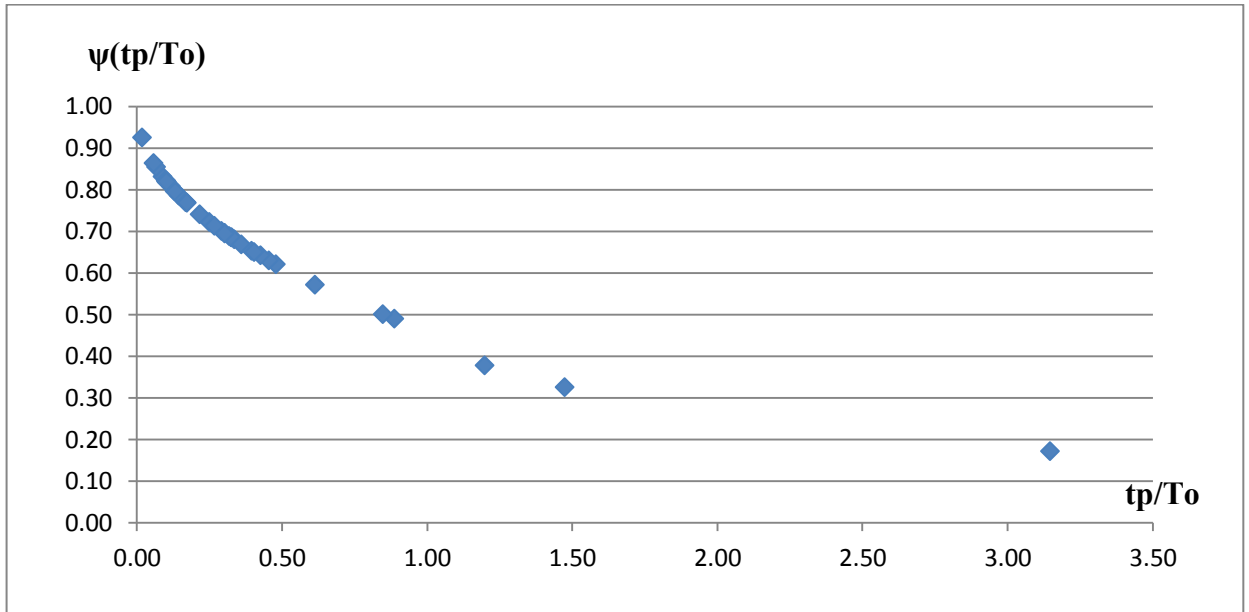


Рис. 4.5 - Залежність трансформаційної функції від часу руслового добігання.

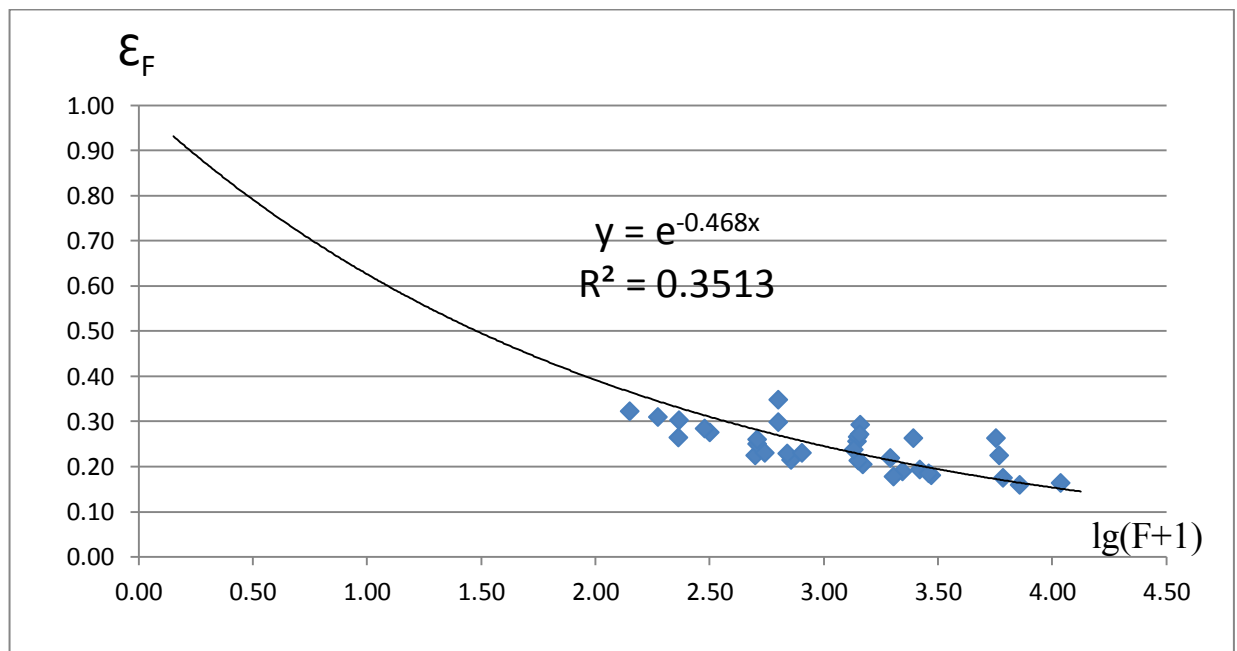


Рис.4.6 – Залежність коефіцієнту русло-заплавного регулювання від площей водосборів.

Коефіцієнт русло-заплавного водообміну та регулювання  $\epsilon_F$  отриманий по формулі (2.15) і узагальнений у вигляді залежності  $\epsilon_F=f(F)$  рис.4.6.

Як видно з рисунку, найбільше зарегулювання буває на водосборах з площею 1000 км<sup>2</sup> і більше, для яких значення  $\epsilon_F$  складає 0,2 і менше. Для водосборів с площами менше 1000 км<sup>2</sup> русло-заплавне регулювання дещо менше:  $\epsilon_F$  знаходиться в межах 0,3.

### 4.3 Перевірні розрахунки

В даній роботі були визначені всі складові вихідного виразу (2.12) і отримані розрахункові значення максимальних модулів схилового припливу  $q'_m$ . Для річок даної території вони змінюються в широких межах – від 0,16 м<sup>3</sup>/с·км<sup>2</sup> (р.Стир – с.Млинок) до 1,60 м<sup>3</sup>/с·км<sup>2</sup> (р.Случ - с. Сарни) (Додаток А4).

Розрахункова формула для максимального стоку дощових паводків описана рівнянням (2.11).

Також були виконані розрахунки по усім чотирьом методикам, та порівняння їх результатів з фактичним значенням модулю стоку 1% вірогідності перевищення. Результати порівнянь представлені у вигляді залежностей (рис 4.6-4.9).

Першим було виконано порівняння фактичних значень, зі значеннями отриманими за формулою П.Ф.Вишневського (рис.4.6). Залежність отримана в результаті порівняння досить добра, але значення отримані за формулою

Вишневського в півтори рази перевищують значення модулів стоку однавідсоткової ймовірності перевищення, отримані підчас статистичної обробки.

Наступним було виконано порівняння фактичних значень модулю стоку зі значеннями отриманими за СНіП. В результаті була виявлено, що значення отримані за СНіП є декілька меншими, ніж фактичні (рис.4.7).



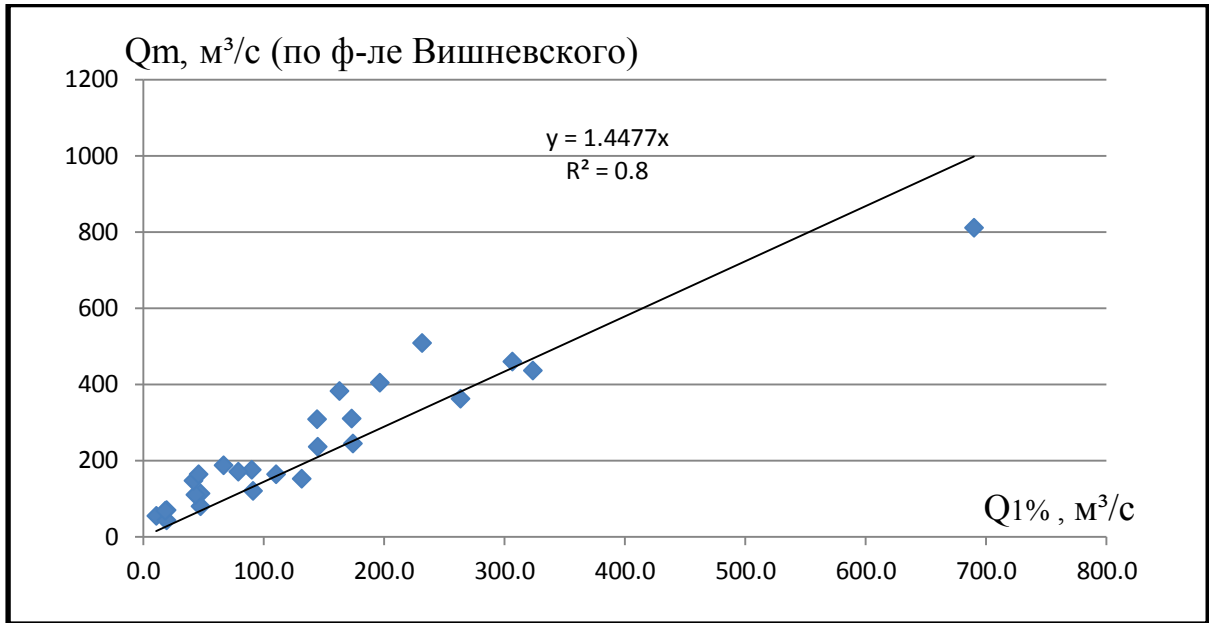


Рис.4.6 - Порівняння фактичних значень максимальних витрат дощових паводків і максимальних витрат певних по ф-ле Вишневського.

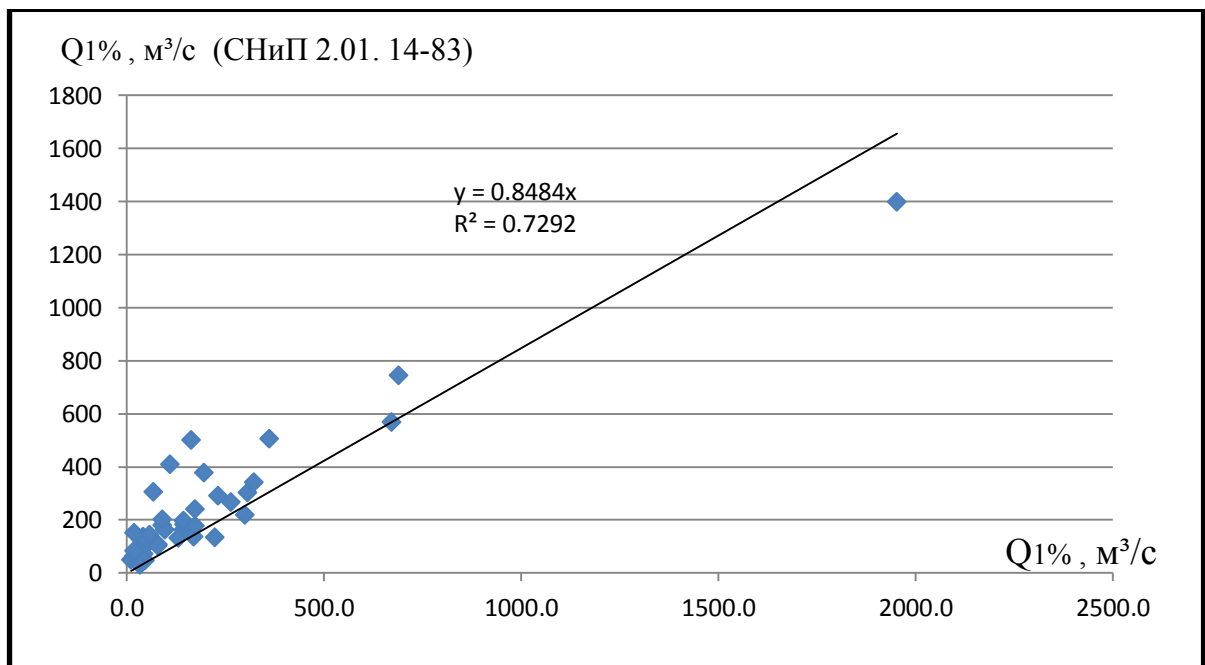


Рис.4.7 - Порівняння фактичних значень максимальних витрат дощових паводків і максимальних витрат певних по редуційній формулі.

Далі порівнювались значення отримані за розрахунковою схемою, що спираються на генетичну модель А.М.Бефані, та значення отримані під час статистичної обробки. З графіку (рис.4.8) видно, що залежність слабкіша в порівнянні з іншими методиками, і значення занижені більше ніж в половину (рис.4.8).

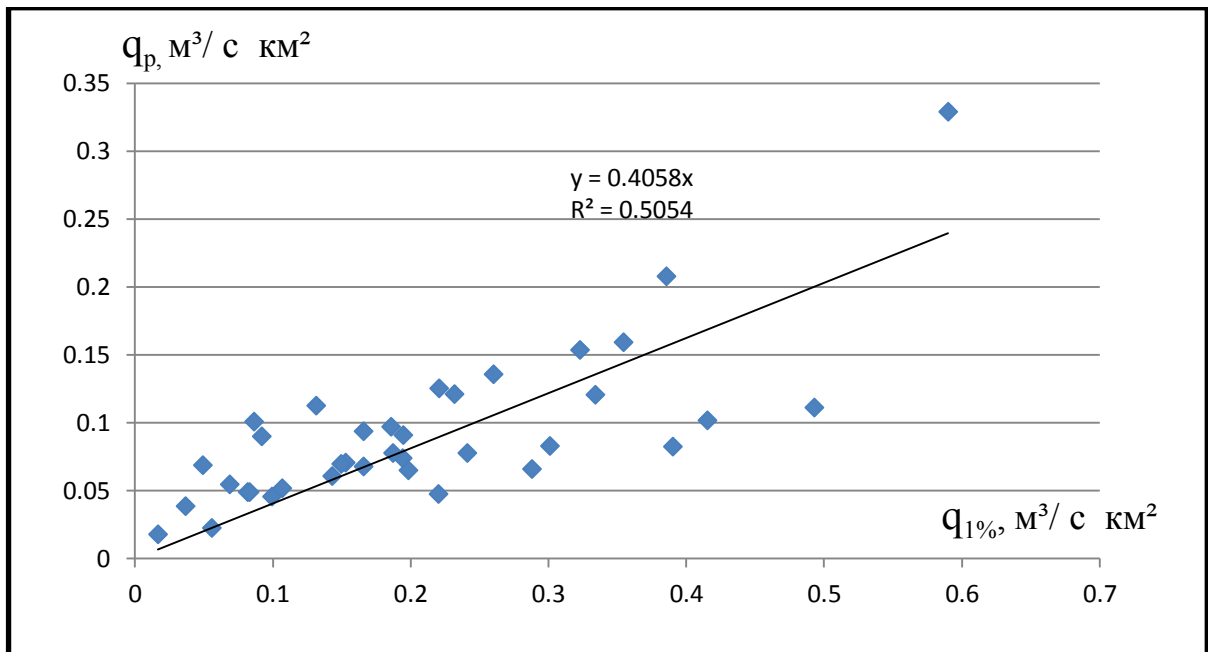


Рис.4.8 - Порівняння фактичних значень модулів стоку одновідсоткової залежності, з модулями стоку визначених за допомогою генетичної моделі А.М. Бефані.

Останнім було виконано порівняння фактичних значень модулів стоку одновідсоткової залежності, з модулями стоку отриманими за операторною структурою, запропонованою Є.Д. Гопченком (рис.4.9).

В результаті порівняння виявлено, що залежність досить добра (коефіцієнт кореляції склав 0,9). А значення отримані за операторною моделлю перевищують фактичні лише на 2,6 % . Що можна вважати дуже хорошим результатом, як загалом, так і в порівнянні з іншими методикам.

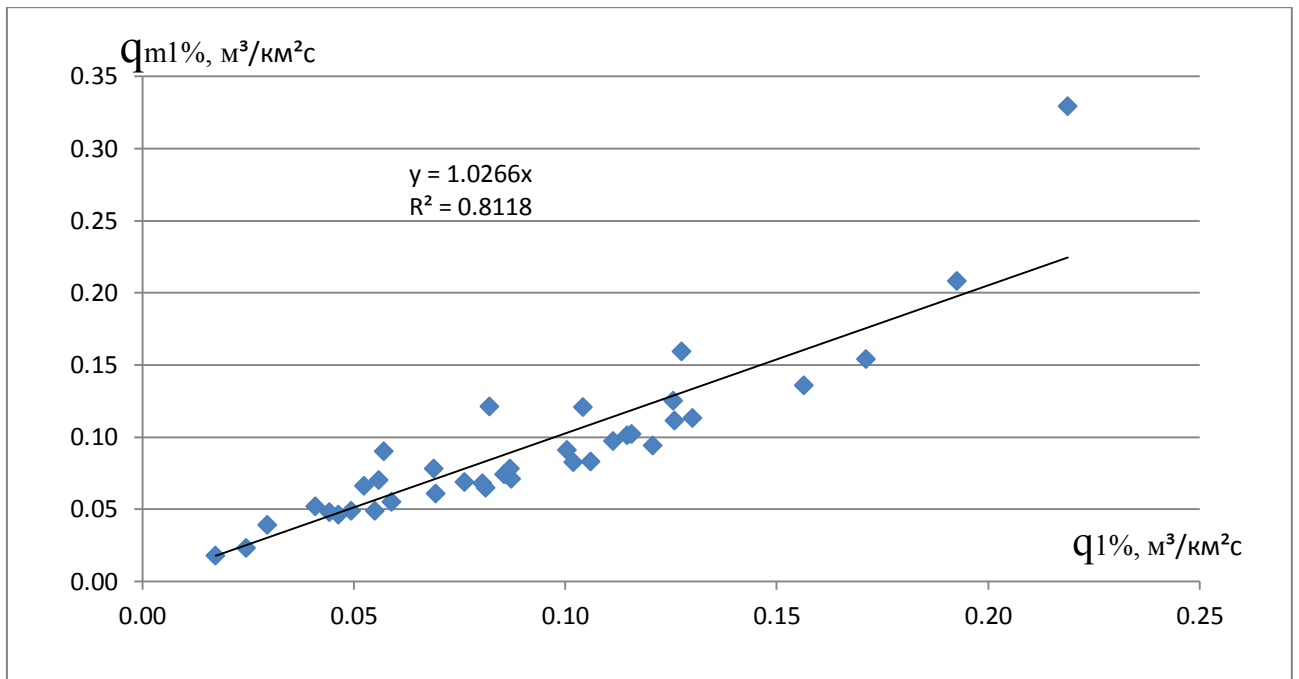


Рис.4.9 - Порівняння фактичних значень модулів стоку одновідсоткової залежності, з модулями стоку визначених за допомогою операторної моделі.

Для розрахунку  $q_{1\%}$  спочатку знаходять коефіцієнт нерівномірності силового припливу. Потім знаходять тривалість припливу води зі схилів в руслову мережу та максимальний шар стоку дощових паводків за допомогою карт ізоліній. Останніми розраховуються трансформаційні функції максимального стоку дощових паводків  $\psi(t_p/T_0)$  та  $\varepsilon_F$ .

Завершальним етапом даної дипломної роботи було виконання перевірочних розрахунків характеристик максимального стоку (додаток А5). Точність розрахунків може бути визначена за виразом як:

$$\Delta = \frac{|q_{1\%P} - q_{1\%Ф}|}{q_{1\%Ф}} \cdot 100\% \quad (4.3)$$

де  $q_{1\%Ф}$  - фактичні значення  $q_{1\%}$ , а  $q_{1\%P}$  - розраховані за методикою.

Точність методики для річок даної території склала  $\Delta = 17\%$ , що при точності вихідних даних  $\beta Q_{1\%} = 19\%$ , є добрим результатом.

## ВИСНОВКИ

Основним результатом даної магістерської роботи стала розробка регіональної формули для розрахунку максимального стоку дощових паводків теплого періоду для басейну річки Прип'ять. В якості розрахункової, була прийнята операторна модель, в основу якої покладена теорія руслових ізохрон.

Особливістю території Українського Полісся є знаходження ґрунтових вод близько від поверхні, що призводить до формування на підтоплених низинах званого «підпертого стоку», який сприяє формуванню високих дощових паводків, не тільки на малих та середніх, а навіть й на великих річках Полісся.

В якості вихідних даних для статистичної обробки використовувались дані режимних спостережень за стоком води з басейну річки Прип'ять по 38 постам. Період спостережень в середньому складає від 1923 по 2010р.

В даній роботі було визначено статистичні параметри розподілу часових рядів максимальних витрат та шарів стоку за методом моментів та методом найбільшої правдоподібності. З використанням закону Пірсона III типу визначені шари стоку та витрати вод під час паводків теплого періоду рідкої ймовірності перевищення та оцінено їх точність.

У ході роботи було встановлено, що для невивчених річок басейну Прип'яті, шар стоку дощових паводків 1% забезпеченості і тривалість припливу  $T_0$  слід визначати по картах, а коефіцієнт нерівномірності схилового припливу  $(n + 1)/n$  прийняти рівним 3,0.

Виконано порівняльні розрахунки ще за трьома методиками, такими, як модель П.Ф. Вишневського, редуційна ф-ла (рекомендована нормативним документом СНіП 2.01.14-83) та генетична модель А.М. Бефані.

Усі методики, включно з методикою Є.Д. Гопченка, порівнювались з фактичним значенням модулю стоку одновідсоткової ймовірності перевищення. При порівняння була виявлена добра залежність по всім

методикам, проте найменше відхилення по значенням було отримано лише при порівнянні фактичних значень, зі значеннями, отриманими за допомогою операторної моделі – усього 2,6%. Тому рекомендується використовувати саме цю модель.

Запропонована методика дозволяє врахувати всі чинники формування максимального стоку. Отримані величини  $Q_{1\%}$  можуть використовувати при оцінці ризику від проходження максимальних витрат дощових паводків теплового періоду в басейні річки Прип'ять.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Гопченко Е.Д.* Научно-методические основы нормирования характеристик максимального стока рек // Вісник ОДЕКУ, 2006. – Вип.3. – С.140-150.
2. *Гопченко Е. Д., Овчарук В. А.* Формирование максимального стока весеннего половодья в условиях юга Украины. ТЭС, Одесса, 2002, 110с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Т.6. - вып.2. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 884 с.
4. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. - Л.:Гидрометеиздат,1984. – 447 с.
5. *Бефани А.Н.* Теория формирования паводков и методы их расчета. - Л.: Гидрометеиздат,1969. – Т.1. – 35 с.
6. *Дацюк Ю.О.* Розрахункові характеристики дощових паводків в басейні річок Прут та Прип'ять / Ю.О. Дацюк, М.І. Неткачов // Збірник статей за матеріалами студентської наукової конференції ОДЕКУ 6-10 квітня. - 2015. – С.106-108.
7. *Гребінь В.В.* Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз)/ В.В.Гребінь. - К. : Ніка-Центр, 2010. – 316с.
8. *Вишневецький В.І., Косовець О.О.* Гідрологічні характеристики річок України. -.Ніка-Центр. – 2003. – 324 с.
9. Каталог річок і водойм України : Навч.-довідк. посіб. / Г. І. Швебс, М. І. Ігошин; Одес. нац. ун-т ім. І.І.Мечникова. - О. : Астропринт, 2003. – 392 с.
10. Клімат України За редакцією В.М. Ліпінського, канд. фіз.-мат. наук В.А. Дячука, канд. геогр. наук В.М. Бабіченко Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, 2003.- 344 с.
11. Кліматичний кадастр України. Державна гідрометеорологічна служба.- К: 2006, електронний ресурс.
- 12.КліматУкраїни: у минулому...і майбутньому / [М. І. Кульбіда, М. Б. Барабаш, Л. О. Єлістратова та ін.]/за ред. М.І. Кульбіди, М.Б. Барабаш: Монографія. - К.: Сталь, 2009. – 234 с.

13. *Степаненко С. М.* Динаміка та моделювання клімату: підручник для студентів вищих навчальних закладів / С. М. Степаненко. - Одеса: Екологія, 2013. – 204 с.
14. Hydrology, hydrochemistry and hydroecology: The scientific collection/ The editor-in-chief V.K. Khilchevskiy. – 2015. - Vol. 3(38) – 115 p.
15. Climate ExChange: Technical Conference on Climate Services (26-28 October 2012; Geneva, Switzerland); World Meteorological Congress extraordinary session (29-31 October 2012; Geneva, Switzerland)/ Tudor Rose – 2012. – 288 p.
16. СНиП 2.01.14-83. Определения расчетных гидрологических характеристик/Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1985. – 36 с.
17. *Вишневский П.Ф.* Ливни и ливневой сток на Украине. Наукова думка: Киев, 1964. – 112 с.
18. *Гопченко Е.Д.* О роли руслового добегания в трансформации максимальных расходов воды паводков и половодий//Метеорология, климатология и гидрология, вип.41, Одесса,2000. – С.29-38.
19. *Мокіна Наталія Володимирівна.* Дощовий стік річок Полісся в умовах неглибокого залягання ґрунтових вод; дис... канд. геогр. наук Одеський гідрометеорологічний ін-т. - Одеса, 1998. – 18 с.
20. *Дацюк Ю.О.* Порівняльна характеристика регіональних методик для визначення максимального стоку дощових паводків в басейні р.Прип'ять / Ю.О. Дацюк, // Матеріали XV наукової конференції молодих вчених ОДЄКУ. Одеськ.держ.екол-ний ун-т.- Одеса: ТЕС, 2016. – С.67-68.

## ДОДАТКИ



Додаток А1 – Розрахунок максимальних витрат дощових паводків різної забезпеченості (P=1,3,5,10 %) при Cs=3Cv

№ п/п	Річка - пост	Q, м³/с	Cv	Q1%, м³/с	Q3%, м³/с	Q5%, м³/с	Q10%, м³/с
1	Прип'ять - с. Річиця	24,8	1,88	223	136	102	64,5
2	Прип'ять - с. Любязь	31,5	2,16	300	180	134	82,5
3	Вижевка - с. Руда	2,2	0,99	10,5	7,46	6,21	4,6
4	Вижевка - смт Стара Вижевка	8,2	1,20	47,2	32,4	26,2	18,7
5	Турья - с. Ягідне	6,6	1,50	47,4	30,7	24,0	16,2
6	Турья - с. Ковель	13,9	1,36	90,8	60,2	48,0	33,1
7	Турья - с.Бузаки	33,5	0,87	144	104	88,8	68,0
8	Стохід - с. Малинівка	7,5	1,30	46,8	31,4	25,2	17,7
9	Стохід - с. Гулівка	15,3	1,32	97,3	65,0	52,0	36,3
10	Стохід - смт Любешів	21,6	1,39	145	95,5	75,8	52,1
11	Стир - с. Шуровці	32,7	0,90	144	105	88,3	67,4
12	Стир - г.Луцьк	46,5	0,70	163	125	109	87,0
13	Стир - с. Млинок	58,7	0,68	196	155	136	110
14	Радоставка - с. Троїця	9,1	0,96	42,9	30,8	25,6	19,3
15	Іква - с. Радянске	10,5	0,80	41,6	31,0	26,5	20,7
16	Іква - Млиновска ГЭС	25,3	0,71	89,8	68,8	59,7	47,6
17	Горинь - смт Ямполь	17,9	0,75	66,8	50,5	43,5	34,4
18	Горинь - с. Оженин	67,3	0,93	306	221	185	141
19	Горинь - с. Деражне	78,6	0,94	361	260	218	165
20	Вирка - с. Сварині	3,9	1,01	19,2	13,7	11,3	8,4
21	Бережанка - с. Підлісне	4,2	0,94	19,1	13,8	11,6	8,8
22	Случ - с. Велика Клитна	4,5	0,81	18,0	13,4	11,4	8,9
23	Случ - с. Громада(Данцев)	24,6	1,46	173	113	88,6	60,3
24	Случ - с. Новоград Волинский	122	1,14	671	466	380	275
25	Случ - с. Сарни	274	1,48	1952	1266	995	674
26	Хомора - смт Понінка	25,5	0,88	110	80,6	67,8	52,0
27	Тня - с. Броніки	44,5	1,51	323	209	163	110
28	Смолка - с. Сусли	22,7	1,20	131	90,3	73,1	52,2
29	Льва - с. Осницк	10,5	1,14	57,9	40,2	32,8	23,7
30	Уборть - с. Рудня	13,9	1,17	78,5	54,3	44,1	31,7
31	Уборть - с. Перга	54,1	1,00	263	188	156	116
32	Уж – с. Коростень	32,9	1,46	231	151	119	81
33	Уж- с.Поліське	96,9	1,48	690	448	352	238

## Продовження додатку А1

№ п/п	Річка - Пост	Q, м <sup>3</sup> /с	Cv	Q1%, м <sup>3</sup> /с	Q3%, м <sup>3</sup> /с	Q5%, м <sup>3</sup> /с	Q10%, м <sup>3</sup> /с
34	Жерев - с. Вязівка	34,2	1,06	170	124	102	75
35	Жерев – с. Бабиничи	25,1	1,44	174	114	90	61
36	Норин - с. Славенщина	17,5	0,91	78	57	48	36
37	Грезля - с. уроч.Брод	10,9	0,85	46	34	28	22
38	Ілля - с.Луб'янка	7,6	0,89	33	24	20	16

Додаток А2 – Розрахунок максимальних шарів стоку дощових паводків різної забезпеченості (P=1,3,5,10 %) при Cs=2,5Cv

№ п/п	Річка - Пост	Ym, мм	Cv	Ym1%, мм	Ym3%, мм	Ym5%, мм	Ym10%, мм
1	Прип'ять - с. Річиця	24,9	2,15	242	150	112	69,5
2	Прип'ять - с. Любязь	23,2	1,34	190	123	95,4	62,4
3	Вижевка - с. Руда	26,2	3,25	254	157	118	73,1
4	Вижевка - смт Стара Вижевка	12,8	0,85	52,9	39,9	34,2	26,6
5	Турья - с. Ягідне	12,2	1,28	76,4	52,8	42,7	30,1
6	Турья - с. Ковель	10,9	0,97	51,1	37,6	31,6	24,0
7	Турья - с.Бузаки	20,2	0,85	85,5	64,3	54,8	42,5
8	Стохід - с. Малинівка	9,94	0,97	47,0	34,5	29,0	22,0
9	Стохід - с. Гулівка	21,0	1,36	146	98,4	78,3	53,7
10	Стохід - смт Любешів	17,8	1,46	167	104	78,9	49,3
11	Стир - с. Шуровці	15,2	0,92	68,4	50,7	43,0	32,8
12	Стир - г.Луцьк	10,9	0,89	47,6	35,5	30,2	23,2
13	Стир - с. Млинок	12,9	1,53	101	65,9	51,5	34,2
14	Радоставка - с. Троїця	15,7	0,91	69,2	51,5	43,8	33,6
15	Іква - с. Радянське	6,49	0,57	18,7	15,2	13,6	11,3
16	Іква - Млиновська ГЭС	9,9	1,08	59,2	41,3	33,7	24,1
17	Горинь - смт Ямполь	6,66	0,61	20,2	16,3	14,5	11,9
18	Горинь - с. Оженин	9,81	0,75	35,8	27,8	24,0	19,2
19	Горинь - с. Деражне	12,7	0,79	49,2	37,6	32,4	25,5
20	Вирка - с. Сварині	12,1	0,85	50,7	38,1	32,5	25,3
21	Бережанка - с. Підлісне	13,1	0,64	42,1	33,5	29,5	24,1
22	Случ - с. Велика Клитна	9,03	0,78	34,6	26,5	22,9	18,1
23	Случ - с. Громада(Данцев)	5,06	1,08	30,7	21,6	17,4	12,4
24	Случ - с. Новоград Волинський	14,9	0,94	68,7	50,6	42,7	32,6
25	Случ - с. Сарни	11,8	1,11	63,6	45,4	37,5	27,5
26	Хомора - смт Понінка	15,1	0,88	64,8	48,5	41,3	31,9
27	Тня - с. Броніки	15,6	0,97	73,2	53,8	45,2	34,3
28	Смолка - с. Сусли	18,2	0,98	86,0	63,1	53,1	40,2
29	Льва - с. Осницк	21,1	1,18	126	87,9	71,6	51,2
30	Уборть - с. Рудня	17,7	0,99	85,5	62,5	52,4	39,5
31	Уборть - с. Перга	19,3	0,91	84,9	63,1	53,7	41,2
32	Уж – с. Коростень	11,2	1,11	59,5	42,4	35,3	26,0
33	Уж- с.Поліське	13,0	0,95	59,0	43,7	36,9	28,1

## Продовження додатку А2

№ п/п	Річка - Пост	Y <sub>m</sub> , мм	C <sub>v</sub>	Y <sub>m1%</sub> , мм	Y <sub>m3%</sub> , мм	Y <sub>m5%</sub> , мм	Y <sub>m10%</sub> , мм
34	Жерев - с. Вязівка	15,5	0,96	71,3	52,6	44,3	33,8
35	Жерев – с. Бабиничи	9,9	1,10	51,8	37,1	30,8	22,7
36	Норин - с. Славенщина	15,3	0,87	64,1	48,2	41,2	32,0
37	Грезля - с. уроч.Брод	14,5	0,78	54,6	42,1	36,3	28,7
38	Ілля - с.Луб'янка	13,2	0,82	52,4	39,8	34,2	26,8

Додаток А3 - Розрахунок середньоквадратичної похибки витрат 1% імовірності перевищення

№п/п	Річка- Пост	Q1%, м³/с	п, років	Cv	Eσ	σQ1%
1	Прип'ять - с. Річиця	223	49	1,64	1,38	19,7
2	Прип'ять - с. Любязь	300	14	1,86	1,38	36,9
3	Вижевка - с. Руда	10,5	66	0,98	1,35	16,6
4	Вижевка - смт Стара Вижевка	47,2	68	1,18	1,38	16,7
5	Турья - с. Ягідне	47,4	70	1,46	1,38	16,5
6	Турья - с. Ковель	90,9	78	1,33	1,38	15,6
7	Турья - с.Бузаки	144	28	0,85	1,2	22,7
8	Стохід - с. Малинівка	46,8	57	1,21	1,38	18,3
9	Стохід - с. Гулівка	97,3	31	1,27	1,38	24,8
10	Стохід - смт Любешів	145	64	1,25	1,38	17,3
11	Стир - с. Шуровці	144	55	0,87	1,22	16,5
12	Стир - г.Луцьк	163	85	0,69	1,08	11,7
13	Стир - с. Млинок	196	51	0,64	1,02	14,3
14	Радоставка - с. Троїця	42,9	56	0,95	1,3	17,4
15	Іква - с. Радянське	41,6	66	0,79	1,1	13,5
16	Іква - Млиновська ГЭС	89,8	12	0,69	1,05	30,3
17	Горинь - смт Ямполь	66,8	74	0,75	1,08	12,6
18	Горинь - с. Оженин	306	65	0,9	1,25	15,5
19	Горинь - с. Деражне	361	54	0,87	1,23	16,7
20	Вирка - с. Сварині	19,2	65	0,99	1,37	17,0
21	Бережанка - с. Підлісне	19,1	28	0,88	1,24	23,4
22	Случ - с. Велика Клитна	18,0	30	0,8	1,1	20,1
23	Случ - с. Громада(Данцев)	173	38	1,22	1,38	22,4
24	Случ - с. Новоград Волинський	671	52	1,12	1,38	19,1
25	Случ - с. Сарни	1952	78	1,44	1,38	15,6
26	Хомора - смт Понінка	110	42	0,86	1,21	18,7
27	Тня - с. Броніки	323	72	1,47	1,38	16,3
28	Смолка - с. Сусли	131	66	1,18	1,38	17,0
29	Льва - с. Осницк	57,9	23	1,09	1,38	28,8
30	Уборть - с. Рудня	78,5	62	1,15	1,38	17,5
31	Уборть - с. Перга	263	53	0,99	1,37	18,8
32	Уж – с. Коростень	231,1	66	1,46	1,38	17,0
33	Уж- с.Поліське	689,8	77	1,48	1,38	15,7

## Продовження додатку А3

№п/п	Річка- Пост	Q1%, м³/с	n, років	Cv	Eσ	σQ1%
34	Жерев - с. Вязівка	170,5	19	1,06	1,38	31,7
35	Жерев – с. Бабиничи	173,7	25	1,44	1,38	27,6
36	Норин - с. Славенщина	78,2	47	0,91	1,26	18,4
37	Грезля - с. уроч.Брод	45,6	26	0,85	1,2	23,5
38	Ілля - с.Луб'янка	33,4	25	0,89	1,24	24,8

Додаток А4 – Вихідні дані для розрахунку загального коефіцієнта редукції максимального модуля стоку паводків

№п/п	Річка- Пост	T <sub>0</sub> , год	Y <sub>1%</sub> , мм	q' <sub>m</sub> , м <sup>3</sup> /с·км <sup>2</sup>	q <sub>1%</sub> , м <sup>3</sup> /с·км <sup>2</sup>	q <sub>1%</sub> /q <sub>m</sub>	lg(F+1)	lg(q <sub>1%</sub> /q <sub>m</sub> )
1	Прип'ять - с. Річиця	241,1	158,8	0,69	0,10	0,15	3,34	-0,84
2	Прип'ять - с. Любязь	209,4	81,3	0,41	0,05	0,12	3,79	-0,92
3	Вижевка - с. Руда	228,2	53,9	0,25	0,07	0,30	2,15	-0,53
4	Вижевка - с.мт Стара Вижевка	137,5	49,7	0,38	0,07	0,17	2,86	-0,77
5	Турья - с. Ягідне	140,6	71,1	0,53	0,09	0,18	2,70	-0,75
6	Турья - с. Ковель	116,8	48,6	0,44	0,06	0,14	3,17	-0,86
7	Турья - с.Бузаки	216,3	83,3	0,41	0,06	0,14	3,42	-0,87
8	Стохід - с. Малинівка	124,4	44,6	0,38	0,07	0,18	2,84	-0,74
9	Стохід - с. Гулівка	341,1	128,1	0,40	0,07	0,17	3,15	-0,76
10	Стохід - с.мт Любешів	238,7	88,5	0,39	0,05	0,13	3,47	-0,90
11	Стир - с. Шуровці	143,1	67,2	0,49	0,07	0,14	3,31	-0,84
12	Стир - г.Луцьк	223,6	45,0	0,21	0,02	0,11	3,86	-0,96
13	Стир - с. Млинок	502,1	76,9	0,16	0,02	0,11	4,04	-0,95
14	Радоставка - с. Троїця	118,1	66,7	0,59	0,14	0,23	2,50	-0,64
15	Іква - с. Радянське	69,6	18,8	0,28	0,07	0,23	2,80	-0,63
16	Іква - Млиновська ГЭС	203,8	53,0	0,27	0,05	0,17	3,29	-0,77
17	Горинь - с.мт Ямполь	84,6	20,9	0,26	0,05	0,18	3,15	-0,73
18	Горинь - с. Оженин	78,5	35,3	0,47	0,05	0,11	3,77	-0,96
19	Горинь - с. Деражне	88,7	47,3	0,56	0,04	0,07	3,96	-1,16
20	Вирка - с. Сварині	139,7	48,8	0,37	0,08	0,23	2,37	-0,65
21	Бережанка - с. Підлісне	109,6	43,0	0,41	0,10	0,25	2,27	-0,61

## Продовження додатку А4

№п/п	Річка- Пост	T <sub>0</sub> , год	Y <sub>1%</sub> , мм	q' <sub>m</sub> , м <sup>3</sup> /с·км <sup>2</sup>	q <sub>1%</sub> , м <sup>3</sup> /с·км <sup>2</sup>	q <sub>1%</sub> /q' <sub>m</sub>	lg(F+1)	lg(q <sub>1%</sub> /q' <sub>m</sub> )
22	Случ - с. Велика Клитна	110,0	33,0	0,32	0,08	0,25	2,37	-0,61
23	Случ - с. Громада(Данцев)	76,7	33,9	0,47	0,07	0,15	3,39	-0,82
24	Случ - с. Новоград Волинский	71,3	60,8	0,90	0,09	0,10	3,87	-1,00
25	Случ - с. Сарни	41,1	62,6	1,60	0,15	0,09	4,12	-1,04
26	Хомора - смт Понінка	81,9	36,8	0,47	0,08	0,16	3,15	-0,78
27	Тня - с. Броніки	54,0	70,5	1,37	0,33	0,24	2,99	-0,62
28	Смолка - с. Сусли	86,5	82,5	1,00	0,21	0,21	2,80	-0,68
29	Льва - с. Осницк	243,0	120,8	0,52	0,11	0,22	2,71	-0,67
30	Уборть - с. Рудня	112,1	82,4	0,77	0,15	0,20	2,71	-0,70
31	Уборть - с. Перга	114,5	82,1	0,75	0,09	0,12	3,46	-0,92
32	Уж – с. Коростень	71,5	57,8	0,85	0,16	0,19	3,16	-0,73
33	Уж- с.Поліське	65,0	56,9	0,92	0,12	0,13	3,76	-0,88
34	Жерев - с. Вязівка	100,9	71,3	0,74	0,13	0,17	3,13	-0,77
35	Жерев – с. Бабиничи	78,9	51,4	0,68	0,12	0,18	3,16	-0,75
36	Норин - с. Славенщина	116,8	63,4	0,57	0,10	0,17	2,91	-0,77
37	Грезля - с. уроч.Брод	133,2	55,3	0,44	0,08	0,19	2,74	-0,72
38	Ілля - с.Луб'янка	112,8	51,4	0,48	0,11	0,23	2,48	-0,63



Додаток А5 – Перевірні розрахунки характеристик максимального стоку дощових в басейні річки Прип'ять.

№п/п	Річка- пост	F, км <sup>2</sup>	Y <sub>1%</sub> , мм	q <sub>m</sub> , м <sup>3</sup> /с·км <sup>2</sup>	ψ(Tr/T0)	ε <sub>F</sub>	q <sub>1%</sub> , м <sup>3</sup> /с·км <sup>2</sup>
1	Прип'ять - с. Річиця	2210	159	0,69	0,77	0,21	0,11
2	Прип'ять - с. Любязь	6100	81,3	0,41	0,69	0,18	0,05
3	Вижевка - с. Руда	141	53,9	0,25	0,93	0,37	0,09
4	Вижевка - смт Стара Вижевка	722	49,7	0,38	0,79	0,27	0,08
5	Турья - с. Ягідне	502	71,1	0,53	0,79	0,29	0,12
6	Турья - с. Ковель	1480	48,6	0,44	0,68	0,23	0,07
7	Турья - с.Бузаки	2630	83,3	0,41	0,70	0,21	0,06
8	Стохід - с. Малинівка	692	44,6	0,38	0,79	0,27	0,08
9	Стохід - с. Гулівка	1420	128	0,40	0,82	0,23	0,08
10	Стохід - пгт Любешів	2970	88,5	0,39	0,70	0,20	0,05
11	Стир - с. Шуровці	2020	67,2	0,49	0,81	0,22	0,09
12	Стир - г.Луцьк	7200	45,0	0,21	0,69	0,17	0,02
13	Стир - с. Млинок	10900	76,9	0,16	0,69	0,16	0,02
14	Радоставка - с. Троїця	316	66,7	0,59	0,83	0,32	0,16
15	Іква - с. Радянске	632	18,8	0,28	0,67	0,28	0,05
16	Іква - Млиновска ГЭС	1960	53,0	0,27	0,77	0,22	0,05
17	Горинь - смт Ямполь	1400	20,9	0,26	0,72	0,24	0,04
18	Горинь - с. Оженин	5860	35,3	0,47	0,49	0,18	0,04
19	Горинь - с. Деражне	9160	47,3	0,56	0,33	0,16	0,03
20	Вирка - с. Сварині	231	48,8	0,37	0,86	0,34	0,11
21	Бережанка - с. Підлісне	187	43,0	0,41	0,80	0,35	0,12
22	Случ - с. Велика Клитна	232	33,0	0,32	0,82	0,34	0,09
23	Случ - с. Громада(Данцев)	2480	33,9	0,47	0,57	0,21	0,06
24	Случ - с. Новоград Волинский	7460	60,8	0,90	0,38	0,17	0,06
25	Случ - с. Сарни	13300	62,6	1,60	0,17	0,15	0,04
26	Хомора - смт Понінка	1410	36,8	0,47	0,62	0,23	0,07
27	Тня - с. Броніки	982	70,5	1,37	0,63	0,25	0,22
28	Смолка - с. Сусли	632	82,5	1,00	0,70	0,28	0,19
29	Льва - с. Осницк	510	120,8	0,52	0,86	0,29	0,13
30	Уборть - с. Рудня	510	82,4	0,77	0,77	0,29	0,17
31	Уборть - с. Перга	2880	82,1	0,75	0,65	0,20	0,10

## Продовження додатку А5

№п/п	Річка- пост	F, км <sup>2</sup>	Y <sub>1%</sub> , мм	q <sub>m</sub> , м <sup>3</sup> /с·км <sup>2</sup>	ψ(Тр/Т0)	ε <sub>F</sub>	q <sub>1%</sub> , м <sup>3</sup> /с·км <sup>2</sup>
32	Уж – с. Коростень	1450	57,8	0,85	0,64	0,23	0,13
33	Уж- с.Поліське	5690	56,9	0,92	0,50	0,18	0,08
34	Жерев - с. Вязівка	1360	71,3	0,74	0,71	0,24	0,13
35	Жерев – с. Бабиничи	1440	51,4	0,68	0,65	0,23	0,10
36	Норин – с. Славенщина	804	63,4	0,57	0,74	0,26	0,11
37	Грезля - с. уроч.Брод	553	55,3	0,44	0,82	0,28	0,10
38	Ілля - с.Луб'янка	300	51,4	0,48	0,82	0,32	0,13

Δ=17,2%

