

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра гідрології суші

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: Розрахункові характеристики максимального стоку весняного водопілля
річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся
в умовах змін клімату

Виконала студентка 2 курсу групи МГ- 61
спеціальність 103 «Науки про Землю»,
спеціалізації «Гідрологія»
Іващенко Світлана Вікторівна

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

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 103 «Науки про Землю»
(шифр і назва)
Освітня програма Гідрологія
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри гідрології суші
д-р.геогр.наук, проф. Шакірзанова Ж.Р.
“26” березня 2018 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Іващенко Світлана Вікторівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи Розрахункові характеристики максимального стоку весняного водопілля річок Чернігівського та Новгород Сіверського Полісся в умовах змін клімату

керівник роботи Овчарук Валерія Анатоліївна канд.геогр.наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищого навчального закладу від “02.11.2017 року” № 321-С

2.Строк подання студентом роботи: 01.06.2018 року.

3.Вихідні дані до роботи: Основні гідрографічні характеристики водозборів річки, дані гідрометеорологічних спостережень за витратами води весняного водопілля та шарами стоку, максимальні запаси води в сніговому покриві, опади за період водопілля в басейні річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся в період з 1940 до 2017рр.

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

1. Аналіз фізико-географічних умов формування весняного водопілля в басейні річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся – географічного положення, геології та рельєфу, ґрунтового і рослинного покриву, особливості кліматичних умов, характеристик водного режиму весняного водопілля, гідрометеорологічної вивченості території.

2. Аналітичний огляд методів розрахунку максимального стоку весняного водопілля, аналіз регіональних та нормативних методик в області розрахунку максимального стоку весняного водопілля

3. Методи визначення статистичних параметрів та статистична обробка рядів максимальних витрат води, шарів стоку та максимальних снігозапасів на початок весняного водопілля

4. Обґрунтування параметрів розрахункової методики

5. Науково-методичні підходи до врахування глобальних змін клімату при розрахунках максимального стоку річок

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Карто-схеми географічного положення басейну, ґрунтів, рослинності, розташування діючих гідрологічних та метеорологічних станцій і постів, максимальних величин шарів стоку весняного водопілля та тривалості схилового припливу, середньобогаторічних величин максимальних запасів в воді в сніговому покриві, карта схема розподілу коефіцієнтів ст

оку по території басейну, коефіцієнтів впливу змін клімату на максимальні модулі стоку весняного водопілля.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 26.03.2018

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Аналіз фізико-географічних умов формування весняного водопілля в басейні річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся – географічного положення, геології та рельєфу, ґрунтового і рослинного покриву, особливості кліматичних умов, характеристик водного режиму весняного водопілля, гідрометеорологічної вивченості території	26.03 - 01.04.18	95	відмінно
2.	Науково-методичні підходи та методи розрахунку максимального стоку весняного водопілля, аналіз сучасного стану в області розрахунку максимального стоку весняного водопілля	02.04 - 15.04.18	95	відмінно
3.	Методи визначення статистичних параметрів та статистична обробка рядів максимальних витрат води, шарів стоку та максимальних снігозапасів на початок весняного водопілля	16.04 - 25.04.18	95	відмінно
4.	Обґрунтування параметрів розрахункової методики	25.04 - 30.04.18	97	відмінно
	Рубіжна атестація	30.04 - 06.05.2018	95	відмінно
5.	Науково-методичні підходи до врахування глобальних змін клімату при розрахунках максимального стоку річок	1.05 - 20.05.18	90	відмінно
	Оформлення роботи, здача на кафедру, перевірка на плагіат, підготовка презентації, доповіді	21.05 - 31.05.18	97	відмінно
	Рецензування	15.06.2018		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		95	відмінно

Студент _____ Іващенко С.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Овчарук В.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Магістерська кваліфікаційна робота студентки гр. МГ-61 Іващенко С.В. на тему «Розрахункові характеристики максимального стоку весняного водопілля річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся в умовах змін клімату».

Актуальність теми. Весняне водопілля є однією з найголовніших фаз водного режиму більшості рівнинних річок в зоні Полісся, під час якої проходить переважна частина загального річного об'єму стоку. Максимальний стік весняного водопілля відноситься до тих характеристик гідрологічного режиму річок, з якими пов'язані питання, що стосуються безпечного функціонування господарських об'єктів і населених пунктів. Вивчення умов формування та розробка методів їх розрахунку мають дуже важливе науково-практичне значення.

Воно є лімітуючим для багатьох галузей економіки (гідроенергетики, водного, комунального, сільського господарства, гідротехнічного та промислового будівництва). З періодом водопілля пов'язуються значні й тривалі затоплення рівнинних територій, пошкодження і руйнування об'єктів господарювання, затоплення сільськогосподарських угідь, населених пунктів.

Метою дослідження є розробка регіональної методики для розрахунку максимального стоку весняного водопілля рідкісної ймовірності перевищення для річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся.

Об'єкт дослідження. Річки Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся.

Методи дослідження. Статистичний аналіз, географічні узагальнення, модифікований варіант операторної моделі максимального стоку, заснований на теорії руслових ізохрон.

Результати, їх новизна, теоретичне та практичне значення. Обґрунтовані параметри регіональної методики для річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся з урахуванням змін клімату. Отримані результати можуть бути використані для обґрунтування різних водогосподарських заходів, при розробці раціонального використання водних ресурсів річок басейну Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся. Пропонована методика рекомендується для використання при оцінці потенційної небезпеки при проходженні катастрофічних повеней на річках Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся.

Вихідні дані. Основні гідрографічні характеристики водозборів річки, дані гідрометеорологічних спостережень за витратами води весняного водопілля та шарами стоку, максимальні запаси води в сніговому покриві, опади за період водопілля в басейні річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся.

Кількість сторінок – 153

Кількість рисунків – 32

Кількість таблиць – 8

Кількість використаної літератури – 27

Ключові слова: *максимальний стік, весняне водопілля, Полісся, операторна модель, зміни клімату.*

SUMMARY

Master's research project of student group MG-61 Ivashchenko S.V. on the topic «Estimated Characteristics of the Maximum Runoff of the Rivers in the Chernihivske and Novhorod-Siverske Polissia during Spring Flood under the Climate Change».

Relevance of the topic. Spring flood is one of the most important phases of the water regime of most sluggish river in the Polesye area, during which the majority of the total annual volume of run-off passes. The maximum runoff of spring flood falls into characteristics of the hydrological regime of rivers, which are concerned the safe functioning of economic facilities and settlements. The study of the conditions for the formation and development of methods for their calculation have a very important scientific and practical significance.

It is limiting for many sectors of the economy (hydropower, water, municipal, agriculture, hydrotechnical and industrial construction). Significant and prolonged flooding of plain areas, damage and destruction of facilities, flooding of agricultural lands, settlements are associated with the period of the flood.

The purpose of the study is to develop a regional methodology for calculating the maximum runoff of the spring flood of the rare probability of exceedance the Chernihiv and Novhorod-Siverske Polissia rivers.

Object of study. The rivers of Chernihiv and Novhorod-Siverske Polissia.

Research methods. Statistical analysis, geographic generalizations, modified version of the operator model of maximum runoff, based on the theory of channel isochronous.

Result, novelty, theoretical and practical significance. The parameters of the regional method for the Chernihiv and Novhorod-Siverske rivers of Polissia are grounded in the account of climate change. The obtained results can be used to substantiate various water management measures, in developing the rational use of water resources of the rivers of Chernihiv and Novhorod-Siverske Polissia basin. The proposed method is recommended for use in assessing the potential danger during catastrophic flood events on the rivers of Chernihiv and Novhorod-Siverske Polissia.

Output data. The main hydrographic characteristics of the river catchment, the data of hydrometeorological observations on the flow of spring water and runoff layers, the maximum reserves of water in the snow cover, precipitation for the period of the flood in the basin of the Chernihiv and Novhorod-Siverske Polissia.

Number of pages - 153

Number of drawings - 32

Number of tables - 8

Reference - 27

Key words: *maximum runoff, spring flood, Polesye, operator model, climate change.*

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Фізико-географічна характеристика басейну річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся.....	10
1.1 Географічне положення і рельєф.....	10
1.2 Ґрунти і рослинність.....	13
1.3 Кліматична характеристика.....	18
1.4 Особливості водного режиму річок досліджуваної території.....	20
1.5 Гідрометеорологічна вивченість басейну річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся	22
2 Аналіз сучасного стану в області розрахунку максимального стоку весняного водопілля.....	26
2.1 Формули, які опираються на геометричну схематизацію схилового і руслового гідрографа.....	27
2.1.1 Редукційні формули.....	27
2.1.2 Об'ємні формули.....	31
2.2 Методи, засновані на гідромеханічних теоріях стоку.....	35
2.2.1 Генетичні моделі.....	35
2.3 Формули СНіП 2.01.14.83.....	39
2.4 Регіональні методики.....	44
2.5 Методика, яка пропонується для нормування характеристик максимального стоку весняного водопілля для річок басейну річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся	50
3 Статистична обробка рядів максимальних витрат води та шарів стоку..	53
3.1 Найбільш поширені криві розподілу, які застосовуються в гідрології	55
3.2 Методи визначення статистичних параметрів.....	58
3.2.1 Метод моментів.....	
3.2.2 Метод найбільшої правдоподібності.....	62

3.3	Статистична обробка часових рядів максимальних витрат води.....	63
3.4	Статистична обробка та узагальнення за територією максимальних шарів стоку та максимальних снігозапасів на початок весняного водопілля.....	64
3.4.1	Узагальнення за територією шарів стоку весняного водопілля.....	64
3.4.2	Узагальнення максимальних снігозапасів.....	67
3.5	Розрахунок максимальних витрат води і шарів стоку весняного водопілля заданої ймовірності перевищення.....	70
3.6	Оцінка точності початкової інформації по максимальному стоку весняного водопілля.....	71
3.7	Сумарне надходження води у басейні Чернігівського та Новгород- Сіверського Полісся в період весняного водопілля.....	73
4	Обґрунтування параметрів розрахункової методики.....	78
4.1	Визначення характеристик схилового припливу в басейні Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся.....	78
4.1.1	Обґрунтування коефіцієнтів нерівномірності схилового припливу.....	78
4.1.2	Розрахунок та узагальнення за територією тривалості схилового припливу.....	81
4.2	Коефіцієнти стоку весняного водопілля.....	82
4.3	Трансформаційні функції максимального стоку.....	85
4.4	Перевірочні розрахунки.....	90
5	Науково-методичні підходи до врахування глобальних змін клімату при розрахунках максимального стоку річок.....	92
	Висновки.....	99
	Список використаної літератури.....	102
	Додатки.....	105

ВСТУП

Весняне водопілля є найголовнішою фазою водного режиму більшості рівнинних річок в зоні Полісся, під час якої проходить переважна частина загального річного об'єму стоку. Воно є лімітуючим для багатьох галузей економіки (гідроенергетики, водного, комунального, сільського господарства, гідротехнічного та промислового будівництва). З періодом водопілля пов'язуються значні та тривалі затоплення рівнинних територій, пошкодження і руйнування об'єктів господарювання, затоплення сільськогосподарських угідь, населених пунктів. Формування максимального стоку весняної повені відбувається під впливом метеорологічних умов та факторів підстильної поверхні.

Дана магістерська робота присвячена вивченню умов формування та обґрунтуванню методики для визначення максимального стоку весняного водопілля річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся.

Робота виконана на замовлення Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського в рамках договору між Обсерваторією і ОДЕКУ від 04.04.18 № 17-08/708.

Розглядувана територія не належить до паводконебезпечних, але в окремі роки можуть спостерігатись високі повені, тому дослідження процесів формування максимального стоку є важливою та актуальною задачею на сьогоднішній час.

На даній території основну частку річного стоку річок складають талі води, що відіграють величезну роль у формуванні весняного водопілля. Особливо велика увага приділяється дослідженням формування та розрахунку максимальних витрат, шарів, тривалості стоку та гідрографів водопілля. Всі ці характеристики порівняно легко визначити по матеріалам безпосередніх спостережень.

При відсутності спостережень розрахунки їх базуються на вивчені загальних процесів формування весняного водопілля та факторів, що

визначають його характеристики, які враховуються відповідними параметрами розрахункових формул.

Зміни у великомасштабному гідрологічному циклі, а саме: збільшення вмісту водяної пари в атмосфері; зміна режиму, інтенсивності і екстремальних величин опадів; зменшення снігового покриву і широкомасштабне танення льоду; зміни кількості ґрунтової вологи і об'єму стоку та ін. призводять до процесу глобального потепління клімату Землі, що відмічається останніми десятиліттями.

Метою даної магістерської роботи є розробка методики розрахунку максимального стоку для річок басейну Чернігівського Новгород-Сіверського Полісся

У першому розділі наведена фізико-географічна характеристика досліджуваної території, відмічені особливості формування водного режиму річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся, зокрема основні чинники та характеристика весняного водопілля.

Другий розділ присвячений статистичній обробці вихідної інформації по максимальному стоку весняного водопілля та узагальненню отриманих характеристик за територією.

У третьому розділі роботи обґрунтовані параметри регіональної методики для розрахунку максимальних витрат весняного водопілля заданої ймовірності перевищення.

У четвертому розділі обґрунтовуються та узагальнюються параметри розрахункової регіональної методики для визначення максимального стоку весняного водопілля невивчених у гідрологічному відношенні річок.

У п'ятому розділі приводяться науково-методичні підходи до врахування глобальних змін клімату при розрахунках максимального стоку.

Отримані результати докладалися автором магістерської роботи на XV міжнародній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Шевченківська весна– 2017. Географія», V Міжнародній науковій конференції молодих вчених "Екологія, неоекологія, охорона навколишнього

середовища та збалансоване природокористування" ХНУ ім. В.Н. Каразіна, III Міжнародній науковій конференції молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія : актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» ОДЕКУ, 21-23 березня 2018р., де отримала диплом (II місце) за кращу доповідь, наукових конференціях молодих вчених ОДЕКУ (3-13 травня 2017 р.), (2-8 травня 2018 р.) та наукових студентських семінарах. За результатами конференцій опубліковані тези та статті.

Результати магістерської роботи також були представлені на Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт у 2016/2017 н.р. у галузі науки «Цивільна оборона та пожежна безпека» (диплом переможця III ступеня) та 2017-2018 н.р. за спеціальністю „Науки про Землю, гідрометеорологія” – (диплом переможця I ступеня).

Результати роботи використані при складанні звітів з НДР «Розрахункові характеристики гідрологічного режиму річок України» (2013-2017 рр. № д.р. 0113U005797) та «Науково-методична база для встановлення розрахункових характеристик весняного водопілля в басейні Дніпра в умовах мінливості клімату» (2017-2019 рр. № д.р.0117U002424).–витяг з наказу №74.

Отримані результати можуть бути використані для обґрунтування різних водогосподарських заходів, при розробці раціонального використання водних ресурсів річок басейну Десни.

1. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРНІГІВСЬКОГО І НОВГОРОД-СІВЕРСЬКОГО ПОЛІССЯ

1.1 Географічне положення та рельєф

Чернігівське Полісся - це фізико-географічна область зони мішаних лісів, яка простягається від Дніпра на заході до її східної межі, що проходить поблизу гирла р. Ревна (басейн р. Снов), на захід від смт. Холми і Понорниця, с. Оболоння, на схід від смт. Короп та на захід від м. Кролевець. Область розташована в межах Дніпровсько-Донецької западини, що значною мірою зумовило її фізико-географічні особливості (рис.1.1) [1].

Кристалічний фундамент опускається на глибину кілька тисяч метрів і перекритий палеозойськими, мезозойськими та кайнозойськими відкладами. Вище місцевих базисів ерозії залягають палеогенові, неогенові та антропогенні відклади. Останні найчастіше представлені льодовиковими (морена), водно-льодовиковими, алювіальними, озерними, еоловими та лесоподібними відкладами. За характером рельєфу Чернігівське Полісся — акумулятивна низовина зі значними площами сучасних і давніх річкових долин [1,2].

Східна частина Українського Полісся - Новгород-Сіверська є перехідною зоною між лісової та лісостепової областями Середньоросійської височини. В адміністративному відношенні *Новгород-Сіверське Полісся* займає північно-східну частину Чернігівської і північно-західні райони Сумської областей, а на сході його обступають відроги Середньоросійської височини (рис.1.1) [1,2].

За фізико-географічними умовами воно відрізняється від Чернігівського Полісся, оскільки лежить на схилі Воронежського кристалічного масиву, перекритого пермськими, юрськими, крейдовими, палеогеновими й антропогеновими відкладами. У рельєфі Новгород-Сіверського Полісся помітно виділяється правобережжя р.Десни, територія

якого порізана глибокими ярами і балками. На схід від Десни поверхня поступово піднімається і переходить у схили Середньоросійської височини [1,3].



ПІВДЕННИЙ ЗАХІД СХІДНО-ЄВРОПЕЙСЬКОЇ РІВНИНИ

ЗОНА МІШАНИХ ЛІСІВ

Поліський край







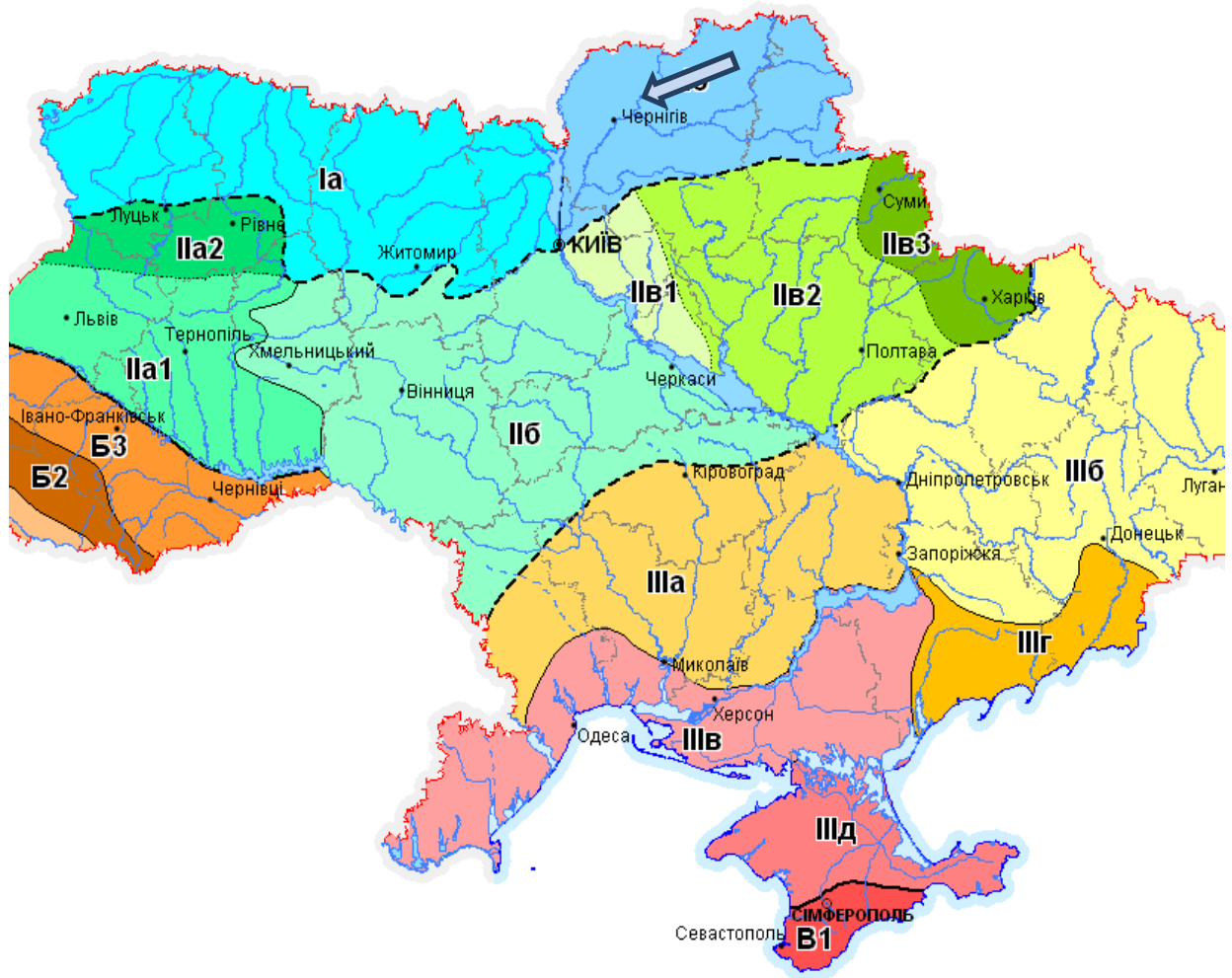
I		Волинське Полісся
II		Житомирське Полісся
III		Київське Полісся
IV		Чернігівське Полісся
V		Новгород-Сіверське Полісся
VI		Мале Полісся

Рис.1.1 – Фізико-географічне районування України [3,7]

В межах двох, описаних вище фізико-географічних областей розташований басейн р.Десна (рис 1.2). Річка Десна - найдовша та друга за

величиною притока Дніпра, яка формує майже 20% від його водного стоку. Довжина річки складає 1130 км. Площа басейну складає - 88 900 тис. км² [1,3].



А. РІВНИННА ЧАСТИНА

І ЗОНА НАДМІРНОЇ ВОДНОСТІ



	Ia	Поліська область надмірної водності
	Iб	Деснянська область надмірної водності

Рис.1.2 – Гідрологічне районування України [3,7]

Річкова система Десни включає понад три десятки річок. У головну річку впадають притоки першого порядку, в них - притоки другого порядку і так далі, Десна разом з притоками утворює Деснянську гідрологічну область,

що охоплює територію Чернігівської і північно-східну частину Сумської областей (рис 1.2) [2,7].

1.2. Ґрунти та рослинний покрив

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.

Основними чинниками, що визначають характеристики ґрунтів, є клімат, характер підстильних порід. Великим є вплив і місцевих особливостей. У цілому поширення ґрунтів відповідає природним зонам [6].

У Поліссі (зона мішаних лісів) переважають дерно-підзолисті ґрунти, що мають здебільшого легкий механічний склад. Зустрічаються також дернові, лучні та болотні ґрунти [1,2].

Основний фон тут складають *дерново-підзолисті* ґрунти різного механічного складу, різного ступеня підзолистості, а як наслідок, і агро виробничої значущості.

Різноманітність ґрунтів пов'язана насамперед з геологічними особливостями області.

Широко поширені в області також сірі лісові ґрунти, що утворилися під впливом листяних лісів і рясного трав'яного покриву. Менш поширені в області заплавні ґрунти (ґрунти заплав річок).

На території області різноманітні ґрунти: від чорноземів до розвіяних пісків (рис. 1.3). На півночі і заході, в умовах вологішого клімату і глибшого промивання, переважають підзолисті ґрунти. На півдні і сході, де опадів менше, — сірі лісові. Підзолисті ґрунти займають приблизно 65% площі області, а сірі лісові — біля 25%.

Для дерново-підзолистих ґрунтів в першу чергу характерна чітка диференціація профілю по алювіально-ілювіальному типу. Верхній

гумусово-алювіальний горизонт потужністю 10-20 (22) см, світло-сірого або буровато-сірого кольору, рихлий, німічно-грудкуватий чи плитчато-комковатий.

Під ним залягає підзолистий горизонт, який у середньо-підзолистих ґрунтах за потужністю менше або дорівнює верхньому; у сильно підзолистих ґрунтах він явно перевершує верхній (опускається до 35-45 см).

Дерново-підзолисті супіщані ґрунти займають переважно вирівняні ділянки території. При супіщаному механічному складі частіше проявляється середня степінь підзолистості.

На території області різноманітні ґрунти: від чорноземів до розвіяних пісків (рис.1.3). На півночі і заході, в умовах вологішого клімату і глибшого промивання, переважають підзолисті ґрунти. На півдні і сході, де опадів менше, — сірі лісові [1,5].

Типові чорноземи добре структуровані ґрунти; структура у них зерниста, водостійка у зв'язку із сприятливим поєднанням хорошої гумусності, а також, що особливо важливо для багатьох властивостей даних ґрунтів, вони володіють високою насиченістю обмінним кальцієм.

Вологозабезпеченість чорноземів зазвичай досить висока: у сприятливі роки в метровому шарі може накопичитися 180-220 мм продуктивної вологи.

Різнманітність ґрунтів пов'язана насамперед з геологічними особливостями області. Широко поширені в області також сірі лісові ґрунти, що утворилися під впливом листяних лісів і рясного трав'яного покриву. Менш поширені в області заплавні ґрунти (ґрунти заплав річок). Досить широко поширені і болотяні ґрунти.

Вони зустрічаються в лісах на заході і частково в центрі області. Зростаючі тут трави і мохи після відмирання дають багато органічної речовини, яка із-за надлишку вологи поволі розкладається і накопичується у вигляді торфу. Торф заготовлюють на добриво, використовують як паливо і хімічну сировину. Дуже цікаві і деякі піщані ґрунти, на яких ростуть соснові ліси (бори) [1].

Територія водозбору Десни, зважаючи на достатньо родючі ґрунти, активно освоєна у сільськогосподарському плані (близько 70% площі басейну в межах України займають орні землі), що призвело до змін у рослинному покриві, зменшення площ суцільних лісів. Найважливішими деревними породами, які застосовують при лісовідновленні є сосна, дуб, ясен, бук, смерека, модрина [2,6].

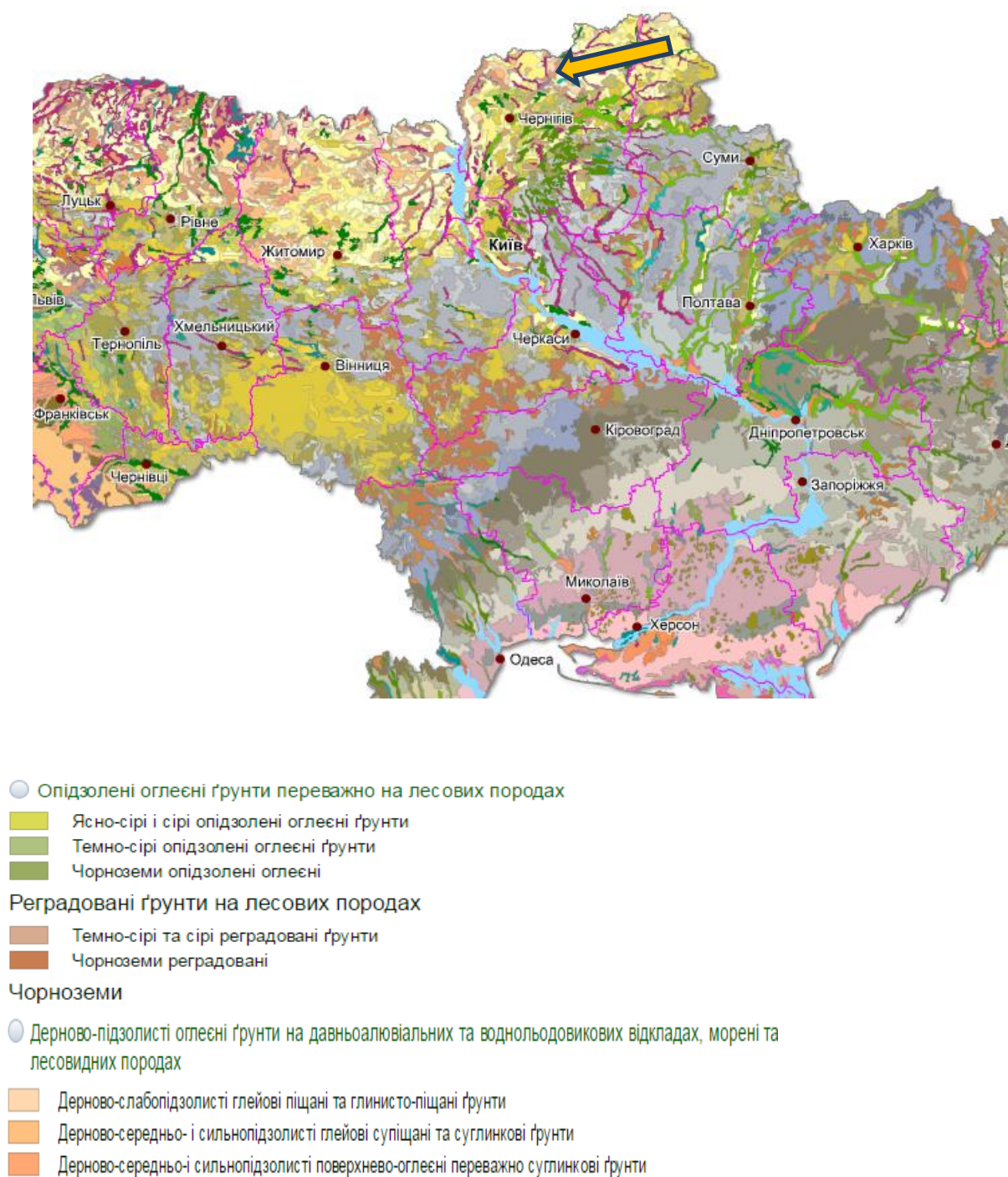


Рис.1.3 – Карта-схема ґрунтів досліджуваної території [4]

Рослинний покрив досліджуваної території, так само як і ґрунтовий, підпорядковується відповідним фізико-географічним закономірностям. Характер та стан рослинного покриву відіграє важливу роль у попередженні ерозії ґрунту, збільшенні шорсткості поверхні, уповільненні швидкості стікання води, переведенні частки поверхневого стоку в підземний. Особливу гідрологічну роль відіграють лісові та болотні ландшафти (рис.1.4) [4].

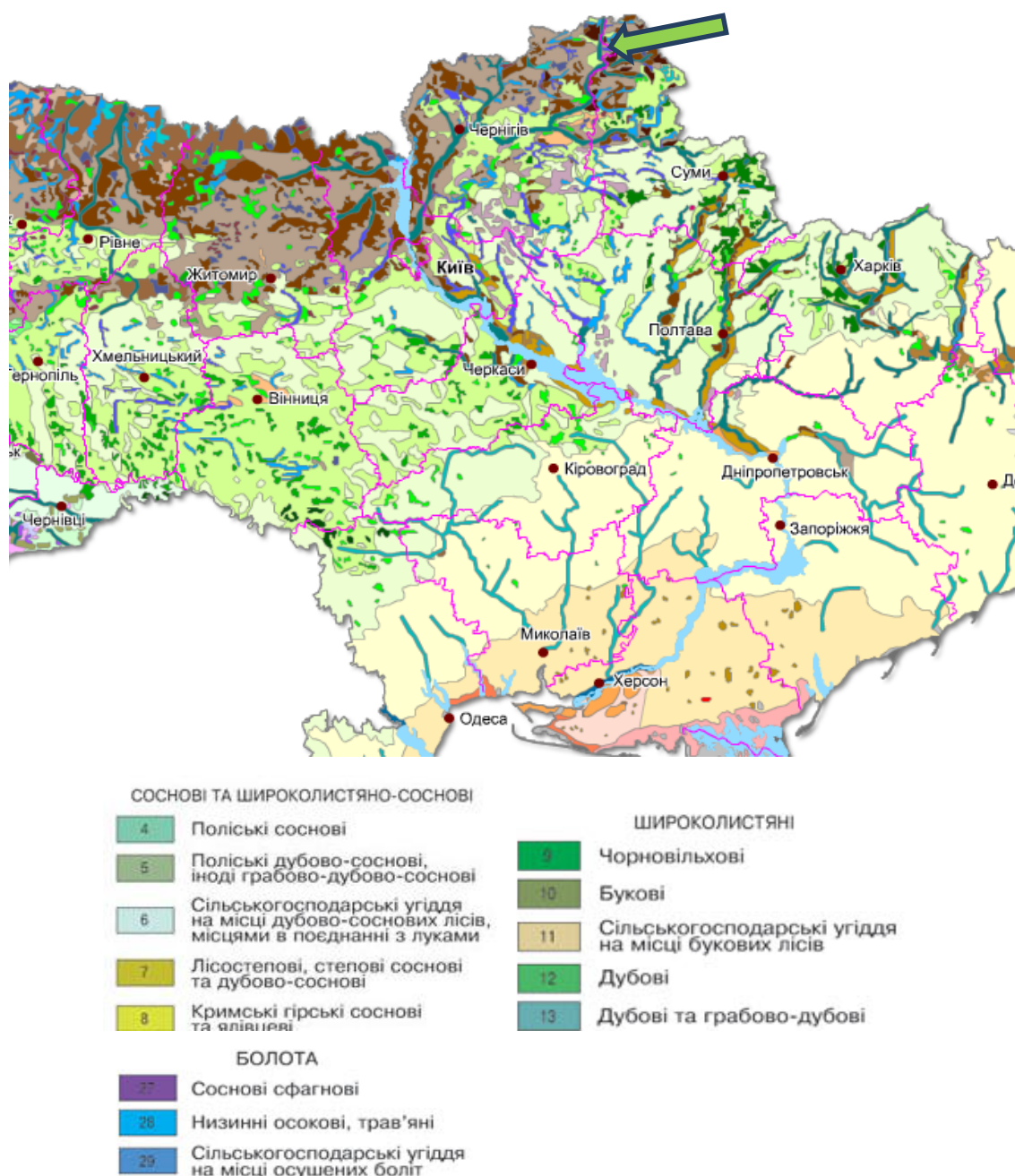


Рис.1.4 – Карта-схема рослинності досліджуваної території [4]

Більша частина лісів широколистяно-лісової зони зосереджена на території Поліської та Середньо-руської підпровінцій. При пануванні одного або декількох видів дерев ліси тут представлені такими формаціями: сосною, дубовою, дубово-сосною, грабово-дубовою, вільховою, грабовою [1].

Якщо загалом у басейні Дніпра в межах широколистяно-лісової зони ліси займають близько 23 % площі, то на досліджуваній території залісеність окремих річкових водозборів змінюється від 1 % до 96 %. Найбільш залісеними є території верхньої та середньої частини басейну Десни. В басейнах її приток - річок Ветьма та Болва залісеність становить 30-61 %, безпосередньо у верхів'ях Десни - 27-40 % [1].

Лісостепова зона займає південно-східну частину Придніпровської низовини. Ліси тут представлені наступними формаціями: дубовою, дубово-грабовою, сосною, дубово-сосною, грабовою та вільховою. На відміну від лісів широколистяної зони, серед них переважають сухі та свіжі гігротопи, вони відіграють важливу ґрунтозахисну і протиерозійну роль.

У басейні річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся лісові масиви представлені переважно дубами та соснами і зосереджені окремими масивами на підвищених елементах рельєфу та других терасах річкових долин. Залісеність змінюється від 4 до 44 % площі водозборів.

Болотні ландшафти по території розміщені нерівномірно. Переважна частина боліт прив'язана до долин річок, перш за все, до їх заплав. Загальне заболочення заплави Десна досягає близько 60 %, що впливає на трансформацію схилового припливу. Середні ж показники заболоченості в басейні Десни змінюються від 1 до 5 %. Заболочені масиви в основному приурочені до долин річок, переважають евтрофні заплавні болота. Більшим є відсоток боліт в басейнах малих приток Десни (до 4-13 % площ водозборів) [1,7].

1.3 Кліматична характеристика

Кліматичні умови (термічний режим, кількість опадів, їхній розподіл у часі тощо) відіграють головну роль у гідрологічному режимі річок.

Дана територія розташована поблизу основних шляхів переміщення циклонів і антициклонів над Європейською територією Російської Федерації і північною частиною України. Зміна хвиль теплого і холодного повітря (особливо помітна в травні), що чергується, створює нестійку погоду, викликає грозові дощі влітку, короткочасну відлигу взимку [1,2].

Дія режиму вітрів, надходження і витрачання сонячного тепла, ступінь і характер хмарності, кількість опадів обумовлюють різноманітність типів погоди на території.

При всій різноманітності типів погоди найбільше число днів взимку доводиться на слабо - і помірно морозну погоду, а влітку - на хмарну (різного ступеню), похмуру і дощову. Окремі календарні роки виділяються то лютою зимою, то посушливим літом.

Згідно метеорологічним показникам, клімат на даній території помірно континентальний - з теплим літом і помірно холодною зимою [1,2].

Клімат Чернігівського Полісся можна схарактеризувати як помірно континентальний, зі значним зволоженням протягом року, великою відносною вологістю та слабкими вітрами. Порівняно із західними областями Чернігівське Полісся вирізняється більшою амплітудою річних температур, нижчими зимовими температурами, більшою тривалістю періоду зі сніговим покривом. Середня річна сума опадів — 500-610 мм опадів обумовлюють різноманітність типів погоди на території. *Кліматичні умови Новгород-Сіверського Полісся* відрізняються від інших поліських областей найбільшою континентальністю рівнинних лісових просторів країни [1].

При всій різноманітності типів погоди найбільше число днів взимку доводиться на слабо - і помірно морозну погоду, а літом — на хмарну (різного ступеню), похмуру і дощову.

Для кліматичної характеристики розглядуваної території прийняті метеорологічні дані по метеостанціям Семенівка, Щорс та Глухів, що рівномірно розташовані по басейну р. Десна та запозичені з Кліматичного кадастру, як кліматична норма 1961 – 1990 рр [1,5].

Температура повітря характеризується рядом показників, які відображають кліматичні особливості місцевості. Річний хід температури повітря майже співпадає з річним ходом надходження сонячної радіації.

Середньорічна температура повітря для цих метеостанцій становить 5,9-6,0 °С, мінімальна вона у січні (-7,3 - 8,1 °С), максимальна у липні (17,1-17,7 °С), (дод А.2, дод А.3) [5].

Абсолютний максимум температури по станціях спостерігається в липні – серпні і коливається в межах 37,0 – 38,0 °С.

Абсолютний мінімум температури спостерігається у січні – березні і має значення від -36,6 до 39,8 °С (дод А.3) [5].

Опади. Основною закономірністю просторового розподілу опадів зумовлено загальними циркуляційними факторами. Опадів в середньому за рік випадає від 550 до 600 мм (дод А.4).

Найбільша місячна сума опадів припадає на липень і становить 88 – 93 мм. Найменше опадів випадає у жовтні – 0-2 мм. Місячна кількість в середньому упродовж року змінюється від 30 до 93 мм. Кількість опадів влітку та восени визначає характер межені і відповідно зволоженість водозборів та водність річок перед початком зими.

Найбільша місячна сума опадів припадає на липень і становить 88 – 93 мм. Найменше опадів випадає у жовтні – 0-2 мм. Місячна кількість в середньому упродовж року змінюється від 30 до 93 мм. Опади 10,0 мм і більше спостерігаються 14-16 днів за рік. Вересень і жовтень – найсухіші місяці теплого періоду. В цей період випадає 45-55 мм опадів.

Вітровий режим обумовлюється атмосферною циркуляцією та характером підстильної поверхні. Для досліджуваної території переважаючими є швидкості вітру 2-4 м/с, Середні місячні швидкості вітру у

листопаді-березні становлять 2,6-3,2 м/с. Максимальна швидкість, зафіксована вимірювальними приладами (флюгер, анемометр) переважно сягає 6,9-7,8 м/с у лютому, мінімальна 1,1- 1,6 у червні (дод А.5) [1,5].

1.4 Особливості водного режиму річок досліджуваної території

Характер водного режиму річок більшою мірою визначається особливостями водопілля, його тривалістю і частковою участю талих вод в річному стоці, що у свою чергу зумовлюється типом живлення річок. Річки розглядуваної території мають змішане живлення, при чому у північній частині території роль талого стоку у формуванні річного стоку значно більша, ніж у південній (рис.1.5) [1,2].

Водний режим річок даної території характеризується досить високим весняним водопіллям, яке може проходити кількома піками, обумовленими нерівномірним таненням снігу або дощами чи низькою літньо-осінньою меженню, що порушується дощовими паводками. Опади у вигляді снігу формують від 40 до 80% річного стоку. Літні дощі або не формують стоку, або їх участь у формуванні останнього дуже незначна, оскільки вода у цей період витрачається на випаровування та фільтрацію.

Таким чином, основна частина стоку формується в період весняного водопілля. Початок весняного водопілля відноситься, зазвичай, до першої-другої декади березня, інколи до другої-третьої декади лютого. Закінчується водопілля у другій декаді квітня, інколи у другій-третьій декаді травня. Тривалість водопілля становить 1,5-2 місяці [1,2].

Максимальні рівні весняного водопілля, як правило, є максимальними річними рівнями води і спостерігаються наприкінці березня – на початку квітня. Інтенсивність підйому рівнів води під час водопілля залежить від водності весни. Високі водопілля формуються під час пізньої весни внаслідок інтенсивного сніготанення достатньо великих снігозапасів та тривалих дощових опадів, що накладаються на основну хвилю талих вод.

Характер водопілля значною мірою визначає розподіл стоку протягом року. У літньо-осінній та зимовий періоди рівні води стійкі, коливання їх незначні [1,5].

Співвідношення снігового і дощового живлення даної території змінюється в різні по водності роки. Стік весняного водопілля в багатоводні роки складає 70-80% річного стоку, в середні по водності роки – 60-70%, а в маловодні 50-60%. У зв'язку з деякою відмінністю в режимі річок виділяють гідрологічні райони.

Для річок Верхньодеснянського і Нижньодеснянського гідрологічних районів характерна висока весняна повінь, така, що проходить двома-трьома піками, обумовленими нерівномірним таненням снігу або дощами. Найвищий рівень весняної повені на великих річках спостерігається в середині квітня, на малих - на початку квітня. Повінь починається на початку - середині березня, а закінчується на малих і середніх річках в середині - кінці квітня, на великих в середині - кінці травня [1,5].

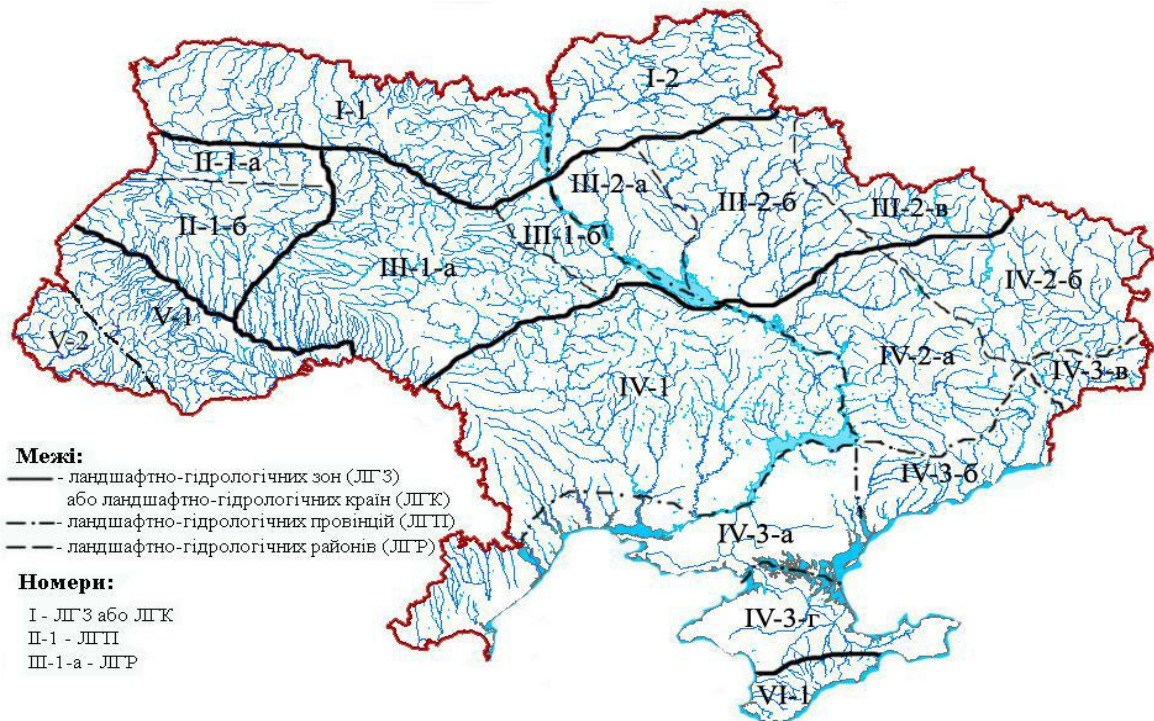


Рис.1.5 – Сучасна карта розташування ландшафтно-гідрологічних провінцій та районів за В.В. Гребінь [6]

У літньо-осінній період мають місце дощові паводки невеликої інтенсивності, тривалість від 5-8 до 10-12 днів [1].

1.5 Гідрометеорологічна вивченість басейну річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся

У басейні р. Десна гідрологічні спостереження ведуться на 46 гідрологічних постах (рис.1.6). Основні гідрологічні характеристики басейну р. Десна наведені у (дод. А.1).

Список гідрологічних постів і періоди, за які приводяться дані спостережень, приведені в (дод. А.1). та (табл.1.1).

Початок гідрологічних робіт на даній території відноситься до 1881 року. В (табл. 1.1) наводяться дані про періоди спостережень за стоком на річках басейну Десни.

По території вони розподілені нерівномірно. З них на головній річці розташовано 4 поста і по 1 посту на річках Ветьма, Болва, Снежеть, Сейм, Реут, Свапа, Полная, Ревна, Клевінь, Навля, Сев, Судость, Неруса, Коста, Тускарь, Усожа, Рожок, Івотка, Єсмань, Сєв, Головесня.

Розподіл постів за довжиною спостережень та за площею водозборів наведений у (табл. 1.1) та (табл 1.2).

З (табл. 1.1) видно, що з 46 гідрологічних постів, на 26 тривалість спостережень перевищує 20 років, а на 11 - перевищує 50 років. Період спостережень на постах складає від 7 (р.Трускарь – х.Вирки) до 87 років (р.Десна – м.Брянськ). В середньому кількість років спостережень – 30-40 років.

Таблиця 1.1 - Розподіл постів за тривалістю спостережень

Кількість років спостережень					Кількість пунктів спостережень	
<10	11-15	16-20	21-50	>50		
2	3	5	26	11	46	Всього
4,4	6,5	10,9	54,3	23,9	100	Відсотки, %

Найбільш тривалий період спостережень відмічений на р.Десна – м.Чернігів (127 років) та р.Головесня – с.Покошичи (76 років), найбільш короткий (15 років) відмічений на р.Неруса – с. Радогощ.

Таблиця 1.2 – Розподіл постів за величиною площі водозбору

Площа водозбору річки, км ²								Кількість пунктів спостережень	
<100	101-500	501-1000	1001-5000	5001-10000	10001-20000	20001-50000	>50000		
6	7	7	18	4	3	2	0	46	Всього
13,0	15,2	15,2	37,0	8,7	6,5	3,4	1	100	Відсотки, %

На даній території переважають малі річки з площею водозбору менше 2000 км². Діапазон площ водозборів коливається від 6,20 км² (лог.Райчик – с.Польова Лукашівка) до 36300 км² (р.Десна – м.Розльоти). Розподіл постів по величині площ водозборів розглянуто в (табл.1.2.)

Найбільша площа водозбору складає 81400 км² на р.Десна–м.Чернігів, найменша 29,5 км² - на р.Головесня – с.Покошичи.

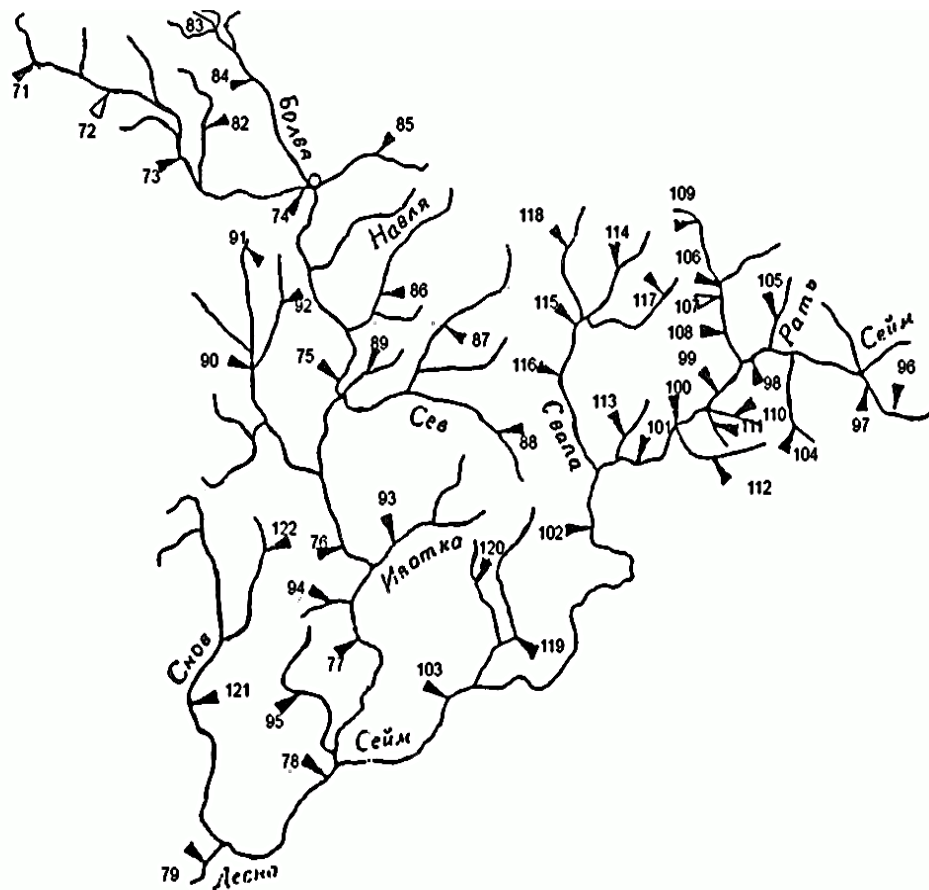


Рис.1.6 – Карта - схема розташування гідрологічних постів на території Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся

Ухили річок вагаються в межах від 0,2‰ (р.Десна-с.Розльоти) до 5,2‰ (р.Головесня – с.Покошичи). Залісення водозборів змінюється від 2% до 44%.

Для дослідження статистичних характеристик максимальних снігозапасів на території Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся були використані дані по максимальних запасах води в сніговому покриві на 40 метеостанціях та постах на території басейну річки Десна. Для метеостанцій та постів від 15 до 127 років (використовувалися дані по метеопостах по 2017 р. включно). Діапазон площ водозборів від 6,2 км² до 81400 км².

Метеорологічні станції, на яких проводяться спостереження за максимальними снігозапасами та опадами, розподілені по території достатньо рівномірно (рис. 1.7).

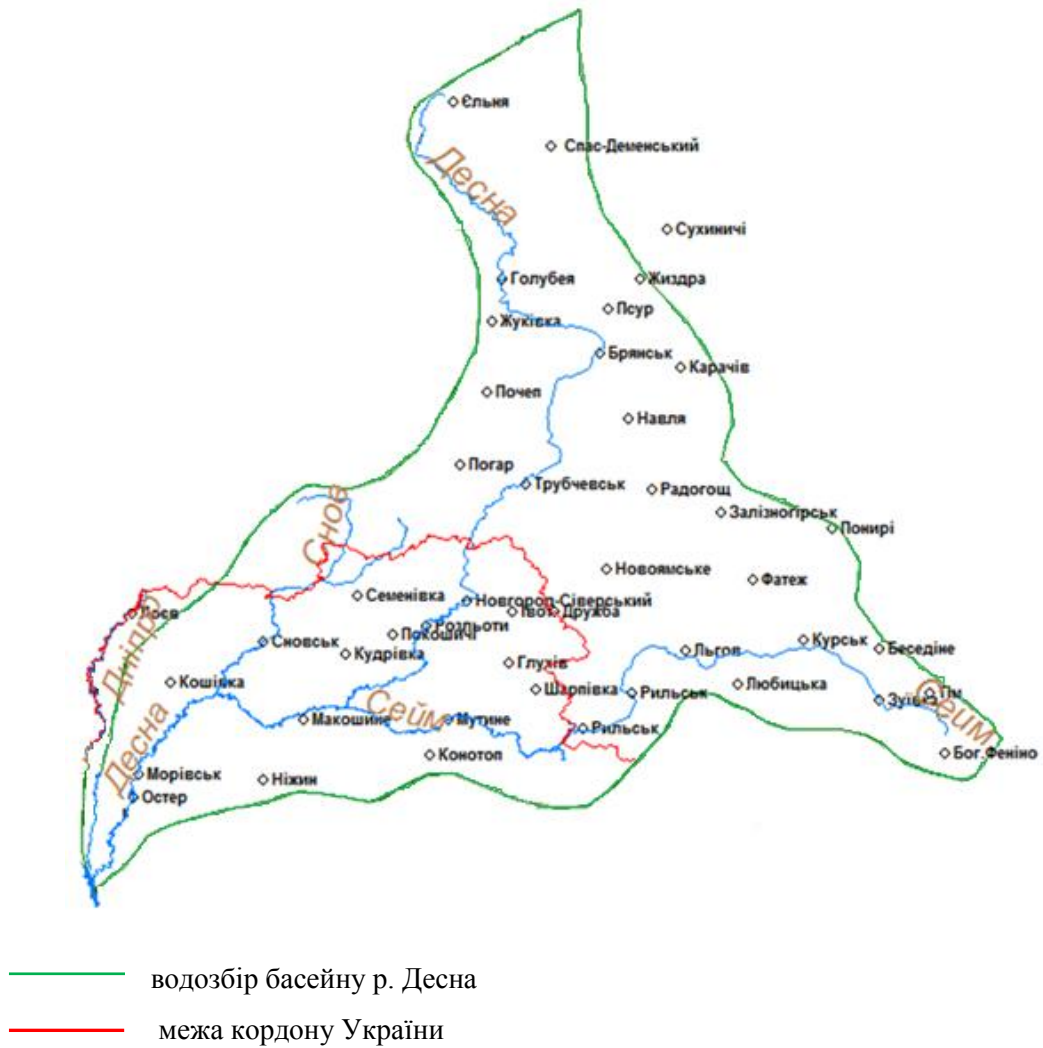


Рис.1.7 – Карта-схема розташування метеорологічних станцій на території Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся

Список пунктів виміру запасів води в сніговому покриві наведено у додатку А (дод. А.6).

2 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ В ОБЛАСТІ РОЗРАХУНКУ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ

Розрахункові формули максимальних витрат весняної повені Соколовський Д. Л. ділить на дві основні групи [9]:

1) редуційні формули, що відображають в явній формі редуцію (зменшення) модулів максимального весняного стоку із збільшенням площі водозбору,

2) об'ємні формули, що виражають максимальну витрату як функцію об'єму повені, її тривалості і геометричної форми.

Редуційні формули максимальних витрат весняної повені засновані на емпірично поміченому факті убуття максимальних модулів весняного стоку із збільшенням площі водозбору і являються серед формул максимальних витрат весняної повені найбільш поширеними. Їх можна розбити на дві підгрупи:

а) емпіричні формули загального вигляду, які відображають зворотну степеневу залежність модулів максимального весняного стоку від одного аргументу – площі водозбору або від багатьох аргументів (багатофакторні емпіричні формули);

б) напівемпіричні формули, що визначають максимальний модуль стоку залежно від максимальної інтенсивності сніготанення, шару і площі водозбору, або часу добігання.

Редуційні формули є однофазовими, оскільки відображають лише одну фазу весняної повені – фазу максимуму.

Об'ємні формули враховують всі фази і хід повені, і редуція максимальних модулів весняного стоку враховується ними в неявному вигляді через тривалість повені.

Всі сучасні методи, формули і розрахункові схеми Гопченко Є.Д. [10] пропонує умовно розділити на дві групи. До першої відносяться ті з них, які

побудовані на основі схематизації схилового і руслового гідрографів. Другу групу складають методи, що опираються на спрощену гідромеханічну теорію формування максимального стоку. І ті, і інші підходи в однаковій мірі застосовні як для весняної повені, так і для дощових паводків.

На практиці при розрахунку максимальних витрат весняної повені найбільше поширення знайшли формули першої групи. Початковим є рівняння, яке витікає з геометричної схематизації гідрографів стоку по нелінійному трикутнику.

2.1 Формули, які спираються на геометричну схематизацію схилового і руслового гідрографа

2.1.1 Редукційні формули

Формули Д. І. Кочеріна. У роботі “Про норми найбільших витрат води для басейнів Європейської частини СРСР за фактичними даними” опублікованої в 1928 р. Д.І. Кочеріна [9] на підставі зібраних з різних джерел даних по максимальним витратам весняних і зливових паводків для 134 пунктів, розробив схему загального ландшафтного районування Європейської території СНД за умовами максимального весняного стоку і рекомендував розрахункові норми максимального весняного стоку у вигляді таблиць модулів залежно від площі водозборів по районам.

Д.І. Кочерін писав, що для всієї межі площ логарифмічний зв'язок між модулями і площами у жодному випадку не є лінійним і не може бути виражена простим рівнянням вигляду:

$$q_{\max} = \frac{A}{F^n}, \quad (2.1)$$

і тому прийняв для аналітичного вираження зв'язку максимальних модулів весняного стоку з площею водозбору степенну формулу вигляду:

$$q_{\max} = \frac{A}{F^n} - B, \quad (2.2)$$

зі змінними параметрами A , B і n по районам.

Норми розрахунку максимального весняного стоку Д.І.Кочеріна відіграли значну роль як в практичних розрахунках, так і в розвитку методів розрахунку максимального весняного стоку в цілому.

Так, наприклад, для Дніпра біля Києва максимальний модуль стоку по нормам Д.І.Кочеріна, складає $0,014 \text{ м}^3/\text{сек}$ з 1 км^2 проти модуля максимального стоку $0,070 \text{ м}^3/\text{сек}$, що дійсно спостерігався в 1931 р., тобто в 5 разів вище. Це обумовлено структурою розрахункової формули Д.І.Кочеріна:

$$q = \frac{A}{f(F)} - B, \quad (2.3)$$

при якій різниця $\frac{A}{f(F)} - B$ стає при більших значеннях F близькою до нуля і навіть від'ємною.

Формула Д. Л. Соколовського 1937 р. Формула, розроблена в 1933-1937 рр. з метою розвинути і уточнити формулу Д.І. Кочеріна, була заснована на узагальненні даних по максимальному весняному стоку приблизно в 600 гідрометричних пунктах на річках Європейської і Азіатської території СНД з періодом спостережень від 5 до 60 років [9].

В результаті аналізу дослідних даних і фізичної сутності явища редукції максимального весняного стоку і з врахуванням невисокої точності вихідних даних була прийнята проста структура редукційної формули степеневого виду:

$$q_{\max} = \frac{k_p A_{\max}}{(F+1)} \delta, \quad (2.4)$$

де $A_{\max,в} = q_{\max}$ при $F \rightarrow 0$ (при $k_p = 1,0$ и $\delta = 1,0$) є максимальним модулем елементарного стоку, або максимальною інтенсивністю водовіддачі з схилів в руслову мережу;

n – кутовий коефіцієнт прямих залежностей $\lg q = f(\lg F)$, або показник степені редукції максимального стоку;

δ – узагальнений коефіцієнт, що враховує зарегульованість максимального стоку під впливом озер, боліт, лісу, карсту і інших акумуляторів стоку;

k_p – коефіцієнт розмірності, рівний одиниці при вираженні A_{\max} , у в $\text{м}^3/\text{сек}$ і рівний 0,28 при вираженні A_{\max} , у в $\text{мм}/\text{годину}$.

Формули Г. А. Алексєєва. З інших редукційних формул розглянемо формулу Г. А. Алексєєва, що має в останній редакції вигляд:

$$q_{\max} = \frac{rP_{\max}}{1 + \frac{p_{\max} L}{hv}}, \quad (2.5)$$

де r – коефіцієнт, який враховує зарегульованість озерами і водосховищами;

P_{\max} – максимальний модуль (або інтенсивність) притоку в руслову мережу зі схилів водозбору;

h – шар паводочного стоку в мм,

L – довжина головного водотоку в км;

v – розрахункова швидкість добігання води по довжині річки, яка визначається в залежності від максимальної витрати Q_{\max} та схилу f по формулі:

$$V = aI^{\frac{1}{3}} Q_{\max}^{\frac{1}{4}} \text{ м/с}, \quad (2.6)$$

де $a=0.15 (20 n)^{-3/4}$ м/с;

n — коефіцієнт шорсткості русла і заплави.

Формула (2.5) є на думку Алексеєва, основною для розрахунку максимальних витрат як весняних повеней, так і дощових паводків. За наявності в басейні боліт і лісів формула (2.6) пишеться у вигляді:

$$q_{\max} = \frac{rP_{\max}}{\delta + \frac{P_{\max} L}{hv}}, \quad (2.7)$$

де

$$\delta = 1 + \alpha(f_l + f_o), \quad (2.8)$$

де f_l – лісистість басейну в долях від площі водозбору;

f_o – заболоченість басейну в долях від площі водозбору;

α - коефіцієнт, який враховує склад лісонасаджень і рівний від одиниці для лісостепової і степової зон до двох для хвойних лісів лісової зони.

Основний параметр формули P_{\max} рекомендується визначати при розрахунках максимальних витрат весняної повені по формулі:

$$P_{\max} = \gamma h, \quad (2.9)$$

де $\gamma = \frac{P_{\max}}{h}$ - названий Алексеєвим коефіцієнтом дружності повені і прийнятий для Європейської території СНД постійним і рівним 0,003 при розмірності P_{\max} в м³/с з 1 км² і 3,0 при розмірності в л/с з 1 км².

Враховуючи, що час добігання $\tau = \frac{L}{v}$ або $\tau = \frac{L}{86.4v}$ діб, формулу (2.5)

можна записати у виді:

$$q_{\max} = \frac{\gamma_p r}{\delta + 86.4 \gamma \tau}. \quad (2.10)$$

2.1.2 Об'ємні формули

Структура об'ємної формули має вигляд при коефіцієнті редукції шару припливу за площею $k_y=1.0$:

$$q_{\max} = \frac{m+1}{m} \frac{Y_{\max}}{T_n}, \quad (2.11)$$

де Y_{\max} – загальний шар припливу води з схилів в руслову мережу;

T_n – основа руслового гідрографу.

Вираження (2.11) є лише одним з редакційних варіантів об'ємної формули. При одномодальній формі руслового гідрографу в загальному випадку :

$$q_{\max} = k_\phi \frac{Y_{\max}}{T_n} \quad (2.12)$$

де k_ϕ – коефіцієнт нерівномірності руслового стоку.

З рівняння (2.11) і (2.12) видно, що:

$$k_\phi = \frac{m+1}{m} \quad (2.13)$$

У подальшому розвитку схема А.В.Огієвського отримала в роботах В.І.Мокляка. В результаті багатолітніх досліджень він для річок України розробив формулу максимальних витрат від талих вод об'ємного типу, яка в остаточному варіанті має вигляд:

$$Q_{\max} = \frac{\delta W}{T_n} = \frac{0.0116 \delta Y_{\max} F}{m t_c + t_k + t_{np}} \quad (2.14)$$

де Q_{\max} – максимальна витрата 3% – вої забезпеченості;

δ – коефіцієнт форми гідрографу;

W – сумарний об'єм стоку;

T_n – тривалість повені.

У формулі В.І.Мокляка перш за все уточнено поняття розрахункової тривалості повені T_n , яка дорівнює сумі:

$$T_n = T_c + t_p + t_{ck} + t_{np}, \quad (2.15)$$

$$T_c + t_{ck} + T_0, \quad (2.16)$$

Тому

$$T_n = T_0 + t_p + t_{np} \quad (2.17)$$

Цікавими також є дослідження В.І.Мокляка в частині розрахунку коефіцієнта форми руслових гідрографів δ (у наших позначеннях k_ϕ) від розміру водозбірної площі. При цьому:

а) при $(t_p + t_{ck}) < 11$ діб:

$$\delta = \frac{2.8}{\sqrt{t_p + t_{ck}}}; \quad (2.18)$$

б) при $(t_p + t_{ck}) > 11$ діб:

$$\delta = 2.8 + 0.05(t_p + t_{ck} - 11); \quad (2.19)$$

в) в діапазоні 1 діб $< (t_p + t_{cx}) < 11$ діб:

$$\delta = 2.8. \quad (2.20)$$

В.І.Мокляк справедливо звернув увагу і на той факт, що в більшості формул облік залісної і заболоченості виробляється через поправочні коефіцієнти безпосередньо до максимальної витрати, а не до параметрів стоку, які в тій чи іншій мірі обумовлені залісністю і заболоченістю.

На цій підставі він розробив рекомендації відносно розрахунку тривалості водовіддачі на занесених і заболочених водозборах в наступному варіанті:

$$T_c(f_n, f_b) = m_c T_c, \quad (2.21)$$

де m_c - емпіричний коефіцієнт, який дорівнює:

$$m_c = 1 + \alpha_n \frac{f_n}{F} + \frac{f_b}{F} \quad (2.22)$$

для листяних лісів $\alpha_n = 0.7$, для хвойних – 1.0.

Формула А.В.Огієвського – В.І.Мокляка рекомендується для практичного використання і зараз, нарівні з методикою СНіП 2.01.14–83 ширшу популярність здобула формула, обґрунтована Д.Л.Соколовським [9]. Рівняння одномодального гідрографа повені він записав у вигляді:

а) для кривої підйому:

$$Q_t = Q_{\max} \left(\frac{t}{t_n} \right)^{m'}; \quad (2.23)$$

б) для кривої спаду:

$$Q_t = Q_{\max} \left(\frac{t_{cn} - t}{t_{cn}} \right)^{n'}; \quad (2.24)$$

де t_n и t_{cn} – час підйому і спаду повені, відповідно.

При інтегруванні (2.23) і (2.24) по t_n и t_{cn} , а також подальші нескладні процедури перетворення приводять до базових рівнянь:

$$q_{\max} = \frac{Y_{\max}}{t_n} f \quad (2.25)$$

та

$$q_{\max} = \frac{Y_{\max}}{T_n} f(1 + \gamma), \quad (2.26)$$

де f – коефіцієнт форми руслового гідрографа:

$$f = \frac{(m'+1)(n'+1)}{(n'+1) + \gamma(m'+1)}, \quad (2.27)$$

$$\text{а } \gamma = t_{cn} / t_n$$

Із зіставленням (2.11), (2.13) і (2.26), видно, що множником $f(1 + \gamma)$ є коефіцієнт нерівномірності руслового стоку k_ϕ в (2.12) або $\frac{m+1}{m}$ – в (2.11).

Найбільш прийнятним є рівняння (2.11), в якому всі параметри визначені і можуть бути порівняно просто отримані по матеріалах гідрологічних станцій і постів, особливо дня весняної повені, коли $k_y = 1.0$.

З цією метою чисельник і знаменник (2.11) помножимо на $(T_0 + T_p)$ та запишемо його у вигляді:

$$q_{\max} = \frac{m+1}{m} \frac{Y_{\max}}{T_0 + t_p} k_n, \quad (2.28)$$

де k_n – є коефіцієнт, обумовлений русло заплавним регулюванням і рівний:

$$k_n = \frac{T_0 + t_p}{T_n} \quad (2.29)$$

Рішення (2.28) досягається шляхом послідовних наближень з накладенням деяких обмежень на k_n , наприклад, $k = 1.0$ при $F \rightarrow 0$.

2.2 Методи, засновані на гідромеханічних теоріях стоку

2.2.1 Генетичні моделі

Модель Бефані А.М. Руслові системи, окрім безпосереднього схилового притоку головної ріки, отримують живлення від різного порядку бічних припливів. Тому диференціальне рівняння стоку за русловою схемою записується таким чином [11]:

$$V_d \frac{\partial \omega}{\partial x} + \frac{\partial \omega}{\partial t} = n_x Q'_t, \quad (2.30)$$

де ω – площа поперечного перерізу русла в площині ізохроні, видаленою на відстань x ;

Q'_t – ординати графіка припливу води зі схилу в руслову мережу;

n_x – число русел, що пересікаються в створі x , причому:

$$n_x = \frac{B_x}{2l} = \alpha B_x, \quad (2.31)$$

де B_x – ширина басейну по ізохроні руслового добігання, відстані, що є функцією, від витoku;

l – довжина схилу;

α – коефіцієнт густоти мережі гідрографії.

Враховуючи (2.31), (2.30) набуде вигляду:

$$V_d \frac{\partial \omega}{\partial x} + \frac{\partial \omega}{\partial t} = \alpha Q'_t B_x, \quad (2.32)$$

Інтегрування (2.32) виконано за таких початкових і граничних умов: $t=0, \omega=0$ і $x=0, \omega=0$. Залежно від співвідношення між часом руслового добігання t_p і тривалістю припливу води з схилів в руслову мережу T_0 . Отримано два основних типу формування максимального стоку – розвиненого, коли $t_p < T_0$ сповільненого, коли $t_p \geq T_0$.

У першому випадку максимальна витрата формується частиною припливу схилу при площі живого перерізу:

$$\omega_{\max} = \alpha \int_{t_{kp}-t_p}^{t_{kp}} Q'_t B_x dt, \quad (2.33)$$

де t_{kp} – час настання максимальної витрати.

Максимальний модуль стоку при цьому є:

$$q_{\max} = \frac{Y_{t_p}}{t_p} k_1, \quad (2.34)$$

де Y_{t_p} – коефіцієнт діючого шару схилового припливу;

k_1 – перший гідрографічний коефіцієнт:

$$k_1 = \frac{\int_{t_{np}-t_p}^{t_{np}} Q'_t B_x dt}{B_{cp} \int_{t_{np}-t_p}^{t_{np}} Q'_t dt}, \quad (2.35)$$

де B_{cp} – середня ширина водозбору по ізохронах руслового добігання.

При сповільненому стоці площа живого перетину, яка обумовлює формування максимальної витрати Q_m , рівна:

$$\omega_{\max} = \alpha \int_0^{T_0} Q'_t B_x dt, \quad (2.36)$$

Максимальний модуль стоку при цьому:

$$q_{\max} = \frac{Y_{\max}}{t_p} k_2, \quad (2.37)$$

де k_2 – другий гідрографічний коефіцієнт:

$$k_2 = \frac{\int_0^{T_0} Q'_t B_x dt}{B_{cp} \int_0^{T_0} Q'_t dt}, \quad (2.38)$$

Зважаючи, що $Y_{t_p} / Y_{\max} = \varphi$, узагальнене рівняння для максимального модуля, об'єднуючи (2.34) і (2.37), запишеться таким чином:

$$q_{\max} = \frac{Y_{\max}}{t_p} \varphi k_{\Gamma}, \quad (2.39)$$

де k_{Γ} – гідрографічний коефіцієнт, який дорівнює k_1 – при $(t_p/T_0) < 1.0$ і k_2 , якщо $(t_p/T_0) \geq 1.0$.

Моделі Огієвського А.В. і Железняка І.А. Виходячи із загальних уявлень про процеси формування поверхневого стоку на основі методу ізохрон руслового добігання, Огієвський А.В. [12] в 1945г. запропонував формули вигляду:

а) при $t_p > T_c$

$$Q_{\max} = \rho \frac{Y_{\max}}{T_c} F_D = \rho Y_{\max} b_D V_D, \quad (2.40)$$

де F_D – дієва площа водозбору;

b_D – середня ширина басейну в рамках дієвої площі водозбору;

ρ – коефіцієнт обліку нерівномірності розвитку басейну;

б) при $1 \text{ діб} < t_p < T_c$

$$Q_{\max} = \rho \frac{Y_{\max}}{T_c} k' F, \quad (2.41)$$

де k' – коефіцієнт обліку нерівномірності добової віддачі;

в) $t_p < 1 \text{ діб}$

$$Q_{\max} = \rho \frac{Y_{\max}}{T_c} k' k'' F, \quad (2.42)$$

де k'' – коефіцієнт обліку нерівномірності усередині добової віддачі, при чому $k'' > 1.0$.

Розвиток теорії формування гідрографів весняної повені на основі схеми Огієвського А.В. здійснювалася Железняком І.А. і його учнями. У своїй концепції Железняк І.А. [12] спирається на один з варіант методу ізохрон і виводить формулу для визначення максимальної середньодобової витрати талих вод:

$$\tilde{Q}_{\max} = 0.0116 K_{M.G.M} Y_{\max} F, \quad (2.43)$$

де Y_{\max} – шар стоку за повінь, а $K_{M.G.M}$ – метеоролого – гідравліко – морфометричний параметр, який дорівнює:

$$K_{M.G.M} = \frac{\varphi}{t_p} \varepsilon_F = \varphi' \varepsilon_F, \quad (2.44)$$

де φ' – трансформаційна функція.

$$\tilde{Q}_{\max} = 0.0116 \frac{Y_{\max} \varphi}{t_p} F \varepsilon_F. \quad (2.45)$$

2.3 Формули СНіП 2.01.14-83

У нормативних документах наводяться методи і практичні прийоми розрахунку основних гідрологічних характеристик, які використовуються при будівничому проектуванні, при наявності даних гідрометеорологічних спостережень достатньої тривалості, при обмежуванні матеріалів спостережень, а також за відсутності спостережень у пунктах проектування.

Нормативні рекомендації зазвичай узагальнюють багаторічний досвід в області теорії і практики гідрологічних розрахунків, накопичений науково-дослідними інститутами та проектними водогосподарськими організаціями.

До розрахункових характеристик в галузі максимального стоку весняних водопіль і дощових паводків відносяться: максимальні витрати води, об'єми та гідрографи стоку.

Положення нормативних документів поширюється на проектування річкових гідротехнічних споруд, залізниць та автомобільних доріг, планування і забудівля населених пунктів, генеральних планів розвитку промислових і сільськогосподарських об'єктів меліоративних систем, водопостачання, здійснення протипаводкових заходів.

При відсутності натурних спостережень над щорічними максимальними витратами води на річках і водотоках розрахункові значення максимумів зазвичай визначаються за формулами, параметри яких повинні відображати загальні і приватні особливості формування повеневого стоку на річках розглянутого району. Для даної мети можуть бути використані загальні та зональні формули, відомі з опублікованої літератури.

Але, незважаючи на загальні теоретичні основи, як це було показано - В. І. Мокляком, ці формули є не рівнозначними, так як їх параметри виведені в різний час за спостереженнями різної тривалості і часто не включають роки з високими повеннями, характеристики яких справляють істотний вплив на числові значення параметрів формул. З огляду на ці міркування, не доцільно рекомендувати до використання розрахункові залежності тих років.

У 1966 р. Держбудом СРСР опубліковані «Вказівки по визначенню розрахункових максимальних витрат талих вод при відсутності гідрометеорологічних спостережень (СН 356-66)», матеріали до яких були підготовлені Державним гідрологічним інститутом під керівництвом О.О. Соколова. Рекомендується розрахункова схема представлена у вигляді (2.46) [1].

Розрахунок максимальних витрат весняного водопілля рекомендується розраховувати за формулою (ф-ла О.О. Соколова):

$$Q_p = \frac{K_0 Y_p}{(F + F_0)^n} F \mu \delta_1 \delta_2 \delta_3, \quad (2.46)$$

де K_0 – коефіцієнт дружності повені, визначається за даними річок-аналогів шляхом зворотних розрахунків;

Y_p – розрахунковий шар сумарного весняного стоку щорічної вірогідності перевищення $P\%$ (встановлюється залежно від коефіцієнта варіації C_v і відношення C_v/C_v цієї величини, а також середнього багаторічного шару стоку Y_{max} , який визначається по річках-аналогах по карті або знаходиться по інтерполяції, мм;

μ - коефіцієнт, що враховує нерівність статистичних параметрів шару стоку і максимальних витрат води (що приймається залежно від розрахункової забезпеченості і географічного положення об'єкту);

$\delta_1, \delta_2, \delta_3$ – коефіцієнти, що враховують зниження максимальних витрат води в залісених, заболочених і зарегульованих (ставками, водосховищами, озерами) басейнах; обчислюються по формулах [13,23]:

$$\delta_1 = \alpha_1 / (1 + f_l)^{n^2}, \quad (2.47)$$

де α – параметр, що приймається по таблиці;

f_l – відносна залісеність, %

При залісеності менше 3% або озерності більше 20%, коефіцієнт δ_1 приймається рівним одиниці.

$$\delta_2 = 1 - \beta \lg(1 + 0.1 f_o), \quad (2.48)$$

де β – коефіцієнт, що приймається по таблиці;

f_o – відносна заболоченість водозбору, %

За наявності внутрішньо-болотяних озер, розосереджених по басейну і розташованих поза головного русла і основних припливів, останні слід включати у відносну площу боліт. При заболоченості менше 3% або при проточній озерності більше ніж 20%, коефіцієнт приймається рівним одиниці. Коефіцієнт озерності обчислюється за формулою:

$$\delta_3 = 1/(1 + cf'_{oz}), \quad (2.49)$$

причому коефіцієнт c (табл. 2.1) приймається залежно від середнього багатолітнього шару весняного стоку Y_{max} наступний:

Таблиця 2.1– Визначення коефіцієнта C

Y_{max} , мм	менш 20	100 та більше	від 99 до 50	від 40 до 20
C	0,4	0,2	0,2-0,3	0,3-0,4

Середній зважений коефіцієнт озерності f_{oz} (%) обчислюється за формулою:

$$f_{oz} = \sum_{i=1}^n (100F_{oz} F_i / F) \quad (2.50)$$

За наявності в басейні озер, розташованого поза головним руслом і основними припливами, значення коефіцієнта δ_3 (табл. 2.2) наступні [6]:

Таблиця 2.2 – Значення коефіцієнта δ_3

F_{oz} (%)	менше 2	більше 2
δ_3	1,0	0,8

Параметри формули (2.46) розраховані по великому фактичному матеріалу, який охоплює майже всю територію колишнього Радянського Союзу.

В цілому, враховуючи те, що структура формули (2.46) в умовах її використання, відрізняється водозапасами та водовіддачою навіть на

невеликих територіях, потребує в значному коректуванні, а параметри цієї формули можуть бути отримані лише в результаті спеціальних опрацювань, слід вважати можливим рекомендувати формулу (2.46) тільки для перевірочних розрахунків [1].

Проте ці формули не рівнозначні, так як їх параметри виведені у різний час за даними спостережень різної тривалості, часто без урахування високих водопіль, характеристики яких надають суттєвий вплив на числові значення параметрів формул.

В дод.Б.1 наведені результати розрахунків максимальних витрат води для невивчених річок весняної повені за формулою О.О. Соколова.

На рис.2.1 представлена порівняння максимальних витрат $Q_{1\%}$, $\text{м}^3/\text{с}$, розрахованих за результатами статистичної обробки станом на 2010р. та максимальних витрат Q_p , $\text{м}^3/\text{с}$, які розраховані за формулою О.О. Соколова.

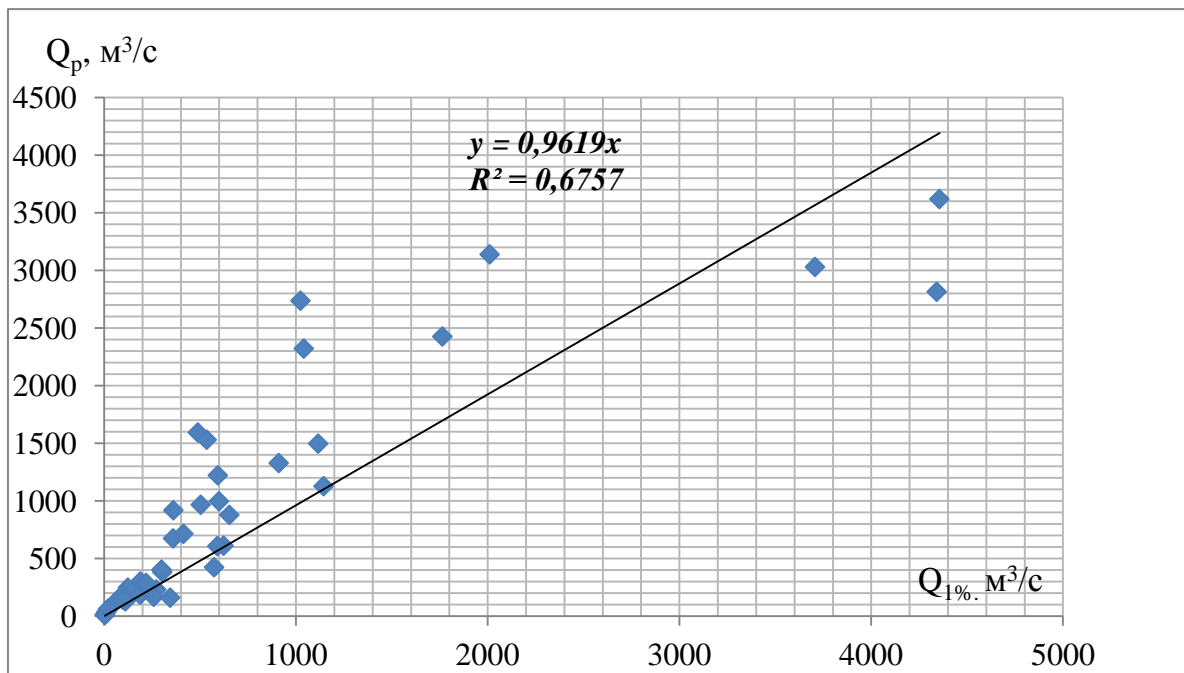


Рис. 2.1. – Порівняння максимальної витрати води Q_p , $\text{м}^3/\text{с}$ розрахованої за формулою О.О. Соколова від максимальної витрати води $Q_{1\%}$, $\text{м}^3/\text{с}$ розрахованої за результатами статистичної обробки станом на 2010 р.

Як добре ілюструє (рис.2.1), розкид точок доволі великий, максимальні витрати води, які розраховані за формулою О.О. Соколова в середньому занижені на 4% результати порівняно з максимальними витратами, які обчислені за результатами статистичної обробки станом на 2010 р., а похибка розрахунків за даною методикою складає $\Delta=\pm 39,3\%$ (дод.Б.1), що при точності вихідної інформації $\sigma=\pm 20,7\%$ (дод.Б.2), є незадовільним результатом (дод.Б.1).

2.4 Регіональна методика

Для досліджуваної території пропонується в якості основної, так звана формула граничної інтенсивності [1]:

$$Q_p = 0,28 a \phi F p r \lambda, \quad (2.51)$$

де Q_p - максимальна срочна витрата ($\text{м}^3/\text{сек}$) ймовірністю перевищення $P\%$;

0,28 – коефіцієнт розмірності;

a_m - максимальна інтенсивність водовіддачі ($\text{мм}/\text{час}$), 1% ймовірності перевищення;

ϕ – коефіцієнт редукції модуля максимальної витрати;

F – площа водозбору, км^2 ;

p - коефіцієнт обліку впливу залісеності, заболоченості, неодноразовість віддачі стоку з басейну;

r – коефіцієнт обліку впливу системи водосховищ;

λ – коефіцієнт ймовірності перевищення максимальних витрат води [1].

Вперше формула (2.51) була опублікована в 1962 р в «Керівництві по гідрологічним розрахункам для річок України» (на укр. мові), потім в 1967 р в монографії «Ресурси поверхневих вод СРСР», т. 6 (Україна і Молдавія),

вип. Поступово параметри формули уточнювали та мали можливість використовувати колишні рекомендації з незначними змінами в зв'язку з визначенням максимальних витрат 1%-вої ймовірності перевищення по новим вихідним матеріалам та більш детальним урахуванням умов формування стоку. Прийняті позначення параметрів та способи їх визначення наступні.

1. Максимальна витрата Q_p відповідає ймовірності перевищення $P\%$ і залежить від коефіцієнта λ ; при $\lambda = 1$ формула (2.51) визначає максимальну витрату основної 1% - вої ймовірності перевищення.

2. Максимальну годинну інтенсивність водовіддачі a_m для основної 1%-ї ймовірності перевищення рекомендується приймати в відповідності з вказівками за таблицею (табл. 81, стор. 222, [1]).

3. Коефіцієнт редуції модуля максимальної витрати φ визначається в залежності від величини τ та відношення $n = \frac{\tau}{t_c}$, де τ – тривалість добігання стоку, t_c – тривалість водовіддачі в добах.

У випадку, коли $n < 1$ ($\tau > t_c$), коефіцієнт φ визначається по форму

$$\varphi = \frac{0,28 + 0,07n}{1 + 2n} \quad (2.52)$$

або приймається по таблиці (табл. 82, стор. 222, [1]).

Якщо співвідношення $n < 1$, але $\tau > 1$ діб, φ підраховується по формулі

$$\varphi = \frac{0,35}{1 + 2n} \quad (2.53)$$

або приймається по таблиці (табл. 83, стор. 222, [1]).

І, нарешті, коли час добігання $\tau < 1$ діб, коефіцієнт редуції слід визначати по формулі

$$\varphi = \frac{t_c}{0,92t_c - 0,24 + (1,94t_c + 5,95)\tau} \quad (2.54)$$

або приймається по таблиці (табл. 84, стор. 223, [1]). Для вельми малих водотоків з $\tau \leq 0,04$ діб (тобто менше часу) $\phi=1$

4. Тривалість добігання хвилі повені τ знаходиться як частка від ділення водотоку L км, вимірної по найбільш довгому притоку від витоку річки (а для малих річок $\tau \leq 1$ діб - від вододільній лінії), на швидкість добігання V км/добу

$$\tau = \frac{L}{V} \quad (2.55)$$

Швидкість добігання хвилі повені в свою чергу визначається по формулі

$$V = aH^{1/3} \quad (2.56)$$

де a – коефіцієнт форми русла та шорсткості його дна та стінок приймається за таблицю (табл. 87, стор. 228, [1]);

H – висота падіння річки від витоку до розрахункового створу, а для малих річок ($\tau < 1$ діб) - від вододілу до розрахункового створу, м.

5. Тривалість водовіддачі від сніготанення (схилового припливу) t_c визначається по карті ізоліній (рис.49, стор. 225 [1]);

6. Коефіцієнт обліку впливу залісеності, заболоченості та неодноразності сніготанення в окремих частинах басейну визначається по формулі

$$\rho = \frac{t_c + \tau}{m t_c + \tau + t_H} \quad (2.57)$$

В свою чергу коефіцієнт m , яким враховується підвищений час водовіддачі t_c за рахунок впливу залісеності та заболоченості, встановлюється по формулі:

$$m = 1 + \alpha \frac{f_L}{F} + \frac{f_B}{F} \quad (2.58)$$

де f_L - площа в басейні, покрита лісом, км²;

f_B – площа під болотами, км²;

α – коефіцієнт, який враховує склад лісних насаджень; для листяних лісів $\alpha=0,7$; для змішаних $\alpha=1,0$.

При обчисленні максимальних витрат дуже малих річок ($\tau \leq 0,1$ діб), в басейнах яких залісеність практично не впливає на зниження максимальних витрат води, слід приймати $\alpha=0$. В межах зміни $0,1 < \tau < 0,25$ коефіцієнт α визначається по інтерполяційній формулі

$$\alpha = 6,67\tau - 0,667 \quad (2.59)$$

7. Тривалість неодночасності віддачі стоку від сніготанення знаходиться по залежності

$$t_{H=} T_H - T_c \quad (2.60)$$

де T_H – умовний час початку віддачі стоку біля витоку річки;

T_c - то ж у низового (розрахункового) створу.

Данні T_H та T_c встановлюються по картограмі (рис. 50, стор.225, [1]).

8. Коефіцієнт обліку зарегулювання (зниження) максимальної витрати водосховищем в басейні визначається за формулою

$$r = 1 - \frac{W_1}{S_1} \left[1 - \left(1 - \frac{f_1}{F} \right)^n \right], \quad (2.61)$$

де W_1 - регулюючий об'єм водосховища, створ греблі якого замикає водозбірну площу f_1 ;

S_1 - стік з водозбірної площі f_1 ;

n – показник степені, приймається для весняних повеней рівним 0,75.

9. Коефіцієнти ймовірності перевищення максимальних витрат води λ приймаються по таблиці (табл. 86, стор. 226, [1]), в якій приведені осереднені значення перехідних коефіцієнтів [1].

Визначивши зазначеним вище шляхом параметри формули (2.51) розраховуємо максимальні витрати води 1 % -вої ймовірності перевищення ($P = 1\%$) при $\lambda = 1,0$.

Формула (2.51) порівняннi з розрахунковою схемою (2.46) має тi переваги, якi враховують всi основнi фактори формування максимальних витрат: гiдрометеорологічні (максимальна iнтенсивнiсть водовiддачi, її тривалiсть, неодночаснiсть снiготанення на значних водозборах та iн.), гiдрографiчні (площа водозбору, довжина рiчки, швидкiсть i час добiгання), ґрунтово - ботанiчні (залiсенiсть i заболоченiсть водозбору, характер ґрунтiв на малих басейнах) i вплив господарської дiяльностi людини (регулююча роль водосховищ, розташованих в басейнi) [1].

Пропонована формула граничної iнтенсивностi для визначення максимальних витрат талих вод у випадку вiдсутностi спостережень була перевiрена по даним статистично оброблених натурних спостережень. В основу перевiрки прийнятi витрати 1 % -вої ймовiрностi перевищення , якi розрахованi за результатами статистичної обробки станом на 2010р.(дод.Б.2).

Збiжнiсть витрат, розрахованих за формулою (2.51) досить непогана. Однак, коефiцiєнти регулювання стоку γ встановлювалися певною мiрою суб'єктивно (через вiдсутнiсть фактичних даних), i тому деякi витрати є наближеними.

Слiд враховувати умовними коефiцiєнти басейнового зарегулювання стоку γ , прийнятi для врахування впливу закарстованостi басейну. Поки не розробленi конкретнi числовi показники поглинання карсту порiд, коефiцiєнти γ повиннi призначатися, погодившись з даними, наведеними в (табл. 87, стор. 231,[1]),.

Коефiцiєнт облiку регулюючого впливу водосховищ доцiльно вводити тiльки у випадках значного регулювання весняного стоку, зазвичай ж вiн приймається рiвним одиницi [1].

В дод.Б.3 наведенi результати розрахункiв максимальних витрат води весняного водопiлля за формулою граничної iнтенсивностi.

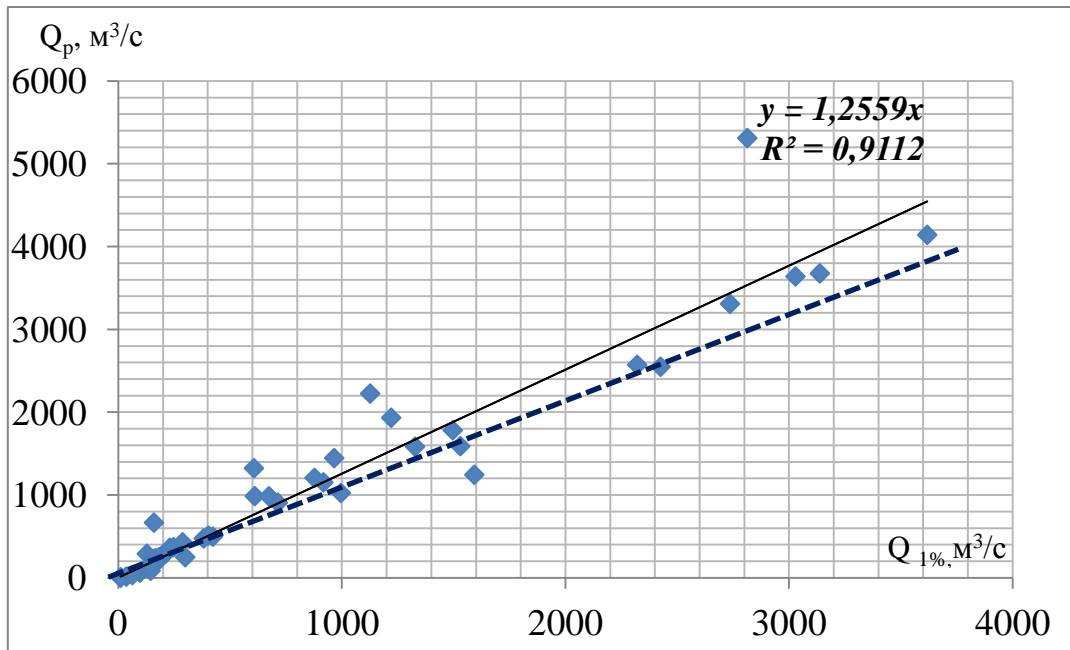


Рис.2.2 – Порівняння максимальної витрати води $Q_p, \text{m}^3/\text{c}$ розрахованої за формулою граничної інтенсивності від максимальної витрати води $Q_{1\%}, \text{m}^3/\text{c}$ розрахованої за результатами статистичної обробки станом на 2010р.

На рис.2.2 представлена залежність максимальної витрати води $Q_p, \text{m}^3/\text{c}$ розрахованої за результатами статистичної обробки станом на 2010 р. від максимальної витрати $Q_{1\%}, \text{m}^3/\text{c}$ розрахованої за формулою граничної інтенсивності.

Розрахунок проведений за формулою (2.51) показав, що максимальні витрати води в цьому випадку будуть завищені в середньому на 25% (рис.2.2), а середнє відхилення розрахункових значень від фактичних для розглядуваної території становить ($\Delta = \pm 46,2\%$), що не дозволяє на сучасному етапі рекомендувати пропоновану методику для визначення максимальних витрат весняного водопілля річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся (дод.Б.3).

2.5 Методика, яка пропонується для характеристик максимального стоку весняного водопілля для річок басейну Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся

У теоретичному плані найбільш обґрунтованим можна вважати описання процесів формування стоку за допомогою руслових ізохрон. Схему ізохрон у загальному вигляді можна представити наступним чином:

$$Q_t = q'_1 f_{t_p} \varepsilon_{t_p} + q'_2 f_{t_{p-1}} \varepsilon_{t_{p-1}} + \dots + q'_{t_p-1} f_2 \varepsilon_2 + q'_{t_p} f_1 \varepsilon_1, \quad (2.62)$$

де q'_i - модулі схилового припливу; t_p - час руслового добігання; f_i - між ізохронні площі; ε_1 - коефіцієнт русло-заплавного регулювання [15].

Формування максимальної витрати залежить від співвідношення між t_p і тривалістю схилового припливу під час повені чи паводку T_0 , а саме:

а) при $t_p > T_0$

$$Q_m = \left(\sum_{t_p} q'_t f_i \varepsilon_i \right)_m; \quad (2.63)$$

б) при $t_p < T_0$

$$Q_m = \left(\sum_{T_0} q'_t f_i \varepsilon_i \right)_m. \quad (2.64)$$

Після перетворень (2.63) та (2.64) можна отримати розрахункову формулу для максимального модуля q_m .

$$q_m = \frac{Y_m}{t_p} \varphi K_\Gamma \varepsilon_F, \quad (2.65)$$

де Y_m - максимальний шар стоку; t_p - час руслового добігання; φ - коефіцієнт повноти схилового припливу; K_Γ - гідрографічний коефіцієнт; ε_F - коефіцієнт русло-заплавного регулювання та водообміну [15, 20].

Вперше структура (2.65) була обґрунтована проф. Бефані А.М., але її недоліком є те, що при $t_p \rightarrow 0$ (тобто на дуже малих водозборах) має місце невизначеність у вигляді $\frac{0}{0}$. Тому Гопченком Є.Д. запропоновано дещо інша структура, а саме [10,19]:

$$q_m = q'_m \psi(t_p/T_0) \varepsilon_F r \lambda_p, (\text{м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2), \quad (2.66)$$

де r - коефіцієнт регулювання максимального стоку озерами, водосховищами та ставками; λ_p - коефіцієнт забезпеченості; ε_F - коефіцієнт русло-заплавного регулювання;

q'_m - модуль схилового припливу, який дорівнює

$$q'_m = 0,28 \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_{1\%}; \quad (2.67)$$

де 0,28 – коефіцієнт розмірності при $q_{1\%}$ з $\text{м}^3/\text{скм}^4$;

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

а) при $t_p < T_0$

$$\psi(t_p/T_0) = 1 - \frac{m+1}{(n+1)(m+n+1)} \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^n, \quad (2.68)$$

б) при $t_p \geq T_0$

$$\psi(t_p/T_0) = \frac{n}{n+1} \frac{T_0}{t_p} \left[\frac{m+1}{m} - \frac{n+1}{m(m+n+1)} \left(\frac{T_0}{t_p} \right)^m \right], \quad (2.69)$$

де n і m – показники степені у рівняннях кривих припливу та ізохрон, відповідно.

На підставі (2.66)

$$\varepsilon_F = \frac{q_m}{q'_m \psi(t_p/T_0)} \quad (2.70)$$

Розрахунковий вираз для q'_m має вигляд:

$$q'_m = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_m, \quad (2.71)$$

де $(n+1)/n$ - коефіцієнт нерівномірності схилового припливу у часі;

T_o - тривалість припливу води зі схилів до руслової мережі;

Y_m – шар стоку весняного водопілля.

Замість (2.71) можна рекомендувати дещо інший її варіант, а саме:

$$q_m = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_o} (S_m + x)\eta, \quad (2.72)$$

де S_m - максимальні снігозапаси на початок весняного сніготанення;

x - кількість опадів від початку сніготанення до закінчення водопілля;

η - об'ємний коефіцієнт стоку.

3 СТАТИЧНА ОБРОБКА РЯДІВ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ І ШАРІВ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ

Відповідно до рекомендацій СНіП 2.01.14.83, статистичну обробку рядів максимальних витрат і шарів стоку виконують з використанням кривих біноміального і трьох-параметричного гамма-розподілу [13].

Основні статистичні характеристики – це середні значення рядів, коефіцієнти варіації і асиметрії розраховують за допомогою методів моментів і найбільшої правдоподібності.

Розрахунок максимальних витрат води та шарів стоку весняного водопілля заданої ймовірності перевищення. При відомих значеннях статистичних параметрах витрати і шари стоку заданої забезпеченості при використанні біноміальної кривої розподілу визначаються по формулах:

$$Q_p = Q_m [1 + C_n \Phi(P, C_n)] , \quad (3.1)$$

або

$$Y_p = Y_m [1 + C_n \Phi(P, C_s)] . \quad (3.2)$$

Відповідно для трипараметричного гамма-розподілу:

$$Q_p = k_p Q_m , \quad (3.3)$$

або

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

де k_p - модульні коефіцієнти, які вибирають з таблиці залежно від співвідношення C_s/C_v , заданої забезпеченості $P_{1\%}$ і коефіцієнта варіації C_v [10,14].

За формулами (3.3) и (3.4) розраховуються витрати і шари стоку заданої забезпеченості (дод.В.1, дод.В.2). Значення середніх максимальних витрат води коливаються у межах від 3,0 до 1810 м³/с, а середніх максимальних шарів стоку – від 32 до 114 мм.

Оцінка точності вихідних даних по максимальному стоку. Для об'єктивної оцінки точності обчислення максимальних витрат різної

вірогідності перевищення ($Q_{1\%}$) необхідно визначити їх середню квадратичну похибку [16].

Середня квадратична похибка квантилів, визначених за допомогою кривої Пірсона III типу, виходячи з двох перших вибірових статистичних моментів і заданого співвідношення між коефіцієнтами варіації і асиметрії за методикою Г. А. Алексєєва

$$\sigma_{Q_{1\%}} = \frac{100}{Q_{P_{1\%}}} \sqrt{(1 + C_v \Phi_{1\%})^2 \frac{C_v^2 \bar{Q}_m^2}{n} + \left(\Phi_{P_{1\%}} + C_s \frac{d\Phi_P}{dC_s} \right)^2} \times C_v^2 \bar{Q}_m^2 \left(\frac{C_v^2}{n} + \frac{1 + 0.75 C_s^2}{2n} - \frac{C_v C_s}{n} \right), \quad (3.5)$$

де n – кількість років спостережень, $\frac{d\Phi_P}{dC_s}$ – похідна, що приблизно може бути обчислена за формулою

$$\frac{d\Phi_P}{dC_s} = \frac{\Phi(P, C_s + \Delta C_s) - \Phi(P, C_s)}{\Delta C_s}. \quad (3.6)$$

За допомогою сусідніх значень $\Phi(P, C_s)$ и $\Phi(P, C_s + \Delta C_s)$ в таблиці нормованих квантилів кривої Пірсона III типу для гамма-розподілу при використанні методу моментів середньоквадратичну похибку квантилів визначають по формулі [15,16]:

$$\sigma_{Q_P} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{k_P^2 + \frac{1 + 3C_v}{2} \left(\frac{dk_P}{dC_v} \right)^2}. \quad (3.7)$$

У випадку використання метода найбільшої правдоподібності:

$$\sigma_{Q_P} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{k_P^2 + \frac{3}{2C_v + 3C_v^2} \left(\frac{dk_P}{dC_v} \right)^2}. \quad (3.8)$$

Тут y , C_v – параметри розподілу; k_p – нормована ордината кривої розподілу ймовірністю перевищення P в %; $\frac{dk_p}{dC_v}$ – похідна, яка приблизно обчислюється за таблицями ординат розподілу [16].

С.Н. Крицький и М.Ф. Менкель розробили номограми для визначення відносної стандартної похибки квантилів трипараметричного гама-розподілу

($E_\sigma = \frac{\sigma_{Q_p} \sqrt{n}}{Q_p}$) з встановленими відношеннями $C_s = C_v, 3C_v, 4C_v$. Таким

чином, визначивши величину E_y по номограмі, знайдемо відносну середньоквадратичну похибку квантилів Q_p по формулі [13]:

$$\frac{\sigma_{Q_p}}{Q_p} = \frac{E_\sigma}{\sqrt{n}} 100, \quad (3.9)$$

По формулі (3.9) розраховуються середньоквадратичні похибки 1%-ого квантиля $Q_{1\%}$ вихідних рядів максимальних витрат. Середньоквадратична похибка вихідної інформації складає ($\sigma = \pm 20,7\%$) (дод.Б.2.).

3.1 Найбільш поширені криві розподілу, які застосовуються в гідрології

Крива біноміального розподілу Пірсона III типу. Якщо початок відліку біноміальної кривої поєднати з модою, то її рівняння запишеться у вигляді

$$f(x) = y_0 e^{-x/a} (1 + x/a)^{a/d}, \quad (3.10)$$

де a – відстань від початку кривої до моди;

d – радіус несиметричності; y_0 – модальна ордината.

Параметри рівняння (3.1) пов'язані з центральними моментами розподілу, причому:

$$a + b = 2\beta_2/\beta_3, \quad (3.11)$$

де β_2 і β_3 – відповідно другий та третій центральні моменти.

З (3.11) простими перетвореннями можливо отримати одне з важливих властивостей біноміального розподілу, яке визначає область його застосування. Для цього β_2 та β_3 виразимо через статистичні параметри m_x , C_v і C_s . Приймаючи до уваги, що $\beta_2 = \sigma_x^2$, а $C_v = \sigma_x / \sqrt{m_x}$, запишемо

$$\beta_2 = C_v^2 m_x^2. \quad (3.12)$$

Третій центральний момент пов'язаний з коефіцієнтом асиметрії C_s і середнім квадратичним відхиленням, звідки:

$$\beta_3 = C_s \sigma_x^3 = C_s C_v^3 m_x^3. \quad (3.13)$$

Підставляючи (3.12) і (3.13) в (3.214), отримуємо:

$$a + d = 2C_v^4 m_x^4 / (C_s C_v^3 m_x^3) = 2C_v m_x / C_s. \quad (3.14)$$

В загальному вигляді $a + d = m_x - x_{\min}$ можна записати :

$$m_x - x_{\min} = 2C_v m_x / C_s \quad (3.15)$$

або

$$C_s = 2C_v / (1 - k_{\min}), \quad (3.16)$$

де $k_{\min} = x_{\min} / m_x$ – модульний коефіцієнт мінімального значення ряду. При цьому необхідно розглянути три можливих випадки: 1) найменше значення ряду $x_{\min} = 0$, 2) $x_{\min} > 0$ і 3) $x_{\min} < 0$. В першому випадку $C_s = 2C_v$, в

другому – $C_s > 2C_v$ і в третьому – $C_s < 2C_v$. Третій випадок суперечить природі стокових рядів, які мають фізичну межу нуля, а тому біноміальна крива може використовуватися лише при $C_s \geq 2C_v$.

Крива трипараметричного гамма – розподілу С.Н.Крицького і М.Ф.Менкеля [16]. Дана крива представляє загальніший випадок розподілу, що задовольняє стоковим рядам при будь-яких співвідношеннях C_s і C_v . Така властивість трипараметричного гамма – розподілу виключає область негативних значень при екстраполяції емпіричних кривих забезпеченості в нижній частині. Відмічена універсальність досягається за рахунок заміни ознаки розподілу x через нову змінну z :

$$z = bx^c, \quad (3.17)$$

де b і c – параметри функції.

При $C_s = 2C_v$ криві Пірсона III типу і трипараметричного розподілу співпадають, причому новий закон називається гамма – розподілом і описується рівнянням виду:

$$f(z) = \alpha^\alpha z^{\alpha-1} e^{-\alpha z} / \Gamma(\alpha), \quad (3.18)$$

де α – параметр, рівний $1/C_v^2$, а $\Gamma(\alpha)$ – гамма – функція, або інтеграл

Ейлера другого роду:

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} z^{\alpha-1} e^{-z} dz. \quad (3.19)$$

Відмінності (3.18) і (3.10) при $C_s = 2C_v$ пояснюються лише тим, що при виведенні рівняння (3.10) відлік ведеться не від модального значення, а від початку кривої розподілу, тобто при цьому ознака розподілу завжди знаходиться в області позитивних значень.

При C_s , який відрізняється від $2C_v$, (3.18) перетворюється у рівняння трипараметричного гамма-розподілу:

$$f(z) = \alpha^\beta z^{\alpha-1} e^{-\beta z} / \Gamma(\alpha). \quad (3.20)$$

Параметри β і α пов'язані з параметрами C_v та C_s

$$\alpha = 4 / C_{vz}^2 \quad \text{і} \quad \beta = 2 / (C_{sz} C_{vz}). \quad (3.21)$$

При $\alpha = \beta$, що відповідає $C_s = 2C_v$, рівняння (3.21) зводиться до (3.18).

Основні гідрологічні характеристики – середні значення рядів \bar{Q}_m, \bar{Y}_m , коефіцієнти варіації C_v та асиметрії C_s , а також коефіцієнт автокореляції $R1$, розраховують за допомогою методів моментів і найбільшої правдоподібності.

3.2 Методи визначення статистичних параметрів

3.2.1 Метод моментів

Виділяють: початкові, центральні і абсолютні моменти.

Початковим моментом s – го порядку α_s дискретної випадкової величини X є сума:

$$\alpha_s = \sum_{i=1}^n x_i p_i. \quad (3.22)$$

Для неперервної випадкової величини сума (3.13) виражається через інтеграл

$$\alpha_s = \int_{-\infty}^{\infty} x^s f(x) dx. \quad (3.23)$$

Якщо прийняти $s = 1$, то (3.22) буде мати вигляд:

$$\alpha_1 = m_x = \sum_{i=1}^n x_i p_i. \quad (3.24)$$

Центральним моментом s – го порядку β_s дискретних випадкових величин називається математичне очікування:

$$\beta_s = \sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^s p_i. \quad (3.25)$$

Для емпіричного розподілу, замість m_x використовується \bar{x} , а

$$\beta_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^s. \quad (3.26)$$

При $s = 1$

$$\beta_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{x} = 0, \quad (3.27)$$

т.б. перший центральний момент дорівнює нулю.

При $s = 2$

$$\beta_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2. \quad (3.28)$$

Другий центральний момент характеризує розсіювання випадкової величини відносно середнього і носить назву дисперсії D_x .

Квадратний корінь з дисперсії, який співпадає по розмірності з ознакою вихідної величини, називається середнім квадратичним відхиленням, або стандартом:

$$\sigma_x = \sqrt{D_x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}. \quad (3.29)$$

Другий центральний момент має негативний зсув (систематичне заниження). Для його усунення в (3.29) вводиться поправка $\delta = \sqrt{n/(n-1)}$, з врахуванням якої отримують загальніше вираження

$$\sigma_x = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2\right) / (n-1)}. \quad (3.30)$$

Для порівняння мінливості різномасштабних випадкових величин застосовують безрозмірний параметр σ_x / \bar{x} , що отримав назву коефіцієнта варіації, або мінливості:

$$C_v = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2\right) / [x^2(n-1)]} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^2\right) / (n-1)}, \quad (3.31)$$

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

При $s = 3$

$$\beta_3 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3. \quad (3.32)$$

Третій центральний момент характеризується мірою несиметричності (асиметрії) розподілу випадкової величини відносно математичного очікування. Будучи непарним, третій центральний момент може бути як позитивним, так і негативним. Якщо $\beta_3 = 0$, то крива стає симетричною [18].

Нормування β_3 через σ_x^3 дозволяє отримати безрозмірний параметр статистичного розподілу, який називається коефіцієнтом асиметрії:

$$C_s = \beta_3 / \sigma_x^3 = \left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \right] / (n\sigma_x^3). \quad (3.33)$$

Якщо винести за дужку \bar{x}^{-3} і розділити на цю величину чисельник і знаменник (3.34), отримаємо:

$$C_s = \left[\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^3 \right] / (nC_v^3). \quad (3.34)$$

Як і C_v , параметр C_s є зсуненою оцінкою. У простому випадку негативний зсув може бути усунена шляхом введення в (3.35) поправки, запропонованою Є.Г. Блохіновим: $\delta_{C_s} = n^2 / [(n-1)(n-2)C_v^3]$. З врахуванням цього:

$$C_s = \left[n \sum_{i=1}^n (k_i - 1)^3 \right] / [(n-1)(n-2)C_v^3]. \quad (3.35)$$

Абсолютні моменти діляться на початкові і центральні. З практичної точки зору найбільший інтерес представляють абсолютні центральні моменти:

$$\gamma_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|^s. \quad (3.36)$$

Перший абсолютний момент (при $S=1$) відповідає середньому арифметичному відхиленню, яке в гідрології вельми широко застосовується як міра розсіювання випадкових величин відносно розрахункових і прогнозних залежностей:

$$\gamma_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|. \quad (3.37)$$

3.2.2 Метод найбільшої правдоподібності

Розрахунок статистичних параметрів методом найбільшої правдоподібності, на відміну від методу моментів, є складнішим. Тому в цілях спрощення загальної схеми Є.Г.Блохінов запропонував спочатку обчислювати статистики [18]:

$$\lambda_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (3.38)$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lg k_i, \quad (3.39)$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_i \lg k_i. \quad (3.40)$$

Як видно з рівняння (3.38), статистика λ_1 повністю збігається з середнім арифметичним значенням \bar{x} в методі моментів. Коефіцієнти мінливості C_v і асиметрії C_s встановлюються по спеціально складених для цієї мети номограмах [13].

Метод найбільшої правдоподібності рекомендується для визначення параметрів, коли використовується крива трипараметричного гамма-розподілу, а також заслуговує на перевагу при $C_v > 0,5$.

3.3 Статистична обробка часових рядів максимальних витрат води

Середні значення рядів \bar{Q}_m , коефіцієнти варіації C_v і асиметрії C_s , а також коефіцієнт автокореляції R_1 , розраховані за допомогою методів моментів і найбільшої правдоподібності, приведені в (дод.В.3).

Аналіз отриманих величин показує, що значення середніх максимальних витрат води річок коливаються у межах 3,0 – 1810 м³/с, причому мінімальне значення спостерігається для пункту лог.Райчик-с.Польова Лукашівка, а максимальне – р.Десна-м.Чернігів (дод.В.3).

Розрахований за методом моментів параметр C_v змінюється від 0,43 (р.Болва-с.Псурь) до 1,14 (р.Клевень-с.Шарповка); C_s – від 0,12 (р.Навля -с.мт. Навля) до 3,02 (р.Клевень-с.Шарповка); коефіцієнт автокореляції R_1 належить проміжку $[(-1,00) - 0,60]$. За методом найбільшої правдоподібності мінімальне значення коефіцієнту варіації C_v складає 0,43 (р.Болва-с.Псурь), максимальне – 1,20 (р.Клевень-с.Шарповка); середнє значення відношень C_s/C_v приймається рівним 2,5 (дод.В.3).

Середнє максимальне значення шарів стоку –114 мм спостерігається у пункті р.Тускарь-х.Вирки – 32 мм (р.Соля - с.Мальцево). Розрахований за методом моментів параметр C_v змінюється від 0,31 (р.Десна - с.Разльоти) до 0,89 (лог.Мересьє - х.Алексіївський); C_s – від 0,18 (р.Сєв - с.Ново-Ямське) до 2,26 (р.Клевень - с.Шарпівка); коефіцієнт автокореляції R_1 належить проміжку $[(-1,00) - 0,54]$. За методом найбільшої правдоподібності мінімальне значення коефіцієнту варіації C_v складає 0,30 (р.Десна - с.Разльоти), максимальне – 0,94 (р.Клевень - с.Шарпівка); середнє значення відношень C_s/C_v приймається рівним 3,0 (дод.В.4).

3.4 Статистична обробка та узагальнення за територією максимальних шарів стоку та максимальних снігозапасів на початок весняного водопілля

3.4.1. Узагальнення за територією шарів стоку весняного водопілля

Середні значення рядів \bar{Y}_m, \bar{S}_m , коефіцієнти варіації C_v і асиметрії C_s , а також коефіцієнт автокореляції R_1 , розраховані за допомогою методів моментів і найбільшої правдоподібності, приведені в (дод.А.6, дод.В.4).

Існує два підходи по узагальненню шарів стоку в просторі: районування або картування. Приступаючи до картування необхідно виключити можливий вплив місцевих чинників таких як: залісеність, заболоченість або закарстованість водозборів [20,21].

Водозбори річок, які протікають в межах Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся мають значну залісеність. Оскільки розподіл тепла та вологи в умовах рівнини визначається широтним положенням об'єктів, спочатку досліджується залежність $Y_{1\%}$ від широти геометричних центрів тяжіння водозборів. Зв'язок просліджується добре та вказує на збільшення $Y_{1\%}$ в напрямку з півдня на північ. Описати її можна рівнянням лінійного типу:

$$Y_{1\%} = a\omega + b_\omega\omega_0 \quad (3.41)$$

де b_ω - тангенс кута нахилу лінії зв'язку до осі абсцис, який дорівнює 24,76.

Оскільки досліджувана територія знаходиться в обмеженому діапазоні широт, то це рівняння доцільно представити у вигляді:

$$Y_{1\%} = a\omega_o + 24,76(\omega - 50^\circ) \quad (3.42)$$

де ω_o – умовна величина, яка відповідає широті, приблизно середній для району (50° пн.ш), а ω_o – наведене до цієї умовної широти значення шарів стоку ,тобто $a\varphi_o = Y\varphi_o$.

Після приведення значень $Y_{1\%}$ до єдиної широти було досліджено можливий вплив залісеності та заболоченості. У басейні річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся значущим виявився лише вплив залісеності (рис.3.1), яка знаходиться в межах від 2% до 44% (дод А.1).

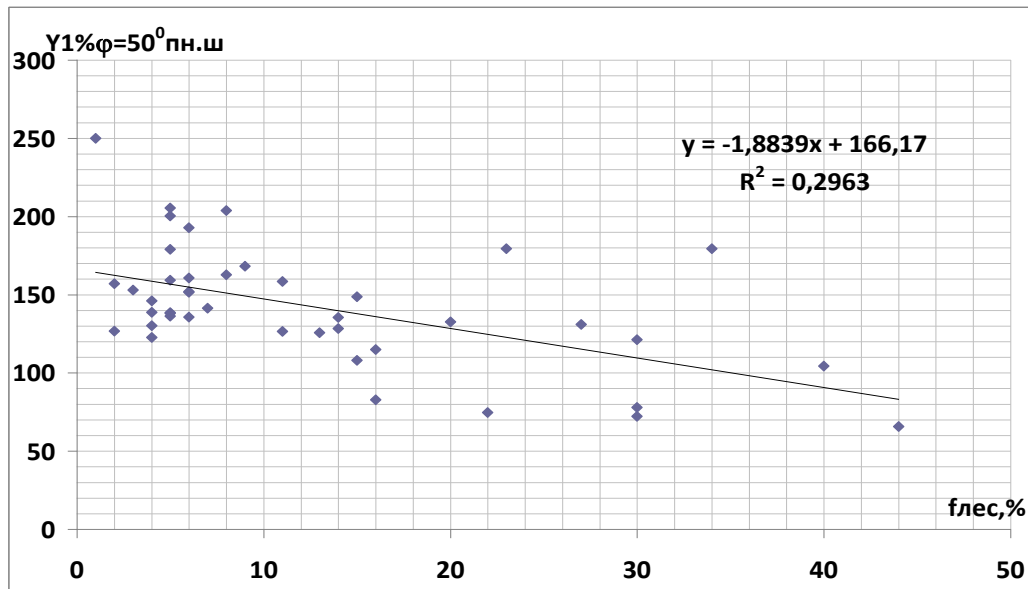


Рис. 3.1- Зміна шарів стоку весняного водопілля $Y_{1\%.\phi=50^\circ}$ в залежності від залісеності водозборів $f_{л}$

Після приведених даних до нульової залісеності знову побудовано залежність від широти центрів тяжіння водозбору (рис 3.2), яка має вельми значущий коефіцієнт кореляції і є підставою для побудови карти.

Тому було прийняте рішення побудувати карту шару стоку весняної повені з урахуванням коефіцієнту впливу лісу $k_{л}$:

$$k_{л} = 1 - 0,011f_{л}, \quad (3.43)$$

$f_{л}$ – залісеність у %.

Побудована карта шару стоку весняного водопілля представлена на (рис 3.3). Ізолінії були проведені через 50мм. Шари стоку зменшуються з півночі на південь від 450мм до 150 мм, що відповідає географічній зональності [22].

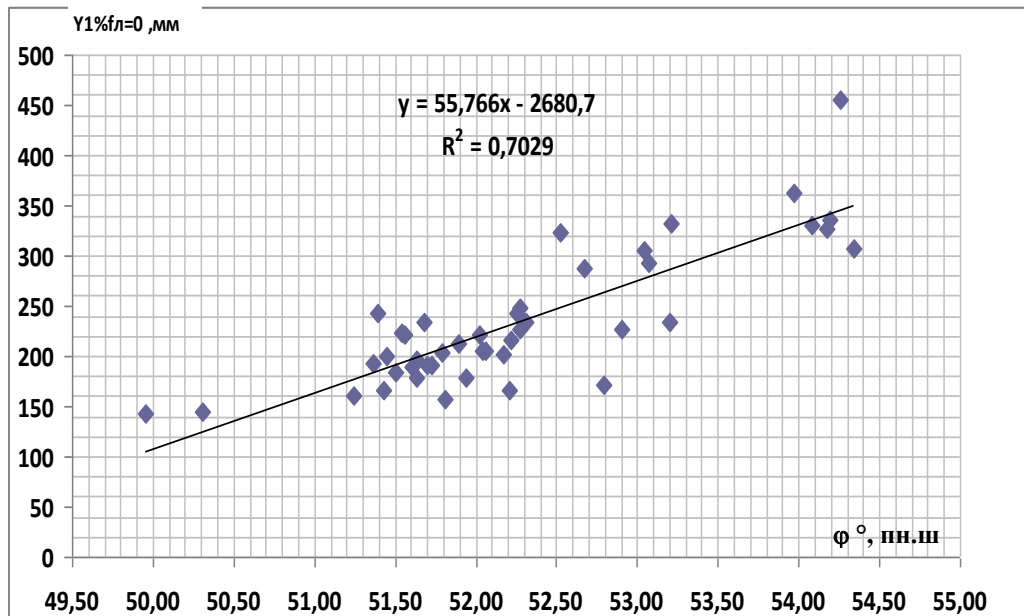


Рис.3.2- Зміна шарів стоку венсяного водопілля $Y_{1\%(\phi=50^\circ)fl=0}$ в залежності від широти центрів тяжіння водозборів ϕ°

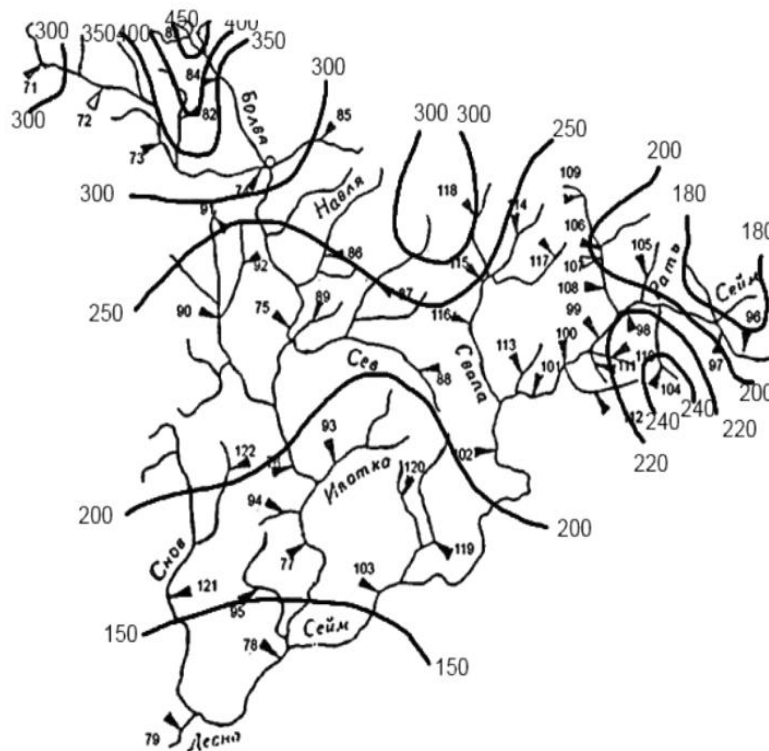


Рис.3.3 – Карта ізолій максимального шару стоку весняної повені $Y_{1\%fl=0}$, мм в басейні річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся

3.4.2 Узагальнення максимальних снігозапасів

Після виконання стандартної статистичної обробки (дод.В.3) встановлено залежність середньобагаторічних максимальних запасів води в сніговому покриві S_m від географічної широти пунктів виміру снігозапасів, які збільшуються при збільшенні широти (рис.3.4).

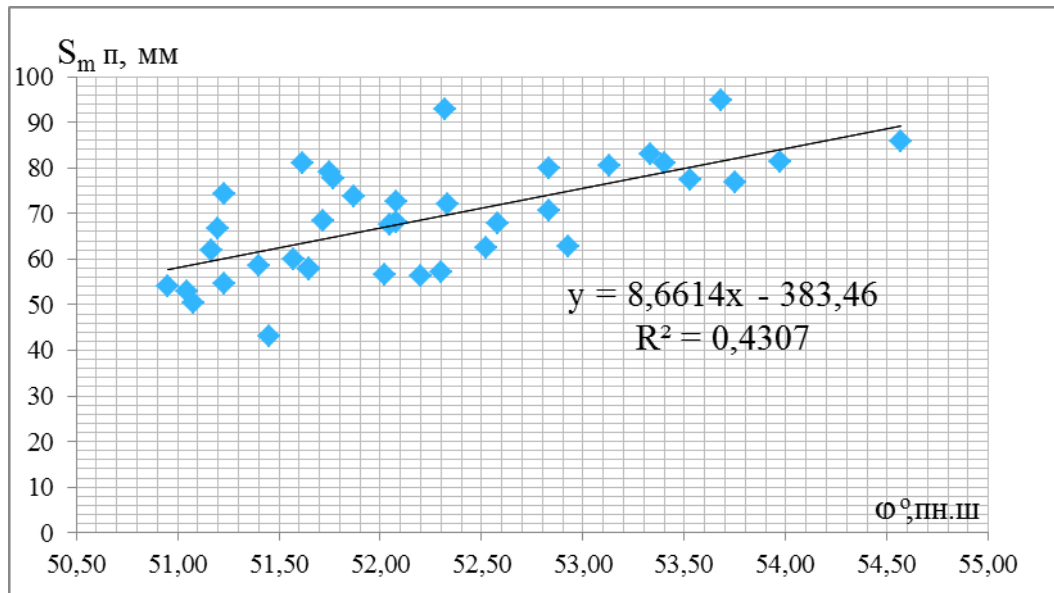


Рис.3.4 - Залежність максимальних снігозапасів в полі від географічної широти пунктів виміру снігозапасів

Виконане картування середньобагаторічних значень максимальних снігозапасів для відкритої місцевості, яке дає уявлення про їх просторовий розподіл на поверхні водозборів (рис.3.5)

Напрямок ізоліній на отриманій карто-схемі (рис 3.5) свідчить про убування снігозапасів по мірі зменшення континентальності клімату – з півночі і північного сходу (від 90 мм) на захід і південь (до 50 мм).

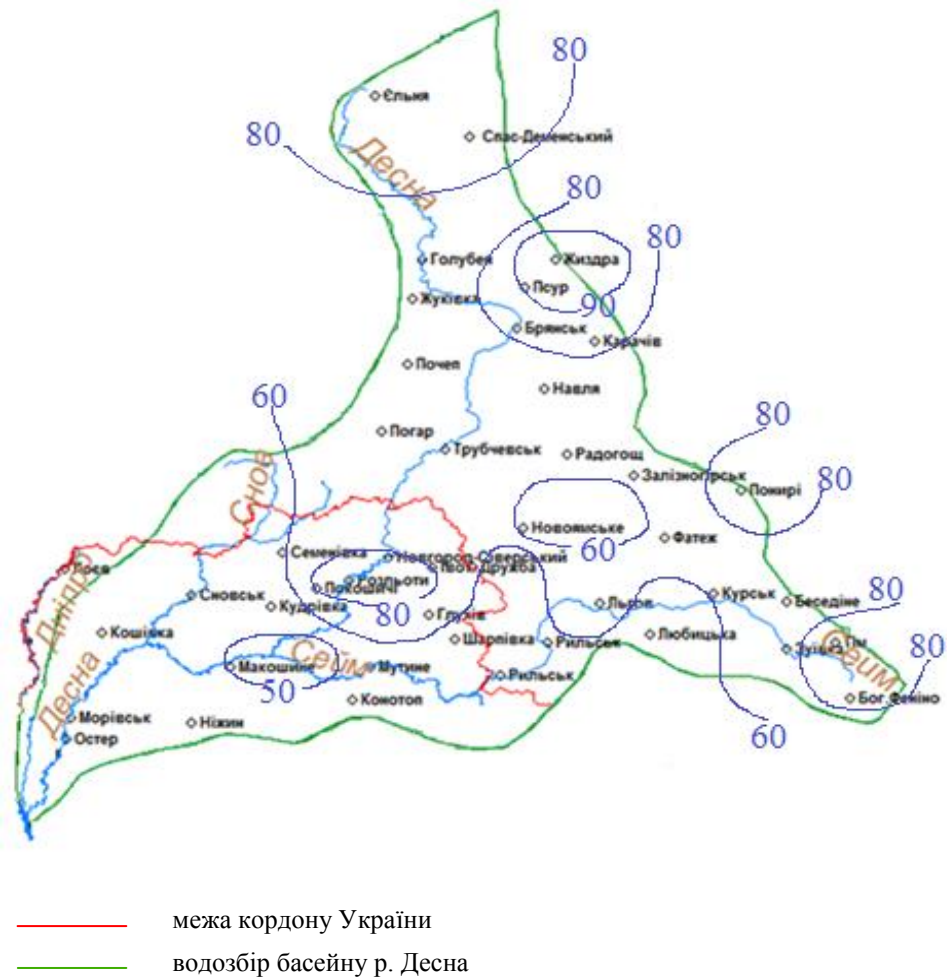


Рис.3.5 – Карта-схема розподілу середньобагаторічних величин максимальних запасів води в сніговому покриві, мм

При аналізі умов формування весняного стоку важливо знати характер залягання снігового покриву на відкритій місцевості і в лісі.

Результати аналізу ілюструються графіком зв'язку між снігозапасами в полі \bar{S}_{m^p} та в лісі \bar{S}_{m^l} на (рис.3.6), з якого видно, що, не дивлячись на значний розкид точок на графіку, в цілому снігозапаси в лісі на 10 % більші, ніж у полі.

Співвідношення між \bar{S}_{m^p} і \bar{S}_{m^l} можна представити рівнянням прямої, що виходить з початку координат:

$$\bar{S}_{m^l} = 1.10\bar{S}_{m^p} \quad (3.44)$$

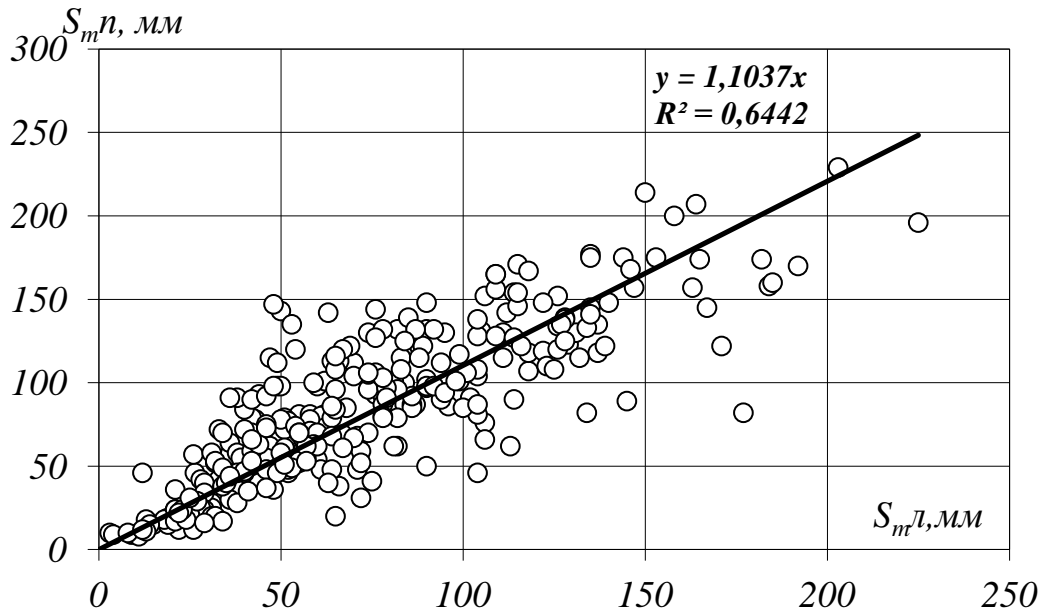


Рис.3.6 - Порівняння величин запасів води в сніговому покриві в полі та в лісі (за даними до 2017р.)

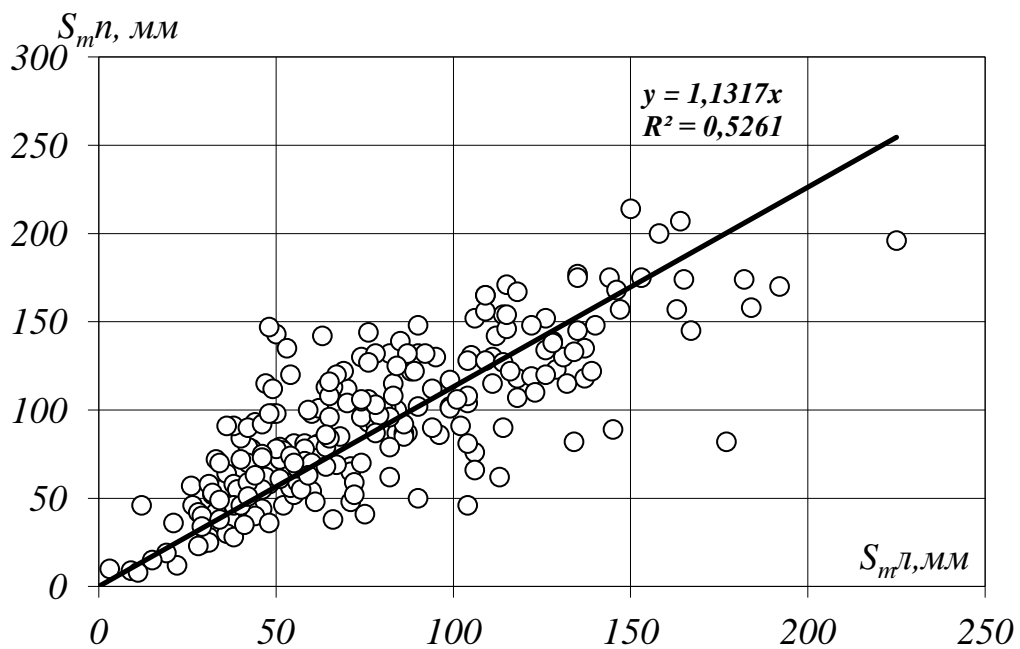


Рис.3.7 - Порівняння величин запасів води в сніговому покриві в полі та в лісі (за даними до 2010р.)

Якщо порівнювати (рис.3.6) за даними по 2017 рік включно з графіком (рис.3.7) за даними до 2010 року, то можна відмітити, що снігозапаси в лісі за 2010 р., були на 13% більше ніж у полі. Враховуючи відмінності в снігозаписах в полі і в лісі, при розрахунках максимального стоку снігозапаси по басейну повинні визначатися як середньозважене значення:

$$S_{m_{\text{сзв}}} = S_{m_n} (1 + 0.10 f_l) \quad (3.45)$$

де f_l – залісенність водозборів, в долях

Отже, для отримання розрахункових значень снігозапасів необхідно зняті з карти (рис.3.5) значення \bar{S}_{m_n} підставити у формулу (3.45), щоб врахувати вплив лісу та визначити їх середньозважене значення.

3.5 Розрахунок максимальних витрат води і шарів стоку весняного водопілля заданої ймовірності перевищення

По відомих значеннях статистичних параметрів $\bar{Q}_m, \bar{Y}_m, C_v$ і C_s витрати води і шари стоку заданої забезпеченості з використанням біноміальної кривої розподілу визначаються по формулах:

$$Q_p = \bar{Q}_m \left[1 + C_v \Phi(P, C_v) \right], \quad (3.46)$$

або

$$Y_p = \bar{Y}_m \left[1 + C_s \Phi(P, C_s) \right]. \quad (3.47)$$

Нормовані ординати розподілу Пірсона III типу $\Phi(P, C_v) = \frac{k_p - 1}{C_v}$ наведені в таблиці [16,19].

Відповідно до трипараметричного гамма-розподілу:

$$Q_p = k_p \bar{Q}_m, \quad (3.48)$$

або

$$Y_p = k_p \bar{Y}_m, \quad (3.49)$$

де k_p – модульні коефіцієнти, які обирають в залежності від відношення C_s/C_v . У даному випадку відношення C_s/C_v складає 2,5 та C_s/C_v складає 3 (дод В.3, дод В.4).

По формулах (3.48) і (3.49) розраховані витрати і шари стоку заданої забезпеченості (дод В.1, дод В.2). Аналіз таблиць показує, що найбільші значення витрат води і шарів стоку доводяться на розраховані величини 1%-ї забезпеченості, найменші – на відповідні величини 10%-ї забезпеченості.

3.6 Оцінка точності початкової інформації по максимальному стоку весняного водопілля

Для об'єктивної оцінки точності обчислення максимальних витрат води різної вірогідності перевищення ($Q_{1\%}$) необхідно визначити їх середню квадратичну помилку. Середня квадратична помилка квантилів, визначених за допомогою кривої Пірсону III типу, виходячи їх двох перших вибірових статистичних моментів і заданого співвідношення між коефіцієнтами асиметрії і варіації, по методиці Г.А.Алексєєва:

$$\sigma_{Q_{1\%}} = \frac{100}{Q_{P_{1\%}}} \sqrt{\left(1 + C_v \Phi_{P_{1\%}}\right)^2 \frac{C_v^2 \bar{Q}_m^2}{n} + \left(\Phi_{P_{1\%}} + C_s \frac{d\Phi_P}{dC_s}\right) \times \bar{Q}_m^2 C_v^2 \left(\frac{C_v^2}{n} + \frac{1 + 0,75C_s^2}{2n} - \frac{C_s}{C_v}\right)} \quad (3.50)$$

де n – кількість років спостережень, $\frac{d\Phi_p}{dC_s}$ – приватна похідна, яка

приблизно може бути обчислена за формулою:

$$\frac{d\Phi_p}{dC_s} \cong \frac{\Phi(P, C_s + \Delta C_s) - \Phi(P, C_s)}{\Delta C_s} \quad (3.51)$$

за допомогою сусідніх значень $\Phi(P, C_v)$ і $\Phi(P, C_s + \Delta C_s)$ в таблиці нормованих квантилів кривої Пірсона III типу [14].

С.М.Крицький та М.Ф.Менкель [16] розробили номограми для визначення відносної стандартної помилки квантилів трипараметричного

гамма-розподілу $\left(E_\sigma = \frac{\sigma_{Q_p} \sqrt{n}}{Q_p} \right)$ з відношеннями $C_s = 2C_v, 3C_v, 4C_v$. Таким

чином, визначивши величину по номограмі, можна знайти середню квадратичну помилку квантилів Q_p формулі:

$$\frac{\sigma_{Q_p}}{Q_p} = \frac{E_\sigma}{\sqrt{n}} 100. \quad (3.52)$$

Оскільки в данному випадку відношення $C_s/C_v = 2,5$, спосіб визначення відносної середньої квадратичної помилки за допомогою номограм не підходить.

По формулі (3.50) розраховуються середньоквадратичні помилки 1% - го квантиля $Q_{1\%}$ вихідних даних максимальних витрат (дод Б.2).

Середньоквадратичні помилки коливаються в межах від 10,5 (р.Болвас-Псурь) до 55,4 (р.Тускарь-х.Вирки) (дод Б.2). Збільшення значень помилок залежить від зменшення кількості років спостережень. Наявність високих значень помилок на деяких постах (р.Тускарь - х. Вирки, р. Сейм - м. Льгів, р.Сейм - с. Глушково р. Ревна - с.Залізний Міст) обумовлена малою

кількістю років спостережень (7, 10, 13 і 14 років). Середня похибка склала ($\sigma = \pm 20,7\%$).

3.7 Сумарне надходження води у басейн Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся в період весняного водопілля

У розрахункових формулах максимального стоку використовується загальний шар стоку за повінь, величина ж \bar{S}_m враховує не всі види надходження води на водозбір. Тому необхідно враховувати кількість опадів на початку сніготанення і в процесі розвитку водопілля.

За даними метеостанцій, розташованих в розглядуваному басейні, про середню багатолітню кількість опадів X під час повені побудовані залежності $X = f(T)$ приклад яких показаний на (рис.3.8) (для станцій Семенівка, Дружба, Чернігів, Щорс, Покошичі, Глухів, Ніжин, Конотоп).

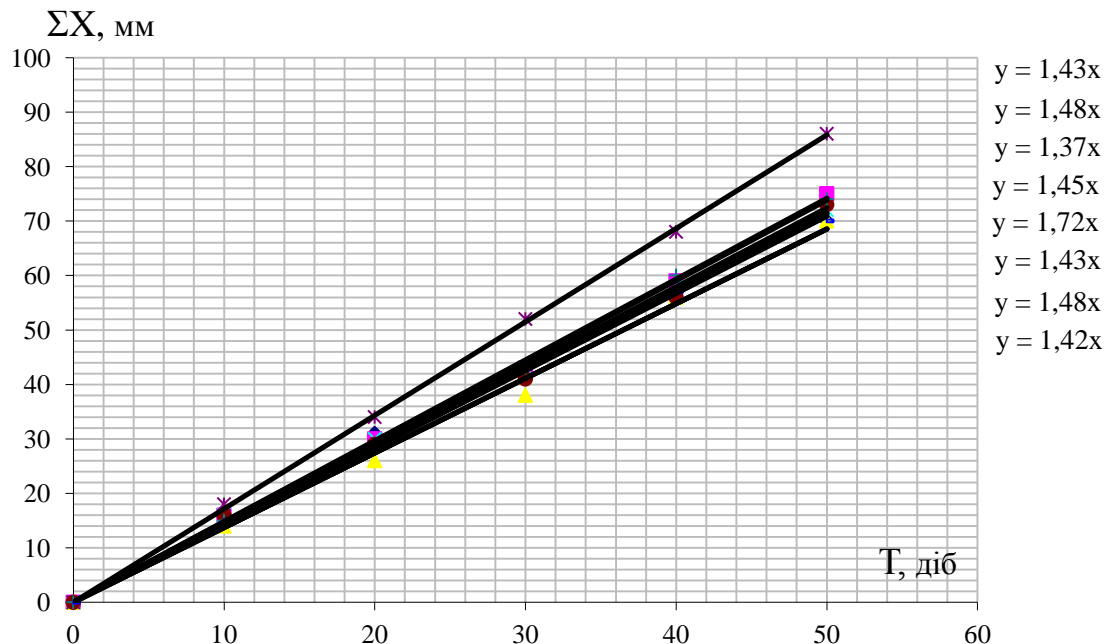


Рис.3.8 – Залежність суми опадів за повінь від її тривалості в басейні Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся

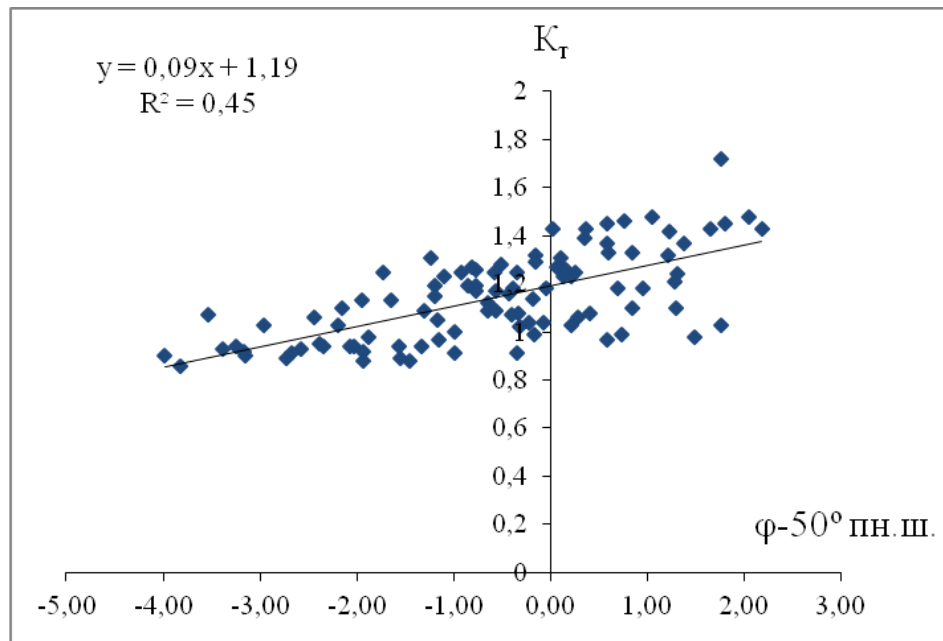


Рис. 3.9– Залежність коефіцієнтів наростання опадів від широти центрів тяжіння водозборів для території рівнинної України

Із збільшенням широти місцевості K_t збільшується від 1,06 до 1,25. Що стосується тривалості повені T_n , то вона може бути представлена у вигляді залежності від площі водозборів (рис.3.10).

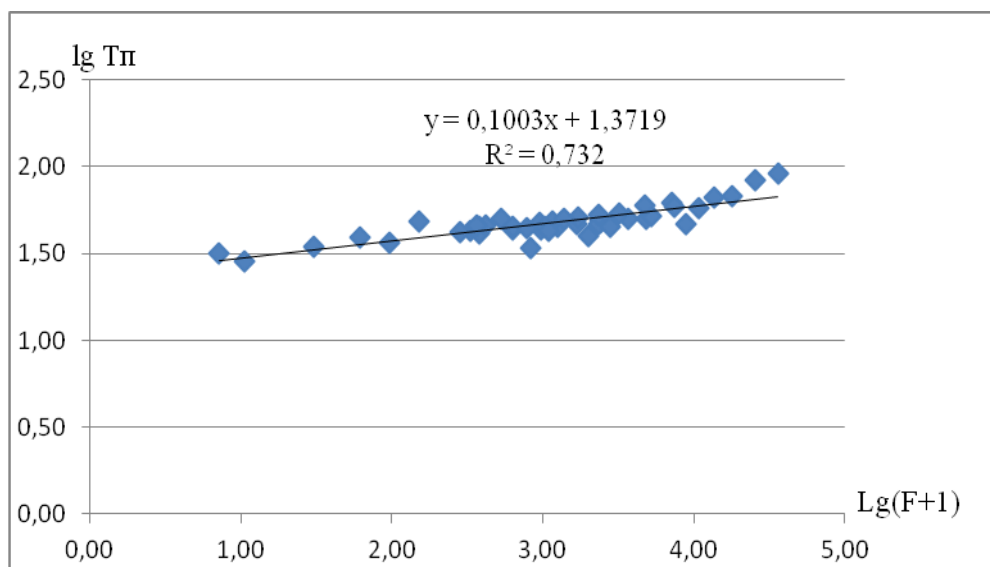


Рис. 3.10 – Залежність тривалості повені від площі водозборів в басейні Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся

У результаті аналізу залежностей $T_n = f(\lg(F + 1))$ і $X = f(T)$ отримано розрахункове рівняння для опадів X

$$\Sigma X = k_T T_{II}, \quad (3.53)$$

де $k_T = 0,09(\varphi - 50^\circ) + 1,19$;

$T_{II} = 23,4 * F^{0,1003}$.

Оскільки в розрахунковій схемі нам необхідні величини заданої забезпеченості (1%-ої), то для подальших розрахунків потрібно знати значення C_v і C_s/C_v .

Побудований графік залежності коефіцієнтів варіації від середнього багаторічного значення снігозапасів (рис.3.11). Як видно з графіка, між ними простежується чітка залежність.

Значення коефіцієнтів варіації $C_{v(роз)}$ може бути розраховане за допомогою формули:

$$C_{v(роз)} = 1,011 - (0,0067 \bar{S}_m) \quad (3.54)$$

Коефіцієнти варіації зменшуються із збільшенням максимальних снігозапасів, точність розрахунку за залежністю становить ($\Delta = \pm 8,75\%$) (дод.В.5).

Також встановлено залежність коефіцієнтів варіації, від географічної широти пунктів виміру снігозапасів, які зменшуються при збільшенні широти (рис.3.12).

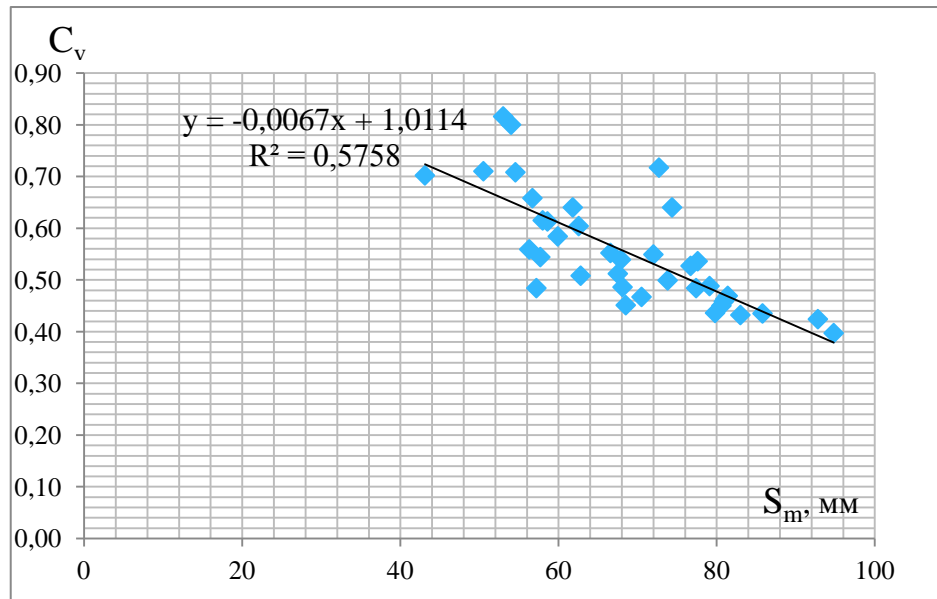


Рис. 3.11 – Залежність коефіцієнтів варіації від величин максимальних запасів води в сніговому покриві

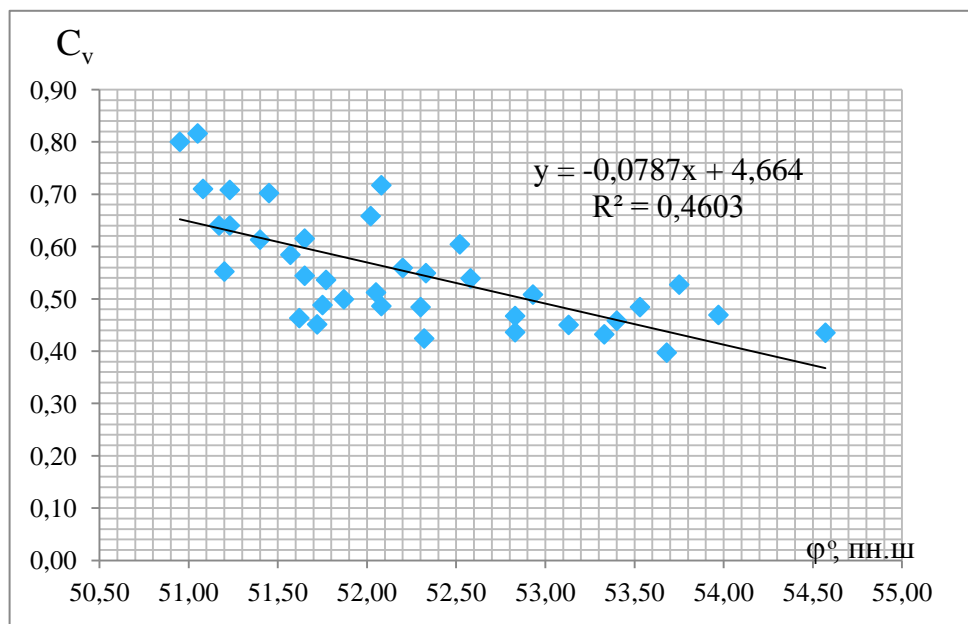


Рис.3.12 – Залежність коефіцієнтів варіації за методом найбільшої правдоподібності від географічної широти пунктів виміру снігозапасів

Для розрахунку максимальних снігозапасів і опадів на початок весняного водопілля 1%-ї забезпеченості необхідно:

- зняти з карти (рис.3.5) значення величини максимальних снігозапасів у полі;
- за формулою (3.45) розрахувати середньозважене значення снігозапасів, враховуючи вплив лісу;
- за допомогою залежностей (рис.3.9) та (рис.3.10) визначити значення величин K_T та T_n ;
- за формулою (3.53) розрахувати кількість опадів на початок водопілля ΣX ;
- в залежності від відношення C_s/C_v (для розглядуваної території C_s/C_v осереднене і дорівнює 2,0) та $(C_v)_{sm}$, який визначається за формулою (3.54), обрати модульні коефіцієнти $K_{1\%}$;
- суму середньозважених значень снігозапасів S_m та опадів ΣX помножити на отриманий модульний коефіцієнт.

4 ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОЗРАХУНКОВОЇ МЕТОДИКИ

4.1 Визначення характеристик схилового припливу в басейні Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся

При розробці розрахункових методики максимального стоку заснованих на теоретичних схемах, визначення елементів схилового припливу є важливою задачею.

В період формування максимального стоку практично неможливо безпосередньо виміряти схилу водовіддачу.

В розрахункових формулах максимального стоку, зазвичай використовуються такі характеристики схилового припливу, як коефіцієнти часової нерівномірності схилового припливу $(n+1)/n$ і тривалість припливу води зі схилів до руслової мережі T_0 [14,19].

4.1.1 Обґрунтування коефіцієнтів нерівномірності схилового припливу

За наявності воднобалансових станцій, на яких організовані виміри стоку малих річок за допомогою самописців, особливих проблем у встановленні коефіцієнтів нерівномірності припливу схилу немає. Для здобуття узагальнених графіків припливу і їх складових досить відібрати найбільш високі повені. Потім їх необхідно представити у відносних координатах Q'_t/Q'_m і t/T_0 . Стосовно завдання розрахунку максимального стоку зручно гідрографи припливу схилу представити в розгортці від максимальної ординати. Впорядковані таким чином гідрографи описуються залежностями вигляду:

$$Q'_t/Q'_m = 1 - \left(\frac{t}{T_0} \right)^n, \quad (4.1)$$

звідки

$$Q'_t = Q'_m \left[1 - \left(\frac{t}{T_0} \right)^n \right], \quad (4.2)$$

де Q'_m – максимальна витрата гідрографу схилового припливу;

T_0 – тривалість схилового припливу;

n – показник степені, який залежить від форми гідрографів схилового припливу.

Технічно найбільш простим прийомом визначення n за матеріалами водно-балансових станцій є наступний. Спочатку про інтегруємо (4.2), по T_0 , тобто:

$$W = \int_0^{T_0} Q'_t dt = \frac{n}{n+1} Q'_m T_0, \quad (4.3)$$

де W – об'єм стоку за період повені.

З (4.3) знайдемо n :

$$n = \frac{1}{(Q'_m T_0 / W) - 1} \quad (4.4)$$

Коефіцієнт тимчасової нерівномірності у свою чергу рівний:

$$\frac{n+1}{n} = \frac{Q'_m T_0}{W} = \frac{Q'_m T_0}{Y_m \cdot F} \quad (4.5)$$

Але у зв'язку з дуже рідкою мережею водно-балансових станцій виникають труднощі у застосуванні методу, який в своїй основі спирається на дані гідрологічної мережі станцій і постів. В цьому випадку

розраховується коефіцієнт тимчасової нерівномірності руслового стоку $(m_1+1)/m_1$:

$$\frac{m_1 + 1}{m_1} = \frac{\bar{Q}_m \bar{T}_n}{\bar{Y}_m F} \cdot 86,4 \quad (4.6)$$

де Q_m – максимальна витрата води річкового стоку;

T_n – тривалість повені;

Y_m – шар стоку за період весняної повені.

Величини, що входять в (4.6), можуть бути запозичені з довідкової гідрологічної літератури. Зазвичай $(m_1+1)/m_1$ обчислюються по середніх багатолітніх характеристиках весняної повені: \bar{Q}_m , \bar{T}_n і \bar{Y}_m .

Обчислені по (4.6) коефіцієнти $(m_1+1)/m_1$ для річок басейну Десни занесені у дод.Г.1 та узагальнені у вигляді залежності $(m_1+1)/m_1=f(F)$ (рис. 4.1).

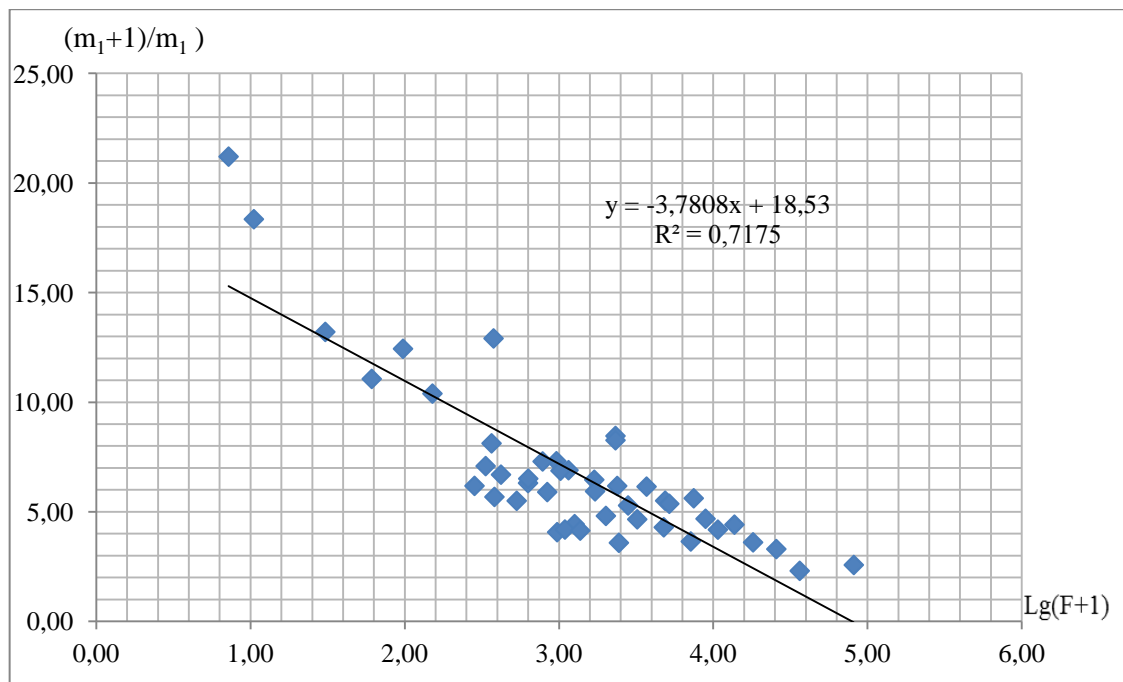


Рис. 4.1 - Залежність коефіцієнту нерівномірності руслового припливу $(m_1 + 1)/m_1$ від площі водозборів F

Як видно з графіка розкид точок досить тісний. Проте, отримана залежність дозволяє дуже просто екстраполювати її на вісь ординат з метою

встановлення $\frac{n+1}{n}$, як значення $\left(\frac{m_I+1}{m_I}\right)_{F \rightarrow 0} = \frac{n+1}{n}$. Для річок Новгород-

Сіверського Полісся можна прийняти $\frac{n+1}{n} = 18,5$, звідки $n = 0,06$.

4.1.2 Розрахунок та узагальнення за територією тривалості схилового припливу

Тривалість припливу води зі схилів в руслову мережу є однією з основних характеристик паводків і водопіль. У двох операторній схемі трансформації водоутворення в русловий гідрограф тривалість схилового припливу T_0 за інших рівних умов, визначається передусім мірою зарегулювання стоку на схилах [15,20].

а) при $t_p < T_0$

$$T_0 = \left(\frac{\varepsilon_F Y_m}{n q_m}\right)^{\frac{n+1}{n}} [(n+1)T_0 - \frac{m+1}{n+m+1} t_p^n]^{\frac{1}{n+1}}; \quad (4.7)$$

б) при $t_p > T_0$

$$T_0 = \left[\left(\frac{m+n+1}{n+1} - \frac{q_m}{y_m \varepsilon_F} t_p\right) \frac{m(n+m+1)}{n+1} t_p^m\right]^{\frac{1}{m}} \quad (4.8)$$

При масових розрахунках нульове наближення треба починати з верху з деякого числа, яке явно перевищує фізичні межі T_0 , але не менше t_p . Якщо на якомусь кроці ітераційної процедури послідовність T_0 розходиться, тривалість припливу обчислюється алгебраїчним шляхом з рівняння (4.7).

Для басейну даних річок значення T_0 розраховані з використанням програми "Сагуар T_0 ", розробленої на кафедрі гідрології суші ОДЕКУ. Результати розрахунків приведені в таблицю (дод.Г.2). Наступним етапом розрахунків буде узагальнення параметра T_0 по території. В цьому випадку використане картування (рис. 4.2). Значення T_0 змінюється від 100 до 250 годин. Найбільші значення T_0 спостерігаються р.Прут-с.Ширково через наявність карсту на даній річці.

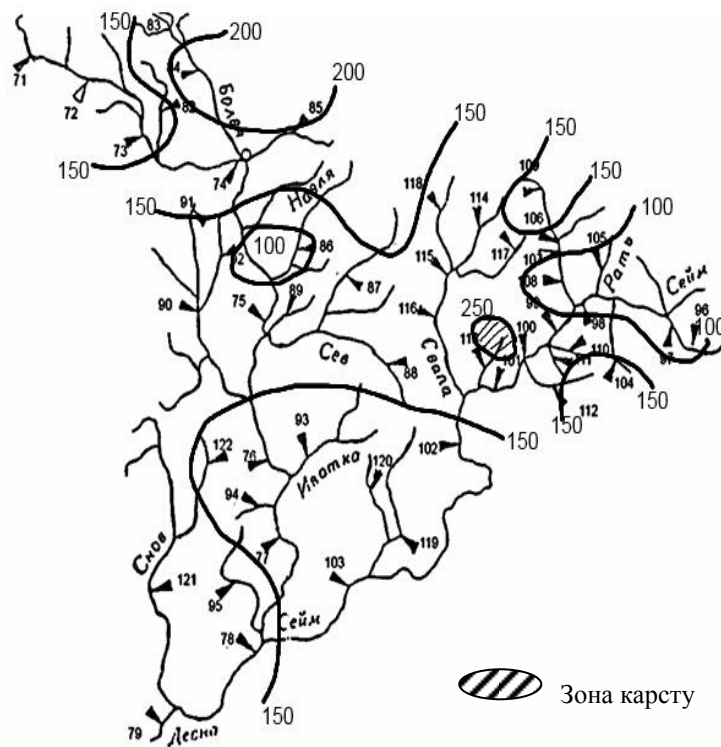


Рис.4.2 – Карта схема тривалості припливу води зі схилів до руслової мережі річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся.

4.2 Коефіцієнти стоку весняного водопілля

Коефіцієнт стоку η є відношенням шару стоку за повінь Y_m до величини водовіддачі $(S_m + \sum x)$, тобто:

$$\eta = Y_m / (S_m + \sum x). \quad (4.9)$$

Оскільки розглядаються повені рідкої вірогідності перевищення ($P=1\%$), то фактично $\eta = \eta_{1\%}$, причому в цьому випадку:

$$\eta = Y_{1\%} / (S_m + \sum x)_{1\%}. \quad (4.10)$$

Вихідні дані для визначення значень η приведені в (табл.4.1).

Таблиця 4.1 – Розрахунок коефіцієнтів стоку весняної повені в басейні
Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся

№ п/п	№ по карті	Річка-пост	F, км ²	(S _{твзв} +ΣX) _{1%}	Y _{1%} , мм	η
1	2	3	4	5	6	7
1	95	р.Убідь-с.Кудрівка	970	257	119	0,47
2	121	р.Снов-с.Носівка	7140	197	138	0,70
3	77	р.Десна-с.Розльоти	36300	201	157	0,78
4	103	р.Сейм-с.Мутіно	25600	319	199	0,62
5	119	р.Клевень-с.Шарпівка	2440	280	182	0,65
6	94	р.Головесня-с.Пакошичи	29,5	278	195	0,70
7	122	р.Ревна-с.Залізний міст	380	313	215	0,71
8	93	р.Івотка-с.Івот	1260	213	120	0,56
9	120	р.Есмань -с.Ротівка	628	225	148	0,66
10	102	р.Сейм-м.Рильськ	18100	228	173	0,76
11	101	р.Сейм-м.Льгів	10700	169	180	1,00
12	113	р.Прут-с.Ширково	530	170	173	1,00
13	112	р.Реут-с.Любицька	960	198	187	0,94
14	111	лог.Райчик-с.Польова Лукашівка	6,2	140	187	1,00
15	100	р.Сейм-Глушково	8900	188	221	1,00
16	110	лог.Мересье- х.Алексеевский	9,5	191	201	1,00
17	99	р.Сейм-пос.Ришково	7460	202	178	0,89
18	98	р.Сейм-с.Леб'яже	4870	229	158	0,69
19	108	р.Тускарь-м.Курськ	2380	269	209	0,78
20	107	р.Тускарь-х.Вирки	2320	247	201	0,80
21	106	р.Тускарь-с.Свобода	1690	222	197	0,80
22	105	р.Рать-с.Беседіно	630	230	179	0,99
23	104	р.Полная-с.Губанівка	333	225	227	0,83
24	97	р.Сейм-с.Зуєвка	2320	250	187	0,63
25	96	р.Сейм-с.Гущино	375	176	158	1,00
26	109	р.Снова- с.Щурово	781	242	212	0,88
27	116	р.Свапа-м.Старий Город	3690	294	214	0,76
28	115	р.Свапа-с.Михайлівка	2800	260	224	1,00
29	118	р.Чернь-с.Плоске	96,3	222	271	0,98
30	114	р.Свапа-с.Локтіоново	419	213	218	0,91
31	117	р.Усожа-м.Фатіж	364	297	193	0,59

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7
32	88	р.Сєв-с.Новоямське	1150	211	176	1,00
33	87	р.Неруса-с.Радогощ	1020	176	242	1,00
34	90	р.Судость-сmt.Погар	5180	194	187	1,00
35	92	р.Рожок-с.Красне	60	305	259	0,90
36	91	р.Коста-с.Глазово	150	237	329	1,00
37	89	р.Соля -с.Мальцево	39,4	275	190	0,68
38	86	р.Навля -сmt. Навля	1560	270	183	0,63
39	74	р.Десна-г.Брянськ	13700	273	203	0,74
40	73	р.Десна-с.Голубея	4770	265	232	0,87
41	71	р.Десна-с.Александровка	1710	304	240	0,79
42	82	р.Ветьма-с.Круча	1370	287	225	0,78
43	84	р.Болва-с.Псурь	3210	269	169	0,63
44	85	р.Снежень-м.Карачів	282	281	276	0,98
45	83	р.Болва-м.Кіров	2010	321	285	0,89

Коефіцієнти стоку розраховані за рівнянням (4.9) змінюються від 0,47 (р.Убідь-с.Кудрівка, $F=970 \text{ км}^2$) до 1,00 (р.Судость-сmt.Погар, $F=5180 \text{ км}^2$).

Подальша задача полягала в узагальненні отриманих значень по території басейну Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся. В результаті побудований графік залежності η від центрів тяжіння водозборів (рис.4.3). Залежність коефіцієнта стоку від широти центрів тяжіння водозборів характеризується значущим коефіцієнтом кореляції. Це дало підставу для картування даної величини (рис.4.4).

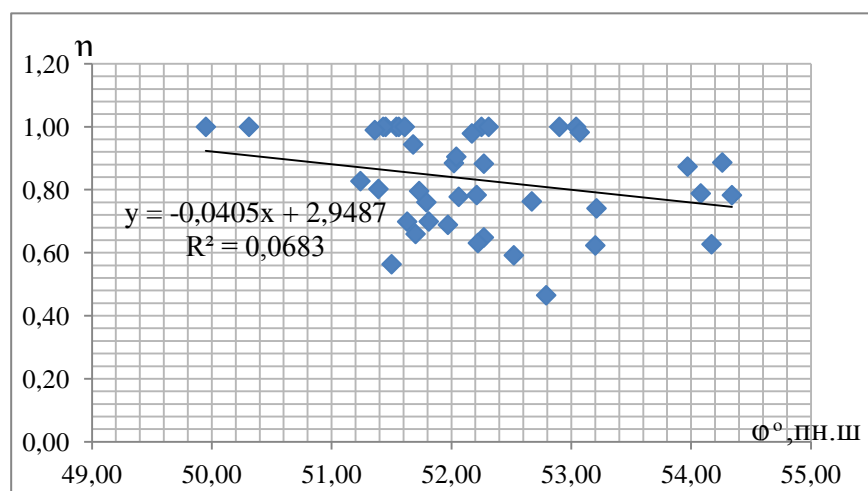


Рис. 4.3 – Графік залежності коефіцієнта стоку η від широти центрів тяжіння водозборів

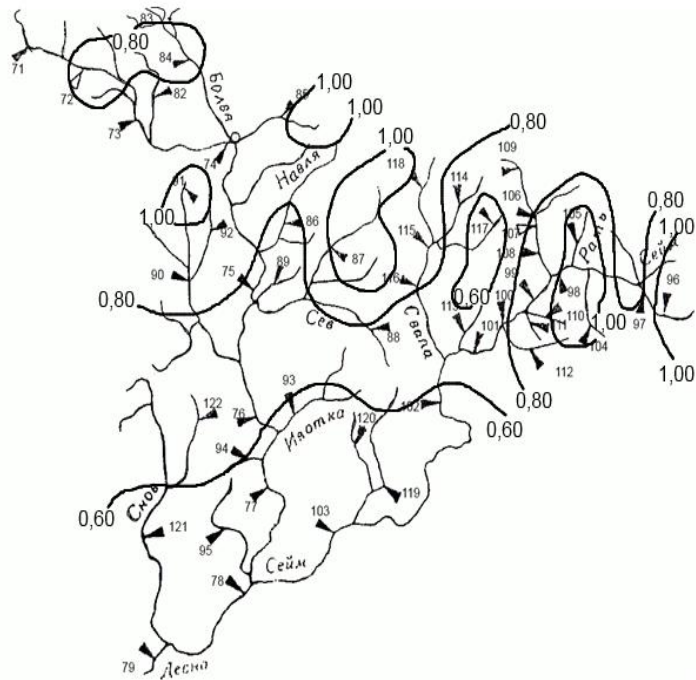


Рис. 4.4 – Карта-схема розподілу коефіцієнта стоку по території басейну Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся

4.3 Трансформаційна функція максимального стоку

Час руслового добігання паводкової хвилі по довжині головного потоку обчислюється вираженням [15]:

$$t_p = \frac{L}{V_D}, \text{ год.} \quad (4.11)$$

де L - гідрографічна довжина потоку, км; V_D - швидкість добігання км/год.

Більшість авторів пропонують використовувати формулу:

$$V_D = a_1 Q^\alpha I^\beta, \quad (4.12)$$

де a_1 - коефіцієнт, який враховує форму перетину і шорсткість русла, названий швидкісним; α і β – гідравлічні показники [15].

Якщо виразити Q через площу водозбору формулу швидкості руслового добігання можна записати в розрахунковому варіанті [10]:

$$V_0 = a_2 F^{\alpha_2} I^{0,33}, \text{ км/год} \quad (4.13)$$

де a_2 - швидкісний параметр, представлений в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Параметри формули швидкості добігання для річок України

	Лісостепова зона	Полісся	Степова зона	Крим	Карпати
a_2	1,51	1,37	1,19	1,14	1,44
α_2	0,17	0,12	0,14	0,13	0,16

Для території Полісся формула для розрахунку швидкості добігання, враховуючи дані табл. 4.2, має вигляд:

$$V_0 = 1,37 F^{0,12} I^{0,33}, \text{ км/год.} \quad (4.14)$$

Трансформаційна функція. Одним з видів трансформації є розпластування хвилі під впливом часу руслового добігання. Кількісно міра трансформації максимальних модулів під впливом часу руслового добігання визначається за допомогою функції по рівняннях [10,15]:

а) при $t_p < T_0$

$$\psi(t_p / T_0) = 1 - \frac{m+1}{(n+1)(m+n+1)} \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^n, \quad (4.15)$$

б) при $t_p \geq T_0$

$$\psi(t_p/T_0) = \frac{n}{n+1} \frac{T_0}{t_p} \left[\frac{m+1}{m} - \frac{n+1}{m(m+n+1)} \left(\frac{T_0}{t_p} \right)^m \right]. \quad (4.16)$$

Для всіх річок басейну, що розглядається в роботі, характерний розвинений тип весняного стоку $t_p/T_0 < 1,0$, але є декілька випадків коли $t_p \geq T_0$. Коефіцієнти нерівномірності схилового припливу визначаються через коефіцієнти нерівномірності руслового стоку [10].

Загалом для досліджуваної території коефіцієнт нерівномірності припливу води зі схилів в руслову мережу $\frac{n+1}{n}$ в період водопілля дорівнює 18,5, а $n=0,06$. З урахуванням цих даних і, приймаючи $m=1,0$ запишемо рівняння для трансформаційної функції $\psi(t_p/T_0)$ [20,24]:

$$\psi(t_p/T_0) = 1 - 0,92 \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^{0,06} \quad (4.17)$$

$$\psi(t_p/T_0) = 0,057 * \frac{T_0}{t_p} \left(2,0 - 0,51 \frac{T_0}{t_p} \right)^1 \quad (4.18)$$

Значення трансформаційної функції змінюються від 0,05 (р.Десна - с.Розльоти) до 0,35 (лог.Райчик - с.Польова Лукашівка) (дод.Г.3).

Коефіцієнт русло-заплавного регулювання і водообміну. Вплив русло-заплавного регулювання на максимальний стік визначається за допомогою коефіцієнта, який є функцією ε_F убутного виду (з верхнім граничним значенням $\varepsilon_F=1,0$ при $F \rightarrow 0$) із збільшенням водозбірної площі. Розрахувати її можна за допомогою формули [10]:

$$\varepsilon_F = \frac{q_m/q'_m}{\psi(t_p/T_0)} \quad (4.19)$$

Редукція максимального модуля q_m/q'_m може бути описана рівнянням:

$$q_m/q'_m = \frac{1}{(F+1)^{n_1}} \quad (4.20)$$

Для визначення цього коефіцієнта початковими даними є величини модуля похилого припливу q'_m . Отримані для усіх постів значення $\frac{q_m}{q'_m}$ (дод.Г.4) в логарифмічних координатах наносяться на графік $\frac{q_m}{q'_m} = f(F)$ (рис.4.5). З рисунку видно, що залежність добре виражена.

Для досліджуваної території показник ступеня $n_1=0,41$, а (4.20) набуває вигляду:

$$q_m/q'_m = \frac{1}{(F+1)^{0,41}} \quad (4.21)$$

З урахуванням рівняння (4.19) обмежені значення ε_F наведені в таблиці (дод.Г.5) і змінюються у межах від 0,20 до 0,74. Узагальнення параметра ε_F по території виконане залежно від площі водозбору (рис. 4.6). Залежність $\varepsilon_F=f(F)$ виражена добре. Виходе вона з 0 при $\lg(F) \rightarrow 0$ і має в області малих площ (до 100 км²) убутний характер, котрий надалі змінюються більш пологим спадом кривої редукції.

Для невивчених річок території для визначення коефіцієнту ε_F можна користуватися як залежністю $\varepsilon_F=f(F)$, так і (табл. 4.3).

Коефіцієнти з таблиці 4.3 можна використовувати для річок з малою площею водозбору менше 100 км².

Таблиця 4.3 – Коефіцієнти русло-заплавного регулювання максимального модуля стоку весняної повені для малих річок в басейні річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся

F, км ²	0	50	100	200	300
ε_F	1,00	0,92	0,70	0,60	0,40

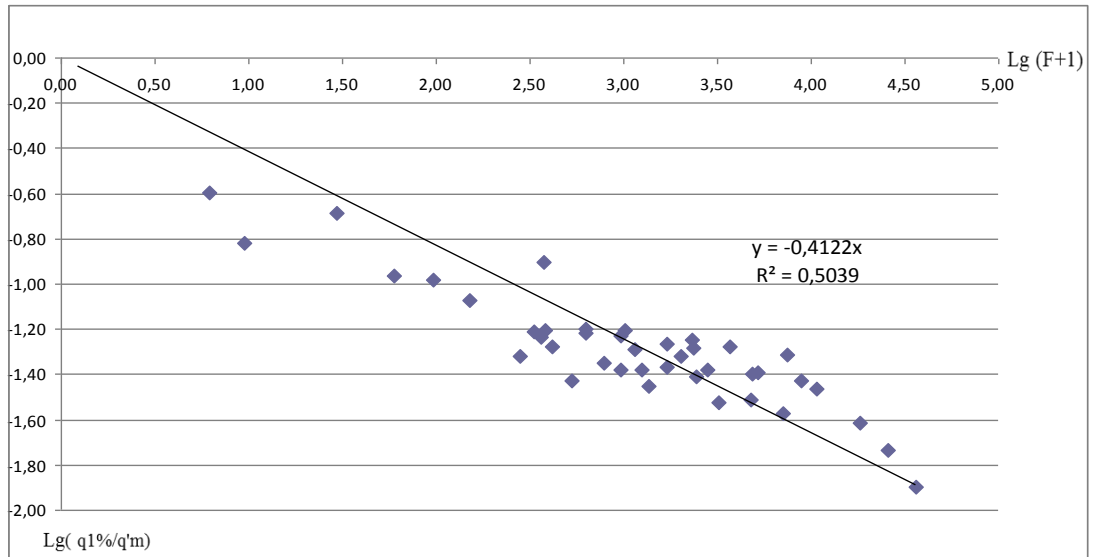


Рис.4.5 - Залежність співвідношення $q_{1\%}/q'_m$ від площі водозбору F

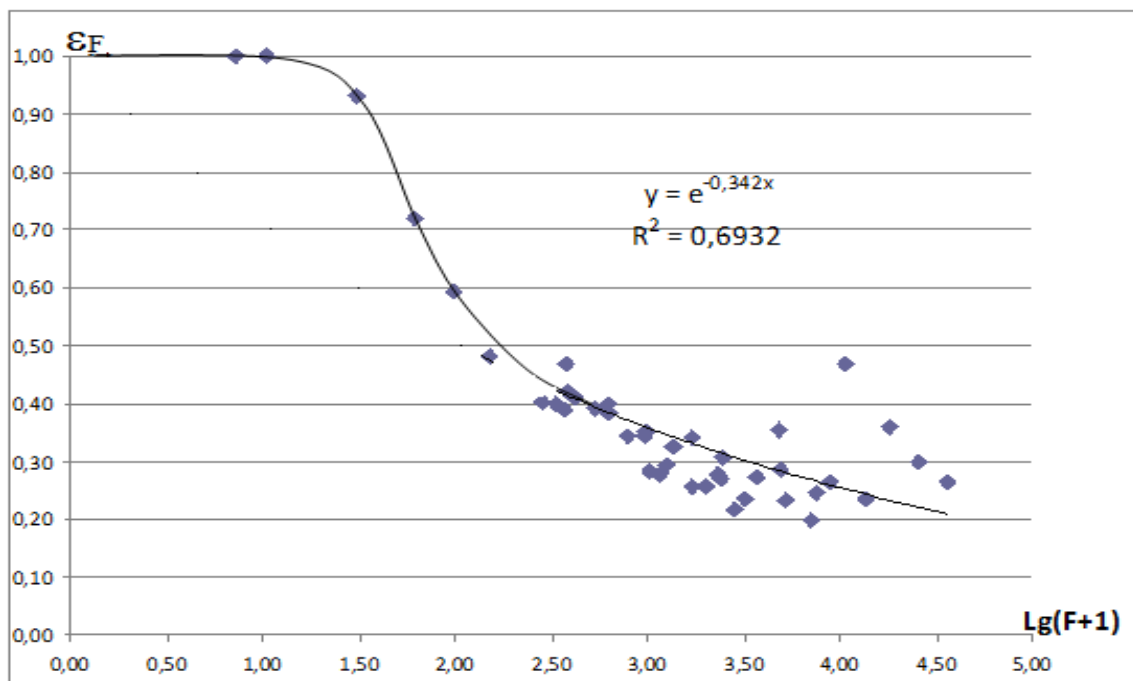


Рис. 4.6 - Залежність коефіцієнту русло-заплавного регулювання та водообміну ϵ_F від площі водозбору F

4.4 Перевірочні розрахунки

Розрахункова формула для максимального стоку весняного водопілля в басейні річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся має вигляд :

$$q_{p\%} = q'_{1\%} \psi(t_p/T_0) \varepsilon_F \lambda_p, \text{ м}^3/\text{скм}^2 \quad (4.22)$$

Для того, щоб підрахувати q_p необхідно мати такий мінімум початкових даних: площу водозбору F (км²), довжину річки L (км), середньозважений ухил I_{cp} (‰).

Порядок розрахунку:

1. Для розрахунку $q'_{1\%}$ параметри визначаються в такій послідовності:

1.1. Коефіцієнт нерівномірності схилового припливу $(n + 1)/n$, узагальнений по території, дорівнює 18,5;

1.2. Шар стоку весняної повені $Y_{1\%f_T=0}$, визначається по карті (рис.3.3), та помножується на коефіцієнту залісеності $k_{л}$, який визначається за формулою (3.43).

1.3 Тривалість припливу води зі схилів в руслову мережу T_0 визначається за картою (рис 4.2).

2. Трансформаційна функція $\psi(t_p/T_0)$ розраховується, залежно від співвідношення t_p і T_0 , n і m . Для даної ділянки басейну $t_p < T_0$, отже розрахунок проводиться за рівнянням (4.15), та $t_p \geq T_0$ проводиться розрахунок за рівнянням (4.16).

2.1. Час руслового добігання t_p встановлюється по гідрографічній довжині L і швидкості добігання V_d з урахуванням a_2 і δ_2 , які приведені в таблицю 4.2. Сама ж швидкість паводкової хвилі визначається по (4.14).

3. Коефіцієнт русло-заплавного регулювання ε_F встановлюється за залежністю чи по (табл. 4.3), залежно від площі водозбору F .

4. Коефіцієнт λ_p , який дозволяє переходити від опорної ймовірності 1% до інших, представлений в (табл. 4.4).

5. Точність розрахунків може бути визначена за виразом як:

Таблиця 4.4 – Коефіцієнт ймовірності λ_p

P, %	1	3	5	10
λ_p	1,00	0,80	0,67	0,53

6. Точність розрахунків може бути визначена за виразом як:

$$\Delta = \frac{|q_{1\%P} - q_{1\%Ф}|}{q_{1\%Ф}} \cdot 100\%, \quad (4.23)$$

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

Середнє відхилення розрахункових значень від фактичних по річках басейну річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся (дод.Г.6) складає $\pm 21,6\%$, що при точності вихідної інформації вихідної інформації $\pm 20,7\%$ (дод.Б.2) є задовільним результатом.

5 НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВРАХУВАННЯ ГЛОБАЛЬНИХ ЗМІН КЛІМАТУ ПРИ РОЗРАХУНКАХ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ РІЧОК

Адаптація суспільства до негативних наслідків зміни глобального та регіонального клімату відноситься до найбільш актуальних проблем, що постала перед людством в ХХІ столітті [25].

За останні десятиліття, починаючи з 1989 року, середня річна температура повітря в межах рівнинної території України зросла на 0,8 °С.

Зміни кількості опадів та підвищення температури, зумовлені зміною глобального клімату, впливають на водні ресурси та їх динаміку[6,24].

Із збільшенням тривалості метеорологічних посух очікується критична нестача водних ресурсів не тільки у маловодні роки, але й у середні за водністю роки.

При виконанні гідрологічних розрахунків, зокрема визначенні максимальних витрат води заданої ймовірності перевищення, необхідно враховувати довгострокові тренди в ході стокоформуючих факторів.

Підґрунтям для сучасних досліджень проєкцій змін клімату і водних ресурсів є чотири основні сюжетні лінії СДСВ (Спеціальна доповідь про сценарії викидів, в рамках яких розглядається низка можливих змін чисельності населення і економічної активності на протязі ХХІ століття). Сценарії є також засобом для аналізу тих чинників, які можуть впливати на показники викидів CO₂, а також для оцінки пов'язаних з ними невизначеностей.

Кожна сюжетна лінія представляє різні демографічні, соціальні, економічні, технологічні й екологічні події та охоплює широкий перелік основних чинників, що визначають викиди парникових газів (ПГ) та сірки. Кожен сценарій є фактично кількісним тлумаченням однієї з чотирьох сюжетних ліній. Всі сценарії, засновані на одній і тій же сюжетній лінії, утворюють сценарну „сім'ю”. В рамках окремої сценарної „сім'ї” були

розроблені два основних види сценаріїв— сценарії з погодженими припущеннями щодо глобального населення, економічного зростання і кінцевого використання енергії і сценарії з альтернативним кількісним визначенням сюжетної лінії.

Оцінка наслідків зміни клімату для водних ресурсів, посух і повеней є дуже невизначеною, що обумовлено цілою низкою причин, таких, як різні сценарії економічного розвитку, викидів парникових газів, моделювання клімату і гідрологічного режиму.

Усі сучасні методики, які використовуються для розрахунку стоку річок, як в нашій країні так і за її межами, ґрунтуються на припущенні стаціонарності формування багаторічного річного стоку. Вважається, що забезпечене проектне значення витрати води, яке отримане шляхом статистичної обробки за минулі роки, залишиться таким же і в майбутньому. Але на сучасному етапі вже спостерігається статистична не стаціонарність гідрометеорологічних процесів, яка підтверджена інструментально потеплінням клімату.

В даному випадку пропонується методика врахування кліматичних змін в рамках генетичної моделі максимального стоку паводків і водопіль операторного виду.

За вихідну пропонується прийняти розгорнутий варіант моделі руслових ізохрон. Складовими такої моделі є гідрограф схилового припливу, функція ізохрон руслового добігання і русло-заплавне регулювання.

Розрахункова структура для нормування характеристик максимального стоку має вигляд рівняння (2.66).

Ця модель дає можливість вводити «кліматичні поправки» безпосередньо до максимальних снігозапасів та стокоформуючих опадів під час весняного водопілля та паводків, а також до коефіцієнтів стоку.

З метою отримання прогностичних значень температури та опадів на території рівнинної України в дослідженні авторами [27] були використанні

результати моделювання двох глобальних кліматичних моделей різних прогностичних центрів.

Для оцінки можливих змін характеристик максимального стоку весняного водопілля побудовані залежності середньобаторічних снігозапасів від середньобаторічної температури, опадів за період водопілля від середньобаторічної їх величини та залежність коефіцієнта водутворення від температури (рис.5.1 - рис.5.3). Отримані залежності мають досить високі коефіцієнти кореляції (для залежності $S_m = f(\bar{X})$ - $r = 0.88$; для залежності $X_{III-V} = f(\bar{X})$ - $r = 0.90$). Отже, в залежності від розрахованих за однією з моделей та відповідним сценарієм, прогнозних значень X можна внести відповідну поправку до значень снігозапасів та опадів під час водопілля.

Отримані результати свідчать про наявність сталих зв'язків між характеристиками, які визначають об'єм водопілля і основними кліматичними характеристиками - опадами і температурою повітря, і отже про можливість безпосереднього врахування змін клімату на стік водопілля [27].

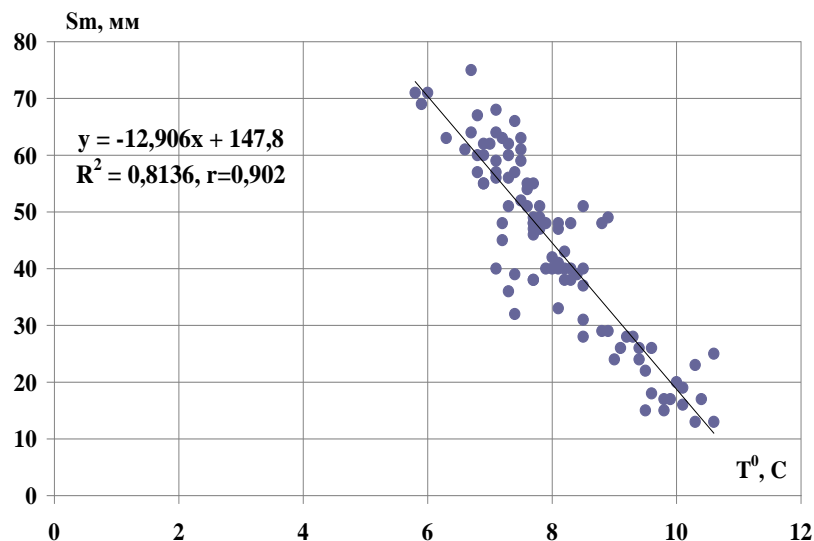


Рис. 5.1 - Залежність максимальних снігозапасів на початок весняного водопілля від середньо-баторічної температури повітря (рівнинна територія України) [27]

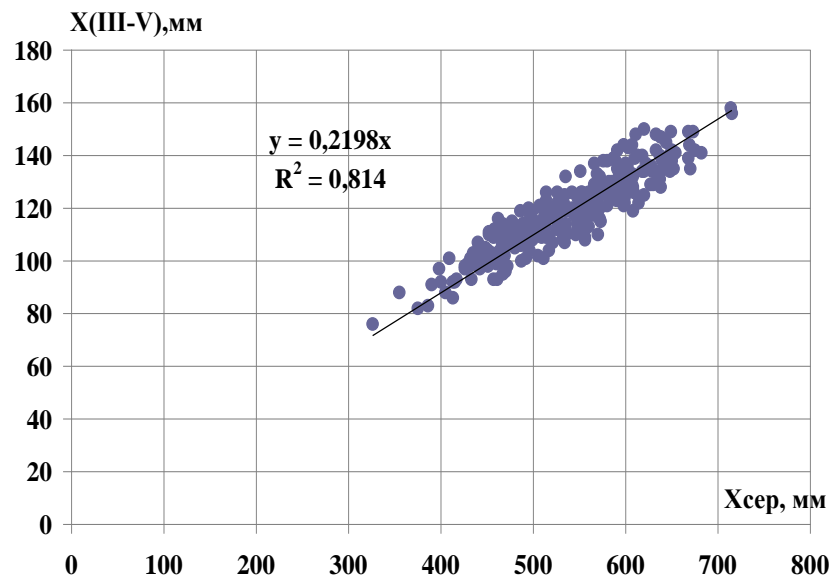


Рис. 5.2 - Залежність опадів за період водопілля від середньобогаторічної величини (рівнинна територія України) [27]

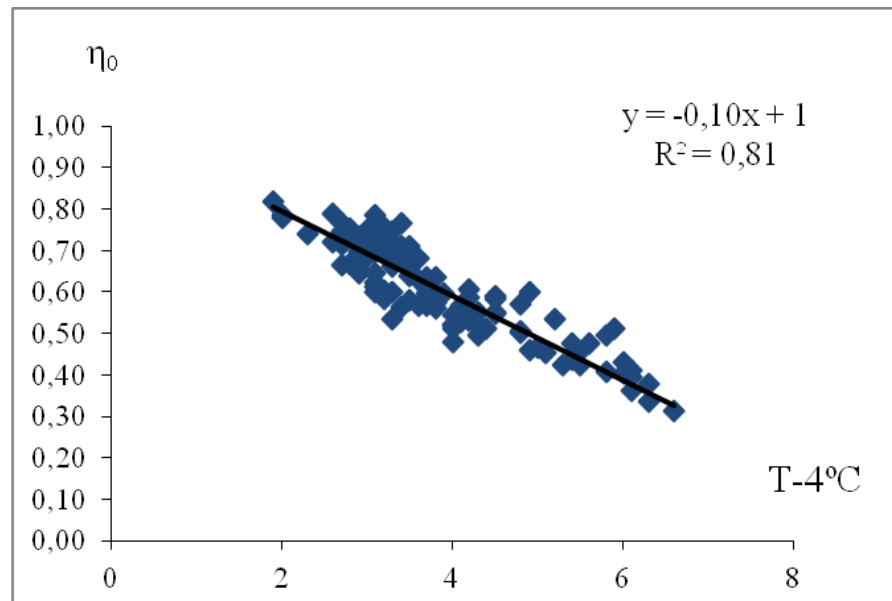


Рис. 5.3 – Графік залежності коефіцієнта водоутворення від середньобогаторічної температури повітря [27]

Розрахунковими складовими є $(S_m + \Sigma x)$, по яких і проводилась оцінка впливу змін клімату. Якщо прийняти, що в сценарних варіантах тривалість схилового припливу T_0 зберігається незмінною по відношенню до базових величин, то тоді досить просто можна встановити коефіцієнти змін витрат води весняного водопілля [27]

$$k_{зм} = \frac{(S_m + \Sigma x)_{прогн} \cdot \eta_{прогн}}{(S_m + \Sigma x)_{сучасн} \cdot \eta_{сучасн}}. \quad (5.1)$$

де $k_{зм}$ – коефіцієнт змін клімату;

В формулі (5.1) осереднені за багаторічний період прогностні величини середніх максимальних снігозапасів, опадів та коефіцієнтів стоку весняного водопілля визначаються з використанням залежностей, представлених на (рис 5.1), по прогностних значеннях температури і опадів за будь-яким сценарієм та моделлю на обраний розрахунковий період. Відповідні сучасні значення тих же самих величин отримані за результатами розрахунків по наявних рядах гідрометеорологічних спостережень [24,26].

На (рис.5.4) наведені результати розрахунку та узагальнення по басейну Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся коефіцієнту, який отриманий з використанням даних регіональної кліматичної моделі RASMO 2 та сценаріїв RCP 4.5 та RCP 8.5.

Згідно з відносно м'яким сценарієм RCP 4.5 на період до 2050 р. прогноз щодо максимального стоку весняного водопілля неоднозначний. Незначне зниження максимальних модулів стоку 1%-ої забезпеченості на 5-10 % можна очікувати в басейнах Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся (рис. 5.4, а)).

У випадку використання більш жорсткого сценарію RCP 8.5, більшість результатів схожі, але для території прогнозується зниження стоку весняного водопілля до 10-15% (рис. 5.4, б)).

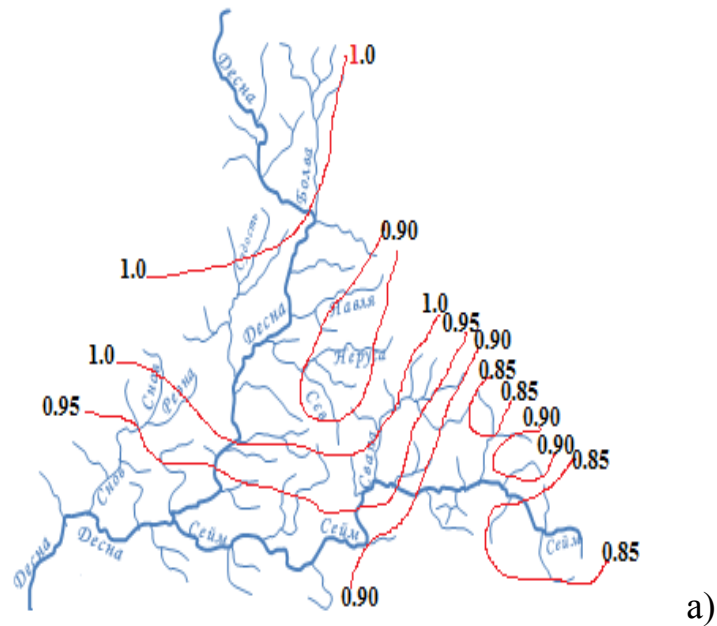


Рис. 5.4– Розподіл коефіцієнтів впливу змін клімату k_{zm} на максимальні модулі стоку весняного водопілля $q_{1\%}$ в басейні Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся, модель RASMO, RCP 4.5) на період 2011-2050 рр. відносно даних до 2010 р.

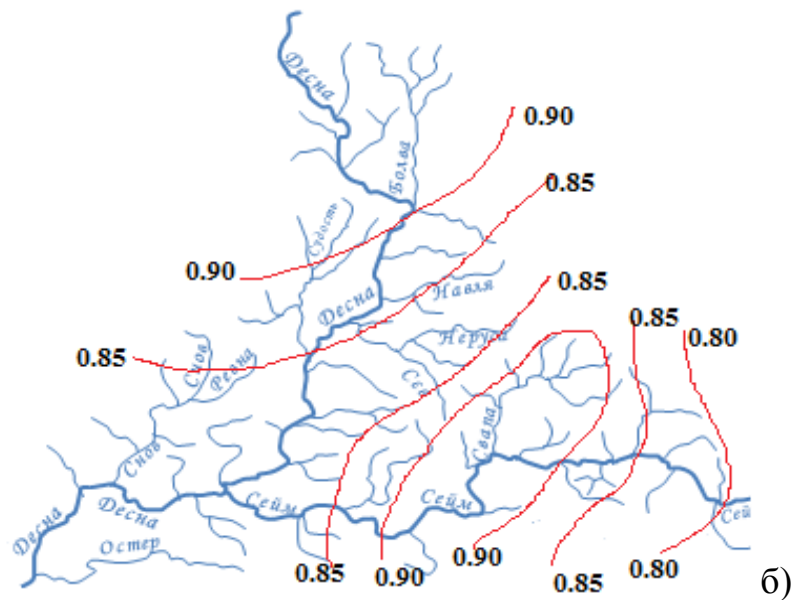


Рис. 5.4– Розподіл коефіцієнтів впливу змін клімату k_{zm} на максимальні модулі стоку весняного водопілля $q_{1\%}$ в басейні Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся, (модель RASMO, RCP 8.5) на період 2011-2050 рр. відносно даних до 2010 р.

Аналізуючи отримані результати, слід відмітити, що результати не суттєво відрізняються, а саме - за сценарієм RCP4.5 прогнозується зниженням максимальних модулів весняного водопілля до 2050 року на рівні 5-10%, а за більш жорстким сценарієм (RCP8.5) - 10-20%.

ВИСНОВКИ

1. В магістерській роботі досліджуються водозбори річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся, які включають в себе 46 гідрологічних постів з періодом спостережень від 7 до 127 років. На досліджуваній території також знаходяться 40 метеостанцій. Діапазон площ водозборів – від 6,20 км² (лог Райчик – с.Польова Лукашівка) до 814000 км² (р.Десна – м.Чернігів).

2. Аналіз нормативних та регіональних методик, які рекомендовані для визначення максимального стоку невивчених річок досліджуваної території показав такі результати:

2.1 Максимальні витрати води, які розраховані за регіональною формулою О.О.Соколова дають на 4% занижені результати порівняно з максимальними витратами, які отримані в результаті статистичної обробки за даними до 2010 р., а похибка розрахунків за даною методикою складає ($\Delta=\pm 39,3\%$), що при точності вихідної інформації 20,7%, є незадовільним результатом.

2.2 Максимальні витрати розраховані за формулою граничної інтенсивності, виявилися завищеними на 25% порівняно з максимальними витратами, отримані в результаті статистичної обробки за даними до 2010 р, похибка за методикою складає ($\Delta=\pm 46,2\%$).

2.3. Для визначення максимальних витрат води весняного водопілля рекомендується використовувати операторну модель Є.Д.Гопченка, яка найбільш повно враховує усі стокоформуючі фактори та дозволяє вводити кліматичні поправки до розрахованих витрат води рідкісної ймовірності перевищення.

3. Статистична обробка рядів максимальних витрат, шарів стоку і снігозапасів, у відповідності в рекомендацією СНіП 2.01.14-83, виконувалася з використанням кривих біноміального і трипараметричного гамма-розподілу по методах моментів та найбільшої правдоподібності.

4. В результаті статистичної обробки отримані основні характеристики стокових рядів, а також розраховані витрати води та шари стоку весняного водопілля різної забезпеченості (1, 3, 5, 10%).

5. Величини шарів стоку Y_m , середньобогаторічних максимальних запасів води в сніговому покриві S_m , тривалість схилового припливу T_0 , коефіцієнт стоку η , узагальнені для всієї території басейну у вигляді карт.

6. Опади за час водопілля розраховуються за формулою (3.53).

7. Коефіцієнти варіації максимальних снігозапасів узагальнені для всієї території басейну у вигляді залежності від середнього багаторічного значення снігозапасів (рис.3.11). Відношення C_s/C_v осереднене, і дорівнює $C_s/C_v=2,0$. Далі використовуючи таблицю трипараметричного розподілу, розраховані значення $(Sm + X)_{1\%}$.

8. Коефіцієнт нерівномірності припливу води з схилів до руслової мережі, який для досліджуваної території дорівнює $(n+1)/n=18,5$, звідки $n=0,06$.

9. Отримані значення трансформаційної функції, які змінюються межах від 0,05 до 0,35.

10. Вплив русло-заплавного регулювання на максимальний стік визначається за допомогою коефіцієнта русло-заплавного регулювання ε_F . Значення коливаються від 1,00 для малих водозборів та для великих водозборів до 0,20. Цей параметр отриманий зворотнім розрахунком та узагальнений у вигляді залежності від площі водозборів.

11. Врахування можливих змін клімату виконане з використанням даних регіональної кліматичної моделі *RACMO2* та сценаріїв *RCP4.5* і *RCP8.5*.

12. Аналізуючи отримані результати, слід відмітити, що результати не суттєво відрізняються, а саме - за сценарієм *RCP4.5* прогнозується зниженням максимальних модулів весняного водопілля до 2050 року на рівні 5-10%, а за більш жорстким сценарієм (*RCP8.5*)- 10-15%.

13. Середньоквадратична похибка (за операторною моделлю) методикою розрахунків максимального стоку весняного водопілля для річок досліджуваної території складає $\pm 21,6\%$, що дозволяє рекомендувати пропоновану методику для визначення максимальних витрат весняного водопілля річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся в якості регіональної.

14. Отримані результати можуть бути використані для обґрунтування різних водогосподарських робіт при розробці раціонального використання водних ресурсів річки Десна.

Список використаної літератури

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Бассейн Среднего и Нижнего Поднепровья. Л.: Гидрометеиздат, 1967. – т.6, вып. 2 – 492 с.
2. Швец Г.І., Ігошин М.І – Каталог річок і водойм України. – Навчально-довідковий посібник. За редакцією професора Є.Д.Гопченко.– Одеса:Астропринт, 2003. – 392с.
3. Географічна енциклопедія України : у 3 т. / редколегія: О. М. Маринич (відпов. ред.) та ін. — К. : «Українська радянська енциклопедія» ім. М. П. Бажана, 1989. – 520с.
4. Портал «Природа України» [Електронний ресурс]: <http://geomap.land.kiev.ua/> Персональна сторінка автора проекту Андрій Грачев/<http://apg.name/> © [A. Grachev](#), 2010 – 2018.
5. Кліматичний кадастр України. Державна гідрометеорологічна служба – К:2006, електронний ресурс.
6. Гребінь В.В Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В.Гребінь. – К.:Ніка – Центр, 2010. – 316 с.
7. Атлас України [Електронний ресурс]: Кер. проекту Л.Г.Руденко, В.С.Чабанюк, А.І.Бочковська / Інститут географії Національної академії наук України і Товариство з обмеженою відповідальністю «Інтелектуальні системи ГЕО», Інтелектуальні Системи ГЕО, 1999 – 2000.
8. Вишневський В.І., Косовець О.О. –Гідрологічні характеристики річок України.-К.: Ніка-Центр 2003. – 324 с.
9. Соколовский Д.Л. Речной сток. – Л.: Гидрометеиздат, 1968.– 532 с.
10. Гопченко Е.Д. О редуционных формулах максимального стока Тр.УкрНИГМИ, 1980. – Вып.175. – С. 85 – 93.
11. Бефани А.Н., Бефани Н.Ф., Гопченко Е.Д. Региональные модели формирования паводочного стока на территории СССР. – Обнинск, 1981. – 60 с.

12. Железняк И.А. Определение максимального расхода половодья по типовым характеристикам гидрометеорологических условий водосбора//Тр. УкрНИГМИ, 1985. – Вып.201 - М. Гидрометеиздат, С.15 – 27.
13. Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.
14. Гопченко Е.Д., Гушля А.В. Гидрология с основами мелиорации – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 306 с.
15. Гопченко Е. Д., Овчарук В. А. Формирование максимального стока весеннего половодья в условиях юга Украины. ТЭС, Одесса, 2002, 110с.
16. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Гидрологические основы управления речным стоком.- М.: 1981. – 254 с.
17. Гідрологічні розрахунки: підручник / Є.Д.Гопченко, Н.С.Лобода, В.А. Овчарук ; Одеський державний екологічний університет,- Одеса: ТЕС, 2014. – 484с.
18. Лобода Н.С., Овчарук В.А. - Гідрологічні розрахунки: Конспект лекцій. – Дніпропетровськ: ПБП «Економіка» – 2006. – 175 с.
19. Іващенко С.В. Розрахункові характеристики весняного водопілля в басейні р.Сейм. Збірник тез за матеріалами студентської наукової конференції ОДЕКУ 6-15 квітня 2016 Одеса:ТЕС, 2016 – 133с.
20. Іващенко С.В., Максимальний стік весняного водопілля річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся/ В.А.Овчарук , С.В. Іващенко, – Матеріали Шевченківської весни - 2017. Географія (10 квітня 2017р., м.Київ) – Тези доповідей Шевченківської весни – 2017. Географія : Збірник наукових праць XV міжнародної наукової міждисциплінарної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених -Тези доповідей. – К.:Прінт Сервіс, 2017. Випуск XV. – С.45-48.
21. Іващенко С.В. Статистичні характеристики максимальних снігозапасів на території Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся –

- Матеріали XVI наукові конференції молодих вчених ОДЕКУ. – Одеса: ОДЕКУ, 2017. С.94.
22. Іващенко С.В. Небезпечні повені підчас весняного водопілля на річках Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся та їх ймовірнісна оцінка// Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2017: Сборник тезисов. Иваново: Научный мир, 2017. С.5 – 10.
23. Іващенко С.В. Катастрофічні повені, як фактор техногенної небезпеки на території Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся//Матеріали V Міжнародної наукової конференції молодих вчених "Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування" ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 29– 30 листопада 2017 р. С. 50 – 52.
24. Іващенко С.В. Методика розрахунку максимального стоку весняного водопілля в басейні річки Десна в умовах зміни клімату //Матеріали III Міжнародної наукової конференції молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія : актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» ОДЕКУ, 21–23 березня 2018р. – С. 95 – 97.
25. Blöschl, G. >Valeryia Ovcharuk<, et al. Changing climate shifts timing of European floods. *Science*. Vol. 357, Issue 6351, pp. 588-590, DOI: 10.1126/science.aan 2506. 2017.
26. Іващенко С.В. Методика визначення максимального стоку в період весняного водопілля на річках Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся //Матеріали конференції молодих вчених ОДЕКУ. Подано до друку.
27. Овчарук В.А., Гопченко Є.Д., Семенова І.Г. Науково-методичні підходи до врахування глобальних змін клімату при розрахунках максимального стоку річок// Вісник Одеського державного екологічного університету. – Вип.14. – Одеса: ТЕС – 2012. – С.141–150.
28. Гопченко Є.Д., Бойко В.М. Розрахункова схема максимального весняного стоку в басейні р.Сейм // Періодичний наук. зб. –Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. –Київ. –2002. –Том 3.– С.137–141.

ДОДАТКИ

Додаток А

Додаток А.1. – Основні гідрографічні характеристики водозборів річок до гідрометричних створів та гирла

№ п/п	№ по карті	Річка-пост	Відстань L, км		Уклон річки I, %		Площа водозбору F, км ²	Середня висота Н _{ср} , м	Заболоченість f _б , %	Лісистість f _л , %	Розпахнутість, %
			4	5	6	7					
1	95	р.Убідь- с.Кудрівка	75	75	0,6	0,6	970	160	8	22	40
2	121	р.Снов- с.Носівка	171	171	0,4	0,3	7140	160	21	18	-
3	77	р.Десна- с.Розльоти	669	669	0,2	0,1	36300	190	2	30	-
4	103	р.Сейм- с.Мугіно	643	643	0,2	0,08	25600	210	1	7	-
5	119	р.Клевень- с.Шарпівка	123	123	0,6	0,4	2440	180	3	8	60
6	94	р.Головесня- с.Пакошичи	11	9,4	5,2	4,5	29,5	180	<1	13	80

Продовження дод.А.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	122	р.Ревна- с.Залізний міст	33	33	0,8	0,6	380	170	4	12	40
8	93	р.Івотка-с.Івот	69	69	1,3	0,8	1260	190	6	30	60
9	120	р.Есмань - с.Ротівка	60	60	0,9	0,8	628	180	5	12	60
10	102	р.Сейм- м.Рильськ	386	386	0,3	0,1	18100	210	1	8	-
11	101	р.Сейм-м.Льгів	284	284	0,3	0,1	10700	214	1	5	-
12	113	р.Прут- с.Ширково	39	43	2,2	0,7	530	200	3	14	60
13	112	р.Реут- с.Любицька	71	75	1,3	0,6	960	210	1	6	70
14	111	лог.Райчик- с.Польова Лукашівка	0,1	2,3	26	23	6,2	220	<1	15	60
15	100	р.Сейм- Глушково	244	244	0,4	0,2	8900	220	3	5	-

Продовження дод.А.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	110	лог.Мересье-х.Алексеевский	4,4	4,4	10	9	9,50	220	<1	8	60
17	99	р.Сейм-пос.Ришково	178	178	0,5	0,3	7460	220	1	5	-
18	98	р.Сейм-с.Леб'яже	161	161	0,5	0,3	4870	220	1	4	-
19	108	р.Гускарь-м.Курськ	100	104	0,9	0,5	2380	230	1	5	70
20	107	р.Гускарь-х.Вирки	95	91	0,7	0,6	2320	230	<1	4	70
21	106	р.Гускарь-с.Свобода	57	61	1,4	0,9	1690	230	1	4	50
22	105	р.Рать-с.Беседіно	46	46	1	0,8	630	215	<1	6	70
23	104	р.Полная-с.Губанівка	25	29	2,4	1	333	225	1	7	70
24	97	р.Сейм-с.Зуєвка	89	89	0,8	0,5	2320	220	1	2	80

Продовження дод.А.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
25	96	р.Сейм-с.Гущино	32	32	1,9	1,6	375	240	0	2	70
26	109	р.Снова-с.Щурово	59	59	1	0,8	781	230	1	40	70
28	116	р.Свапа-м.Старий Город		122	122	0,6	0,4	3690	210	2	11
29	115	р.Свапа-с.Михайлівка	75	75	0,8	0,7	2800	210	1	10	70
30	118	р.Чернь-с.Плоске	13	17	3	2,3	96,3	240	<1	5	-
31	114	р.Свапа-с.Локтіоново	36	36	1,3	1,1	419	220	1	6	70
32	117	р.Усожа-м.Фатіж	36	36	1,1	1	364	225	1	4	80
33	88	р.Сєв-с.Ново-Ямське	45	45	0,9	0,6	1150	200	3	13	60
34	87	р.Неруса-с.Радогощ	47	47	1,1	0,8	1020	220	1	23	60

Продовження дод.А.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
35	90	р.Судость- с.мт.Погар	156	156	0,4	0,3	5180	180	6	16	-
36	92	р.Рожок- с.Красне	2	12	2,7	2,3	60	200	1	8	50
37	91	р.Коста- с.Глазово	11	11	2,9	2	150	190	4	1	50
38	89	р.Соля - с.Мальцево	5	8,4	2,5	2,4	39,4	180	3	96	10
39	86	р.Навля -с.мт. Навля	71	73	0,8	0,7	1560	210	3	15	50
40	74	р.Десна- м.Брянськ	349	349	0,3	0,2	13700	190	1	40	-
41	73	р.Десна- с.Голубея	231	231	0,4	0,3	4770	210	1	27	-
42	71	р.Десна- с.Олександрівка	107	107	0,6	0,4	1710	220	3	35	20

Продовження дод.А.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
43	85	р.Снежень-м.Карачів	25	21	2,7	1,3	282	220	5	5	60
44	82	р.Ветьма-с.Круча	85	85	0,6	0,4	1370	195	2	40	30
45	84	р.Болва-с.Псурь	136	136	0,5	0,4	3210	200	1	44	-
46	83	р.Болва-м.Кіров	72	72	0,8	0,6	1660	230	0	34	30

Додаток А.2. – Середньомісячна та річна температура повітря

<i>ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ</i>														
<i>СЕРЕДНЯ МІСЯЧНА І РІЧНА ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ (°C)</i>														
<i>Характеристика</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XI</i>	<i>XII</i>	<i>Рік</i>	
<i>1. Семенівка</i>														
<i>Середня</i>	-8,0	-6,5	-1,4	6,9	13,8	17,0	18,0	17,1	12,1	6,1	0,4	-4,2	5,9	
<i>Середнє квадратичне відхилення</i>	4,4	3,8	3,1	2,0	2,1	1,9	1,4	1,2	1,4	1,7	2,1	2,7	1,1	
<i>Найбільш низька</i>	-17,5	-17,2	-9,5	0,3	9,5	14,2	15,5	15,0	9,2	1,7	-8,8	-11,2	3,8	
<i>Рік</i>	1987	1929	1952	1929	1980	1933	1935	1987	1973	1976	1993	1933	1987	
<i>Найбільш висока</i>	-1,0	1,6	4,4	11,4	17,8	20,6	23,4	21,7	16,1	10,5	4,1	1,9	8,5	
<i>Рік</i>	1989	2002	1990	1950	1975	1964	1936	1929	1937	1935	1969	1960	1970	
<i>2. Щорс</i>														

Продовження дод.А.2.

<i>Середня</i>	-7,3	-5,9	-0,8	7,6	14,5	17,6	18,6	17,7	12,7	6,6	0,9	-3,6	6,6
<i>Середнє квадратичне відхилення</i>	4,3	3,7	3,0	2,0	2,1	1,8	1,4	1,2	1,4	1,6	2,0	2,6	1,0
<i>Найбільш низька</i>	-16,6	-16,8	-8,7	0,7	10,1	13,8	16,2	14,7	10,1	2,4	-7,9	-10,5	4,5
<i>Рік</i>	1963, 1987	1929	1952	1929	1980	1928	1979	1926	1973	1946, 1976	1993	1933	1987
<i>Найбільш висока</i>	-0,3	2,1	5,1	12,3	18,5	21,3	23,9	22,0	16,6	11,1	5,2	2,4	8,6
<i>Рік</i>	1989	2002	1990	1950	1975	1964	1936	1929	1937	1929	1926	1960	1989
<i>9. Глухів</i>													
<i>Середня</i>	-8,1	-6,9	-1,7	7,1	14,2	17,2	18,3	17,5	12,4	6,2	0,4	-4,3	6,0
<i>Середнє квадратичне відхилення</i>	4,3	3,9	3,2	2,2	2,1	1,7	1,4	1,3	1,3	1,8	2,1	2,8	1,0
<i>Найбільш низька</i>	-17,5	-17,6	-10,5	0,1	9,4	14,1	16,0	15,2	8,9	1,6	-9,0	-11,7	3,7
<i>Рік</i>	1987	1956	1952	1929	1941	1904	1935	1928, 1933	1894	1976	1993	1933	1987
<i>Найбільш висока</i>	-1,6	1,3	4,2	11,5	18,2	22,7	23,5	21,8	15,9	10,5	4,7	1,4	7,9
<i>Рік</i>	1899, 1989	2002	1990	1975	1975	1901	1936	1929	1924	1929	1926	1960	1975
МАКСИМУМ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ (°С)													
<i>Характеристика</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XI</i>	<i>XII</i>	<i>Рік</i>
<i>1. Семенівка</i>													
<i>Середній</i>	-4,7	-3,1	2,4	11,9	19,7	22,7	23,6	23,2	17,7	10,5	3,0	-1,6	10,4
<i>Середнє квадратичне відхилення</i>	3,6	3,1	2,9	2,4	2,6	2,2	1,7	1,6	2,0	1,8	2,0	2,2	1,1
<i>Середній з абсолютних</i>	2,9	3,3	10,9	21,0	27,4	29,4	30,1	30,2	25,9	18,5	10,0	5,2	31,1

Продовження дод.А.2.

<i>Середнє квадратичне відхилення</i>	2,0	3,0	5,0	3,5	2,2	1,9	2,2	1,6	2,1	2,5	2,4	2,5	1,7
<i>Абсолютний</i>	7,3	13,7	19,8	28,3	32,0	33,8	37,8	37,5	30,9	25,6	16,6	10,3	37,8
<i>Рік</i>	1975	1990	1990	1950	1979	1954	1936	1946	1944	1966	1967	1961	1936
<i>Дата</i>	6	26	20	23	31	28	30	20	9	6	1	3	30.VII
<i>2. Щорс</i>													
<i>Середній</i>	-4,1	-2,4	3,0	12,7	20,3	23,3	24,3	23,7	18,3	11,1	3,5	-1,1	11,1
<i>Середнє квадратичне відхилення</i>	3,5	3,0	3,0	2,3	2,5	2,2	1,7	1,6	2,0	1,7	2,0	2,2	1,1
<i>Середній з абсолютних</i>	3,1	3,9	11,8	22,0	27,6	29,8	30,5	30,5	26,1	18,9	10,4	5,7	31,6
<i>Середнє квадратичне відхилення</i>	2,1	3,2	4,8	2,5	2,3	2,2	1,9	1,8	2,1	2,3	2,6	2,6	1,7
<i>Абсолютний</i>	7,7	14,3	20,7	29,0	32,4	34,7	37,4	38,0	32,0	25,7	20,8	11,0	38,0
<i>Рік</i>	1975	1990	1990	1950	1979	1954	1936	1946	1944	1929	1926	1964	1946
<i>Дата</i>	6	26	20	23	31	28	30	20	9			5	20.VIII
<i>МАКСИМУМ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ (°C)</i>													
<i>Характеристика</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XI</i>	<i>XII</i>	<i>Рік</i>
<i>9. Глухів</i>													
<i>Середній</i>	-4,9	-3,5	1,9	12,2	20,0	22,9	24,0	23,6	18,1	10,6	2,9	-1,8	10,5
<i>Середнє квадратичне відхилення</i>	3,5	3,1	2,9	2,6	2,6	2,0	1,7	1,7	2,0	2,0	2,1	2,4	1,0
<i>Середній з абсолютних</i>	2,6	3,0	10,3	21,9	27,5	29,3	30,1	30,5	26,0	18,7	9,9	4,9	31,5

Продовження дод.А.2.

<i>Середнє квадратичне відхилення</i>	1,6	3,0	5,1	2,9	2,3	2,1	2,0	2,0	2,1	2,6	2,5	2,6	1,6
<i>Абсолютний</i>	5,9	12,3	20,4	28,2	31,9	33,6	36,9	37,0	31,7	25,7	16,4	10,2	37,0
<i>Рік</i>	1975	1990	1983	1975	1979	1938, 1946	1936	1946	1944	1915	1967	1982	1946
<i>Дата</i>	6	26	27	29	31	30,12	30	20	10		1	19	20.VIII

Додаток А.3. – Мінімальна температура повітря

<i>МІНІМУМ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ (°C)</i>													
<i>Характеристика</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XI</i>	<i>XII</i>	<i>Рік</i>
<i>1. Семенівка</i>													
<i>Середній</i>	-11,4	-10,0	-4,9	2,6	8,1	11,3	12,7	11,7	7,3	2,5	-2,0	-6,9	1,8
<i>Середнє квадратичне відхилення</i>	5,2	4,6	3,8	1,8	1,7	1,5	1,1	1,0	1,1	1,7	2,4	3,3	1,1
<i>Середній з абсолютних</i>	-25,1	-22,2	-16,2	-3,5	0,6	4,9	7,5	5,3	0,1	-5,5	-11,7	-19,8	-26,7
<i>Середнє квадратичне відхилення</i>	5,4	6,6	8,2	2,6	1,9	2,2	1,4	2,3	2,0	2,4	5,0	5,7	4,5
<i>Абсолютний</i>	-35,7	-34,5	-36,6	-19,9	-2,7	0,4	4,3	0,2	-4,6	-13,2	-23,8	-33,5	-36,6
<i>Рік</i>	1987	1956	1964	1931	1944, 1986	1930	1976	1966	1986	1940	1989	1930	1964

Продовження дод.А.3.

<i>Дата</i>	8	1	8	5	2,6	4	6	31	29	29	27	31	8.III
<i>2. Щорс</i>													
<i>Середній</i>	-10,7	-9,3	-4,2	3,2	8,7	11,9	13,2	12,3	7,9	2,9	-1,5	-6,3	2,3
<i>Середнє квадратичне відхилення</i>	5,3	4,5	3,5	1,8	1,7	1,5	1,2	0,9	1,0	1,7	2,2	3,2	1,1
<i>Середній з абсолютних</i>	-24,0	-21,5	-15,1	-3,4	1,0	5,5	8,0	5,7	0,4	-5,2	-10,2	-19,0	-26,6
<i>Середнє квадратичне відхилення</i>	5,9	7,3	8,2	2,5	2,0	2,3	1,7	2,3	2,1	2,2	5,4	5,2	5,3
<i>Абсолютний</i>	-34,9	-35,2	-37,0	-18,9	-2,6	1,2	4,2	-1,1	-3,4	-9,6	-20,7	-32,6	-37,0
<i>Рік</i>	1940	1970	1964	1931	1939, 1971	1982	1976	1966	1986	1956	1989	1930	1964
<i>МІНІМУМ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ (°C)</i>													
<i>Характеристика</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XI</i>	<i>XII</i>	<i>Рік</i>
<i>9. Глухів</i>													
<i>Середній</i>	-11,6	-10,6	-5,1	2,8	8,5	11,6	13,0	12,0	7,6	2,5	-2,1	-7,1	1,8
<i>Середнє квадратичне відхилення</i>	5,2	4,8	3,8	1,9	1,5	1,5	1,1	1,1	1,1	1,7	2,4	3,5	1,1
<i>Середній з абсолютних</i>	-25,5	-23,6	-17,3	-3,6	1,2	5,5	7,9	5,6	-0,1	-5,3	-11,8	-20,1	-28,3
<i>Середнє квадратичне відхилення</i>	6,0	7,4	8,1	2,6	1,9	2,1	1,7	2,4	2,0	2,7	4,7	5,1	5,6
<i>Абсолютний</i>	-39,8	-36,1	-36,7	-18,8	-3,9	0,7	3,6	-1,6	-4,6	-11,5	-23,0	-33,9	-39,8
<i>Рік</i>	1987	1985	1964	1931	1946	1933	1968	1966	1958	1898	1989	1895	1987
<i>Дата</i>	9	10	8	5	13	4	23	31	18		30		9. I

Додаток.А.4. – Середня місячна та річна кількість опадів

<i>СЕРЕДНЯ МІСЯЧНА І РІЧНА КІЛЬКІСТЬ ОПАДІВ (мм) З ПОПРАВКАМИ НА ЗМОЧУВАННЯ</i>															
<i>Характеристика</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XI</i>	<i>XII</i>	<i>Холод-ний період (XI-III)</i>	<i>Теплий період (IV-X)</i>	<i>Рік</i>
<i>1. Семенівка</i>															
<i>Середня</i>	38	30	37	41	50	83	93	71	55	40	52	48	205	433	638
<i>Середнє квадратичне відхилення</i>	16,2	14,9	19,3	20,0	18,9	37,7	40,0	38,2	39,1	26,7	20,5	18,6	44,2	75,4	87,1
<i>Коефіцієнт варіації</i>	0,43	0,50	0,53	0,49	0,38	0,46	0,43	0,54	0,72	0,67	0,40	0,39	0,21	0,17	0,14
<i>Найменша</i>	4	3	4	1	1	6	19	9	1	0	6	3	86	274	410
<i>Рік</i>	1972	1972	1974	1948	1891	1964	1963	1944	1888	1987	1894	1948	1949	1959	1975
<i>Найбільша</i>	75	76	76	96	136	207	175	222	147	122	160	88	294	588	921
<i>Рік</i>	1936	1958	1966	1944	1942	1886	1979	1946	1933	1981	1944	1981	1966	1945	1933
<i>3. Щорс</i>															
<i>Середня</i>	42	38	38	42	49	79	92	67	47	37	48	51	217	413	630
<i>Середнє квадратичне відхилення</i>	20,4	21,5	19,7	19,3	21,6	34,5	54,6	31,0	33,9	27,7	22,7	23,1	55,1	86,3	105,4
<i>Коефіцієнт варіації</i>	0,48	0,57	0,52	0,46	0,44	0,44	0,59	0,46	0,72	0,74	0,47	0,45	0,25	0,21	0,17
<i>Найменша</i>	7	3	2	7	7	12	10	7	3	3	3	5	103	221	347
<i>Рік</i>	1933	1976	1974	1948	1979	1940	1987	1900, 1939	1944, 1967	1987	1958	1903	1949	1946	1946

Продовження дод.А.4.

<i>Найбільша</i>	82	81	92	121	167	206	216	202	155	131	119	105	342	595	929
<i>Рік</i>	1966	1969	1944	1944	1896	1932	1980	1933	1933	1952	1944	1966	1967	1980	1933
<i>СЕРЕДНЯ МІСЯЧНА І РІЧНА КІЛЬКІСТЬ ОПАДІВ (мм) З ПОПРАВКАМИ НА ЗМОЧУВАННЯ</i>															
<i>Характеристика</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XI</i>	<i>XII</i>	<i>Холод-ний період (XI-III)</i>	<i>Теплий період (IV-X)</i>	<i>Рік</i>
<i>16. Глухів</i>															
<i>Середня</i>	38	30	39	40	58	75	88	56	48	37	45	46	198	402	600
<i>Середнє квадратичне відхилення</i>	21,9	18,4	22,1	23,1	32,1	36,8	38,3	27,6	38,5	21,9	23,2	24,9	68,7	96,9	117,2
<i>Коефіцієнт варіації</i>	0,58	0,62	0,56	0,57	0,55	0,49	0,44	0,49	0,80	0,60	0,52	0,54	0,34	0,24	0,19
<i>Найменша</i>	2	2	3	5	0	8	22	2	4	0	4	2	73	210	349
<i>Рік</i>	1972	1976	1953	1948, 1984	1936	1935	1936	1900	1975	1987	1958	1938	1954	1963	1975
<i>Найбільша</i>	147	95	93	150	142	171	191	139	161	149	116	131	383	601	818
<i>Рік</i>	1915	1930	1931	1905	1983	1902	1985	1931	1971	1952	1952	1916	1966	1973	1970

Додаток.А.5. – Середня та річна швидкість вітру

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
<i>1. Семенівка (висота флюгера 12 м; М - 63 - 12 м)</i>													
Середня	3,7	3,8	3,5	3,4	2,9	2,7	2,5	2,4	2,9	3,3	3,8	3,9	3,2
Середнє квадратичне відхилення	0,8	1,1	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,6	0,6	0,8	0,6	0,4
Коефіцієнт варіації	0,22	0,30	0,19	0,17	0,18	0,18	0,20	0,15	0,20	0,19	0,20	0,16	0,11
Найменша	2,1	2,2	2,4	2,3	1,9	1,9	1,6	1,9	1,7	2,2	2,6	2,8	2,6
Рік	1981	1980	1975	1980	1981	1961, 1981	1975	1981, 1985	1980	1961	1980	1961, 1980	1961, 1980
Найбільша	5,3	7,8	5,4	4,6	4,0	3,6	4,3	3,2	4,1	5,1	5,6	5,9	3,9
Рік	1983	1969	1990	1965	1969	1965, 1976	1968	1969	1985	1971	1973	1975	1960
Максимальна	26а	40ф	40ф	28а	28ф	34ф	35а	40ф	24ф,а	40ф	40ф	28ф	40ф
Рік	1989	1969	1972	1986	1969	1968	1984	1972	1969, 1988	1971	1973	1967	1972, 1973
Дата	19	12, 13	24	27	21	29	19	8	28, 8	23	26	11	24.III, 8.VIII
<i>2. Щорс (висота флюгера 12 м; М - 63 - 10 м)</i>													
Середня	3,1	3,2	2,9	2,8	2,4	2,2	2,1	2,0	2,3	2,5	3,0	3,1	2,6
Середнє квадратичне відхилення	0,9	1,1	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,7	0,5
Коефіцієнт варіації	0,29	0,35	0,28	0,24	0,27	0,27	0,25	0,26	0,24	0,22	0,26	0,21	0,20
Найменша	1,5	1,7	1,7	1,5	1,3	1,1	1,1	1,2	1,1	1,5	1,7	2,0	1,9
Рік	1988	1982, 1985	1986	1990	1983	1988	1988	1985	1983	1987	1980	1990	1988
Найбільша	5,3	6,9	5,2	4,2	3,6	3,2	3,3	3,6	3,6	3,7	4,8	4,3	3,7
Рік	1965	1969	1961	1961	1969	1962	1968	1967	1973	1971	1973	1975	1962
Максимальна	25ф	25ф	25ф	24ф	30ф	25ф	20а	26а	28ф	25ф	24ф	25ф	30ф
Рік	1968	1969	1966	1967	1965	1968	1984	1979	1973	1971	1970	1967	1965
Дата	14, 27	12, 17	22	18	20	29	19	5	1	23	23	11	20.V
<i>9. Глухів(висота флюгера 12м; М-63-10м)</i>													

Продовження дод.А.5.

<i>Середня</i>	3,6	3,7	3,5	3,3	2,9	2,6	2,4	2,4	2,7	3,1	3,6	3,8	3,1
<i>Середнє квадратичне відхилення</i>	0,9	1,1	0,9	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	1,0	0,6	0,5
<i>Коефіцієнт варіації</i>	0,25	0,30	0,26	0,18	0,21	0,23	0,21	0,25	0,22	0,19	0,28	0,16	0,16
<i>Найменша</i>	1,5	2,0	1,5	2,2	1,6	1,1	1,3	1,4	1,6	1,9	1,8	2,2	2,1
<i>Рік</i>	1988	1986	1986	1986	1989	1988, 1989	1988	1989	1989	1988	1986	1985	1988
<i>Найбільша</i>	5,0	7,2	5,3	4,5	4,2	3,7	3,5	4,0	3,7	4,1	5,5	5,1	4,1
<i>Рік</i>	1962	1969	1990	1965, 1979	1969	1962	1968	1961	1966	1971	1969	1975	1969
<i>Максимальна</i>	20ф,а	28ф	24а	22а	25а	30а	25а	22а	20а	25ф	24ф	24а	30а
<i>Рік</i>	1970, 1987	1969	1983	1987	1980	1981	1980	1979, 1987	1987	1970	1970, 1973	1979	1981
<i>Дата</i>	17, 18, 26	13	12	18	1	13	14	26, 6	4	31	2, 26	8	13.VI

Додаток А.6. – Статистичні характеристики максимальних снігозапасів весняного водопілля

№ п/п	Метеостанція (пост)	Широта станції, ϕ° пн.ш.	Довжина ряду	$S_{m,sp}$	Метод моментів				Метод найбільшої правдоподібності			ϕ° , в долях
					C_v	C_s	R(1)	C_s/C_v	C_v	C_s	C_s/C_v	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Семенівка	52,18	73	57	0,48	1,09	0,16	2,20	0,48	1,15	2,40	52,30

Продовження дод.А.6.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	Новгород-Сіверський	52°01'	68	57	0,66	1,36	0,39	2,10	0,66	1,49	2,30	52,02
3	Пакошичи	51°46'	71	78	0,54	0,93	0,23	1,70	0,54	0,97	1,80	51,77
4	Макошино	51°27'	70	43	0,70	1,37	0,32	2,00	0,70	1,49	2,10	51,45
5	Чернігів	51°29'	закритий									51,48
6	Кудрівка	51° 06'	29	90	0,61	0,99	0,39	1,6	0,61	1,15	1,9	51,06
7	Остер	50°57'	43	54	0,77	1,45	0,65	1,90	0,80	1,83	2,30	50,95
8	Ніжин	51°03'	50	53	0,79	1,48	0,47	1,90	0,82	1,81	2,20	51,05
9	Глухів	51°39'	74	58	0,61	1,22	0,04	2,00	0,62	1,30	2,10	51,65
10	Конотоп	51°14'	51	55	0,70	1,46	0,13	2,10	0,71	1,67	2,40	51,23
11	Мутино	51°24'	66	59	0,61	0,77	0,24	1,30	0,61	0,80	1,30	51,40
12	Єльня	54°34'	54	86	0,44	0,60	0,28	1,40	0,44	0,63	1,50	54,57
13	Спас-Деменський	53°24'	57	81	0,46	0,85	0,16	1,90	0,46	0,90	2,00	53,40
14	Рославль	53°58'	57	81	0,47	0,22	0,39	0,50	0,47	0,26	0,60	53,97
15	Псур	53°41'	66	95	0,40	0,16	0,02	0,40	0,40	0,20	0,50	53,68
16	Жиздра	53°45'	71	77	0,53	0,61	0,18	1,20	0,53	0,63	1,20	53,75
17	Жуківка	53°32'	67	77	0,49	0,70	0,18	1,40	0,48	0,73	1,50	53,53
18	Брянськ	53°20'	67	83	0,43	0,76	0,18	1,80	0,43	0,79	1,80	53,33
19	Карачев	53°08'	67	81	0,46	1,20	0,09	2,60	0,45	1,29	2,90	53,13
20	Почеп(Псур)	52°56'	66	63	0,51	0,67	0,22	1,30	0,51	0,69	1,40	52,93
21	Унеча	52°50'	66	71	0,47	0,61	0,09	1,30	0,47	0,63	1,40	52,83
22	Навля	52°50'	67	80	0,44	0,56	0,20	1,30	0,44	0,58	1,30	52,83
23	Трубчевськ	52°35'	67	68	0,54	0,93	0,25	1,70	0,54	0,98	1,80	52,58
24	Радогощ	52°31'	51	63	0,60	0,97	0,24	1,60	0,60	1,08	1,80	52,52

Продовження дод.А.6.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
25	Железногірськ	52°20'	54	72	0,55	0,62	0,06	1,10	0,55	0,65	1,20	52,33
26	Понирі	52°19'	66	93	0,43	0,46	0,11	1,10	0,42	0,49	1,10	52,32
27	Щурово	52°05'	40	73	0,68	2,64	0,09	3,90	0,72	3,79	5,30	52,08
28	Ново-Ямське	52°12'	67	56	0,56	1,09	0,24	1,90	0,56	1,16	2,10	52,20
29	Фатєж	52°05'	67	68	0,49	0,83	0,03	1,70	0,49	0,86	1,80	52,08
30	Хутор Дружби	52°03'	57	68	0,51	0,98	0,00	1,90	0,51	1,05	2,00	52,05
31	Щігри	51°52'	55	74	0,50	0,76	0,02	1,50	0,50	0,80	1,60	51,87
32	Щорс(Сновськ)	51°48'	67	51	0,71	1,56	0,48	2,20	0,71	1,75	2,50	51,08
33	Курськ	51°45'	62	79	0,49	0,67	0,00	1,40	0,49	0,70	1,40	51,75
34	Беседіно	51°43'	60	69	0,45	0,66	-0,09	1,50	0,45	0,69	1,50	51,72
35	Тім	51°37'	65	81	0,47	1,22	-0,10	2,60	0,46	1,31	2,80	51,62
36	Льгів	51°39'	66	58	0,54	0,54	0,00	1,00	0,54	0,56	1,00	51,65
37	Рильськ	51°34'	66	60	0,58	0,97	0,12	1,70	0,58	1,02	1,70	51,57
38	Ржава	51°14'	28	74	0,63	0,68	-0,11	1,10	0,64	0,75	1,20	51,23
39	Б.Феніно	51°10'	56	62	0,64	2,12	0,08	3,30	0,64	2,61	4,10	51,17
40	Обоянь	51°12'	51	67	0,55	0,50	-0,02	0,90	0,55	0,53	1,00	51,20

Додаток Б

Додаток Б.1. – Обчислення і спостереження витрати 1%-вої ймовірності перевищення на річках басейну Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся (за формулою О.О. Соколова)

№ п/п	№ по карті	Річка-пост	F, км ²	h _{о, карт} , мм	C _v	f _{ліс} , %	f _{бол} , %	h _{роз} , %	a	δ ₁	δ ₂	δ ₃	Q _{p%} , м ³ /с	Q _{1%} , м ³ /с	Δ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	95	р.Убідь-с.Кудрівка	970	60	0,60	22	4	173	1	0,50	0,90	1	188	186	1,1
2	121	р.Снов-с.Носівка	7140	60	0,50	16	4	151	1	0,54	0,90	1	1145	1127	1,6
3	77	р.Десна-с.Розльоти	36300	80	0,45	30	2	201	1	0,47	0,94	1	4342	2814	54,3
4	103	р.Сейм-с.Мутіно	25600	65	0,60	6	3	188	1	0,73	0,92	1	4356	3618	20,4
5	119	р.Клевень-с.Шарпівка	2440	60	0,60	7	2	173	1	0,72	0,94	0,9	624	610	2,2
6	94	р.Головесня-с.Пакошичи	29,5	65	0,60	13	1	188	1	0,56	0,97	0,9	12	36	66,3
7	122	р.Ревна-с.Залізний міст	380	65	0,60	14	3	188	1	0,55	0,92	1	105	158	33,4
8	93	р.Івотка-с.Івот	1260	65	0,65	30	6	201	1	0,47	0,86	0,9	272	230	18,3
9	120	р.Єсмань -с.Ротівка	628	60	0,60	15	3	173	1	0,54	0,92	0,9	164	213	23,2
10	102	р.Сейм-м.Рильськ	18100	70	0,60	5	3	202	1	0,75	0,92	1	3708	3029	22,4
11	101	р.Сейм-м.Льгів	10700	70	0,60	5	3	202	1	0,75	0,92	1	1764	2426	27,3
12	113	р.Прут-с.Ширково	530	65	0,60	14	3	188	1	0,65	0,92	0,9	111	128	12,8
13	112	р.Реут-с.Любицька	960	60	0,60	6	1	173	1	0,73	0,97	0,9	574	423	35,6

Продовження дод.Б.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
14	111	лог.Райчик-с.Польова Лукашівка	6,2	60	0,60	15	0	173	1	0,64	1,00	0,9	4	11	65,2
15	100	р.Сейм-Глушково	8900	70	0,60	5	3	202	1	0,75	0,92	1	1024	2736	62,6
16	110	лог.Мересьє-х.Алексеевский	9,50	60	0,60	8	0	173	1	0,70	1,00	0,9	6	11	47,3
17	99	р.Сейм-пос.Ришково	7460	65	0,60	5	3	188	1	0,75	0,92	1	1042	2321	55,1
18	98	р.Сейм-с.Леб'яже	4870	65	0,60	4	5	188	1	0,77	0,88	1	594	1221	51,4
19	108	р.Тускарь-м.Курськ	2380	70	0,60	5	1	202	1	0,75	0,97	0,9	362	918	60,6
20	107	р.Тускарь-х.Вирки	2320	75	0,60	4	1	217	1	0,77	0,97	0,9	489	1593	69,3
21	106	р.Тускарь-с.Свобода	1690	70	0,60	4	1	202	1	0,77	0,97	0,9	360	674	46,6
22	105	р.Рать-с.Беседіно	630	65	0,60	6	0	188	1	0,73	1,00	0,9	124	246	49,5
23	104	р.Полная-с.Губанівка	333	60	0,60	6	1	173	1	0,73	0,97	0,9	259	167	55,2
24	97	р.Сейм-с.Зуєвка	2320	60	0,60	3	3	173	1	0,80	0,92	0,9	654	878	25,5
25	96	р.Сейм-с.Гуцино	375	60	0,60	2	0	173	1	0,84	1,00	0,9	189	300	36,8
26	109	р.Снова-с.Щурово	781	70	0,60	2	1	202	1	0,84	0,97	0,9	219	288	23,9
27	116	р.Свапа-м.Старий Город	3690	75	0,60	11	1	217	1	0,67	0,97	1	536	1530	65,0
28	115	р.Свапа-с.Михайлівка	2800	75	0,60	9	1	217	1	0,69	0,97	0,9	504	966	47,8
29	118	р.Чернь-с.Плоске	96,3	75	0,60	5	0	217	1	0,75	1,00	0,9	45	97	53,9
30	114	р.Свапа-с.Локтіоново	419	75	0,55	6	1	203	1	0,73	0,97	0,9	96	182	47,4
31	117	р.Усожа-м.Фатіж	364	75	0,50	4	1	188	1	0,77	0,97	0,9	85	158	46,5
32	88	р.Сєв-с.Ново-Ямське	1150	70	0,55	13	3	189	1	0,56	0,92	0,9	304	382	20,4
33	87	р.Неруса-с.Радогощ	1020	75	0,60	23	1	217	1	0,50	0,97	1	263	535	50,8
34	90	р.Судость-сmt.Погар	5180	80	0,50	16	6	201	1	0,54	0,86	1	1117	1496	25,4
35	92	р.Рожок-с.Красне	60	80	0,50	8	1	201	1	0,62	0,97	1	22	63	65,9
36	91	р.Коста-с.Глазово	150	90	0,45	1	4	211	1	0,86	0,90	1	104	145	28,2
37	89	р.Соля -с.Мальцево	39,4	75	0,60	40	3	173	1	0,44	0,92	1	15	20	25,0

Продовження дод.Б.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
38	86	р.Навля -сmt. Навля	1560	75	0,60	15	3	173	1	0,54	0,92	1	388	395	17,7
39	74	р.Десна-м.Брянськ	13700	100	0,40	40	1	216	1	0,44	0,97	1	2011	3138	35,9
40	73	р.Десна-с.Голубея	4770	100	0,40	27	1	216	1	0,48	0,97	1	911	1328	31,4
41	71	р.Десна-с.Олександрівка	1710	100	0,37	20	1	216	1	0,51	0,97	1	414	714	42,0
42	85	р.Снежень-г.Карачів	282	100	0,40	5	5	216	1	0,67	0,88	0,9	99	141	29,4
43	82	р.Ветьма-с.Круча	1370	100	0,45	30	2	234	1	0,47	0,94	0,9	300	403	25,5
44	84	р.Болва-с.Псурь	3210	100	0,40	44	1	216	1	0,43	0,97	1	591	607	2,6
45	83	р.Болва-м.Кіров	2010	110	0,40	1	34	238	1	0,46	1,00	1	599	996	39,8

 $\Delta=\pm 39,3\%$

Додаток Б.2. – Розрахунок середньоквадратичної похибки витрат води 1%-ої ймовірності перевищення

№ п/п	№ по карті	Річка – пост	Q _{1%} , м ³ /с	п, років	E _σ	σQ _{1%}
1	2	3	4	5	6	7
1	95	р.Убідь-с.Кудрівка	186	55	1,18	15,9
2	121	р.Снов-с.Носівка	1127	56	1,19	15,9
3	77	р.Десна-с.Розльоти	2814	62	1,02	13,0
4	79	р.Десна-м.Чернігів	7585	127	1,21	10,7
5	103	р.Сейм-с.Мутіно	3618	85	1,24	13,4
6	119	р.Клевень-с.Шарпівка	610	65	1,4	17,4
7	94	р.Головесня-с.Пакошичи	36	78	1,3	14,7
8	122	р.Ревна-с.Залізний міст	158	20	1,45	32,4
9	93	р.Івотка-с.Івот	230	65	0,98	12,2
10	120	р.Єсмань – с.Ротівка	213	51	1,15	16,1
11	102	р.Сейм-м.Рильськ	3029	60	1,1	14,2
12	101	р.Сейм-м.Льгів	2426	12	1,13	32,6
13	113	р.Прут-с.Ширково	128	34	0,82	14,1
14	112	р.Реут-с.Любицкая	423	39	1,08	17,3
15	111	лог.Райчик-с.Полева Лукашівка	11	17	1,16	28,1
16	100	р.Сейм-Глушково	2736	9	1,26	42,0
17	110	лог. Мересьєв - х.Алексіївський	11	18	1,02	24,0
18	99	р.Сейм-пос.Ришково	2321	67	1,21	14,8
19	98	р.Сейм-с.Леб'яже	1221	40	1,02	16,1
20	108	р.Тускарь-м.Курськ	918	68	1,02	12,4
21	107	р.Тускарь-х.Вирки	1593	3	0,96	55,4
22	106	р.Тускарь-с.Свобода	674	27	1,03	19,8
23	105	р.Рать-с.Беседіно	246	38	1,04	16,9
24	104	р.Полная-с.Губанівка	167	23	1,5	31,3
25	97	р.Сейм-с.Зуєвка	878	40	1,04	16,4
26	96	р.Сейм-с.Гущино	300	22	1,47	31,3
27	109	р.Снова- с.Щурово	288	28	0,86	16,3
28	116	р.Свапа-м.Старий Город	1530	56	1,06	14,2
29	115	р.Свапа-с.Михайлівка	966	26	1	19,6
30	118	р.Чернь-с.Плоске	97	26	0,98	19,2
31	114	р.Свапа-с.Локтіоново	182	31	0,95	17,1
32	117	р.Усожа-м.Фатіж	158	38	0,98	15,9
33	88	р.Сєв-с.Ново-Ямське	382	23	1,04	21,7
34	87	р.Неруса-с.Радогощ	535	15	1,22	31,5

Продовження дод.Б.2.

1	2	3	4	5	6	7
35	90	р.Судость-с.мт.Погар	1496	31	1,05	18,9
36	92	р.Рожок-с.Красне	63	21	1,18	25,7
37	91	р.Коста-с.Глазово	145	26	1,06	20,8
38	89	р.Соля -с.Мальцево	250	34	1,38	23,7
39	86	р.Навля -с.мт. Навля	160	16	1,04	26,0
40	74	р.Десна-м.Брянськ	3138	75	1,01	11,7
41	73	р.Десна-с.Голубея	1328	38	1,02	16,5
42	71	р.Десна-с.Олександрівка	714	36	0,86	14,3
43	82	р.Ветьма-с.Круча	403	29	1,17	21,7
44	84	р.Болва-с.Псурь	607	38	0,65	10,5
45	85	р.Снежень-м.Карачів	141	28	0,85	16,1
46	83	р.Болва-м.Кіров	996	8	1,19	42,1

 $\sigma = \pm 20,7\%$

Додаток Б.3. – Максимальні витрати води ($Q_{p,1\%}$), обчислені за формулою граничної інтенсивності (В.І.Мокляка)

№ п/п	№ по карті	Річка-пост	F, км ²	L, км	H, м	ρ	a_m	ϕ	r	λ	n	V, км/до ба	t_c , доба	$\tau_{\text{доб}}$ а	m	t_H	Q_p , м ³ /с	$Q_{1\%}$, м ³ /с	$ \Delta $, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	95	р.Убідь- с.Кудрівка	970	75	160	0,95	7	0,12	1	1	0,91	11	7,5	6,82	1,02	0,5	226	186	21,3
2	121	р.Снов- с.Носівка	7140	171	160	0,93	7	0,17	1	1	0,53	33	9,0	4,73	1,00	1	2224	1127	97,3
3	77	р.Десна- с.Розльоти	36300	669	190	0,90	7	0,08	1	1	2,07	38	8,5	17,6	1,00	2,8	5309	2814	88,7
4	103	р.Сейм- с.Мутіно	25600	643	210	0,95	7	0,08	1	1	1,89	40	8,5	16,0	1,00	1,1	4141	3618	14,4
5	119	р.Клевень- с.Шарпівка	2440	123	180	0,95	7	0,21	1	1	0,31	55	7,9	2,44	1,00	0,5	985	610	61,4
6	94	р.Головесня- с.Пакошичи	29,5	9,4	180	0,73	7	0,33	1	1	0,03	50	7,5	0,22	1,34	0,2	14	36	60,9
7	122	р.Ревна- с.Залізний міст	380	33	170	0,94	7	0,26	1	1	0,15	26	8,5	1,31	1,03	0,3	188	158	18,8
8	93	р.Івотка- с.Івот	1260	69	190	0,95	7	0,15	1	1	0,64	13	8	5,15	1,02	0,4	362	230	57,1
9	120	р.Єсмань - с.Ротівка	628	60	180	0,95	7	0,25	1	1	0,19	49	7,5	1,39	1,02	0,3	299	213	40,1
10	102	р.Сейм- м.Рильськ	18100	386	210	0,95	7	0,10	1	1	1,19	39	8,5	10,1	1,00	0,8	3639	3029	20,1

Продовження дод.Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11	101	р.Сейм-м.Льгів	10700	284	210	0,96	7,5	0,11	1	1	0,98	35	8,5	8,34	1,00	0,7	2548	2426	5,0
12	113	р.Прут-с.Ширково	530	43	200	0,95	7,5	0,27	1	1	0,14	36	8,5	1,19	1,02	0,3	289	128	126,4
13	112	р.Реут-с.Любицька	960	75	210	0,94	7,5	0,26	1	1	0,17	46	8,5	1,48	1,01	0,5	496	423	17,3
14	111	лог.Райчик-с.Польова Лукашівка	6,2	2,3	220	0,36	7,5	0,34	1	1	0,00	59	8,5	0,04	2,69	0,2	2	11	84,2
15	100	р.Сейм-Глушково	8900	244	220	0,96	7,5	0,18	1	1	0,45	60	9	4,07	1,00	0,5	3308	2736	20,9
16	110	лог.Мересье-х.Алексеевск ий	9,50	4,4	220	0,62	7,5	0,34	1	1	0,01	59	9	0,07	1,59	0,2	4	11	60,3
17	99	р.Сейм-пос.Ришково	7460	178	220	0,97	7,5	0,17	1	1	0,54	36	9	4,89	1,00	0,3	2571	2321	10,8
18	98	р.Сейм-с.Леб'яже	4870	161	220	0,98	7,5	0,19	1	1	0,41	43	9	3,70	1,00	0,2	1932	1221	58,3
19	108	р.Тускарь-м.Курськ	2380	104	230	0,96	7,5	0,23	1	1	0,23	46	9,5	2,22	1,00	0,4	1152	918	25,5
20	107	р.Тускарь-х.Вирки	2320	91	230	0,97	7,5	0,26	1	1	0,17	60	9,5	1,58	1,00	0,3	1243	1593	21,9
21	106	р.Тускарь-с.Свобода	1690	61	230	0,96	7,5	0,28	1	1	0,11	59	9,5	1,02	1,00	0,4	984	674	46,0
22	105	р.Рать-с.Беседіно	630	46	220	0,97	7,5	0,29	1	1	0,11	46	9	1,02	1,01	0,2	368	246	49,2

Продовження дод.Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
23	104	р.Полная-с.Губанівка	333	29	220	1,04	7,5	0,32	1	1	0,04	77	8,5	0,36	1,02	-0,5	235	167	40,9
24	97	р.Сейм-с.Зуєвка	2320	89	220	1,04	7,5	0,23	1	1	0,24	42	8,5	2,05	1,00	-0,5	1206	878	37,4
25	96	р.Сейм-с.Гущино	375	32	230	1,00	7,5	0,31	1	1	0,06	60	9	0,53	1,00	-0,1	248	300	17,2
26	109	р.Снова-с.Щурово	781	59	230	0,95	7,5	0,27	1	1	0,14	39	9,5	1,33	1,00	0,5	427	288	48,6
27	116	р.Свапа-м.Старий Город	3690	122	210	0,95	7,5	0,21	1	1	0,32	42	9	2,86	1,00	0,5	1589	1530	3,9
28	115	р.Свапа-с.Михайлівка	2800	75	210	0,95	7,5	0,25	1	1	0,18	42	9,5	1,71	1,00	0,5	1445	966	49,6
29	118	р.Чернь-с.Плоске	96,3	17	240	0,94	7,5	0,32	1	1	0,04	37	9,5	0,38	1,04	0,2	62	97	36,0
30	114	р.Свапа-с.Локтіоново	419	36	220	0,97	7,5	0,28	1	1	0,11	36	9,5	1,00	1,01	0,2	247	182	35,4
31	117	р.Усожа-м.Фатіж	364	36	220	0,97	7,5	0,30	1	1	0,07	34	9,8	0,71	1,01	0,2	227	158	43,5
32	88	р.Сев-с.Ново-Ямське	1150	45	200	1,00	7	0,20	1	1	0,34	14	9,5	3,21	1,01	-0,2	474	382	24,2
33	87	р.Неруса-с.Радогощ	1020	47	220	0,97	7,5	0,29	1	1	0,08	59	9	0,76	1,01	0,2	665	160	31,9
34	90	р.Судость-с.мт.Погар	5180	156	180	0,96	7	0,18	1	1	0,46	32	10	4,63	1,00	0,5	1781	1496	19,0

Продовження дод.Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
35	92	р.Рожок-с.Красне	60	12	200	0,82	7	0,32	1	1	0,04	32	10,5	0,38	1,11	1,1	32	63	49,6
36	91	р.Коста-с.Глазово	150	11	190	0,89	7	0,32	1	1	0,04	32	10,5	0,44	1,03	1	85	145	41,4
37	89	р.Соля -с.Мальцево	39,4	8,4	180	0,74	7	0,33	1	1	0,03	50	7,5	0,22	1,34	0,2	14	36	60,9
38	86	р.Навля -с.мт. Навля	1560	73	210	0,96	7,5	0,29	1	1	0,11	59	9,5	1,02	1,00	0,4	984	674	46,0
39	74	р.Десна-м.Брянськ	13700	349	190	0,95	7,5	0,13	1	1	0,81	38	11,5	9,26	1,00	1	3675	3138	17,1
40	73	р.Десна-с.Голубея	4770	231	210	0,97	7,5	0,16	1	1	0,57	36	11,5	6,61	1,00	0,5	1583	1328	19,2
41	71	р.Десна-с.Олександрівка	1710	107	220	0,96	8	0,24	1	1	0,21	40	12	2,58	1,01	0,4	907	714	27,0
42	85	р.Снежень-м.Карачів	282	21	220	0,93	7	0,29	1	1	0,10	21	11	1,05	1,03	0,5	152	141	8,1
43	82	р.Ветьма-с.Круча	1370	85	200	0,97	7,5	0,18	1	1	0,46	18	11	5,06	1,02	0,3	509	403	26,5
44	84	р.Болва-с.Псурь	3210	136	200	0,96	7,5	0,20	1	1	0,36	33	11,5	4,12	1,01	0,5	1322	607	118,0
45	83	р.Болва-м.Кіров	2010	72	230	0,97	7,5	0,25	1	1	0,20	32	12	2,41	1,01	0,3	1023	996	2,7

 $\Delta = \pm 46,2\%$

Додаток В

Додаток В.1. – Розрахунок максимальних витрат весняної повені різної забезпеченості ($P=1,3,5,10\%$) при $C_s=2,5C_v$

№ п/п	№ по карті	Річка – пост	$Q_{ср}$, м ³ /с	C_v	$Q_{1\%}$, м ³ /с	$Q_{3\%}$, м ³ /с	$Q_{5\%}$, м ³ /с	$Q_{10\%}$, м ³ /с
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	95	р.Убідь-с.Кудрівка	48	0,80	186	142	123	97
2	121	р.Снов-с.Носівка	282	0,83	1127	856	735	575
3	77	р.Десна-с.Розльоти	855	0,67	2814	2232	1958	1591
4	79	р.Десна-м.Чернігів	1810	0,87	7585	5702	4870	3784
5	103	р.Сейм-с.Мутіно	838	0,90	3618	2705	2303	1776
6	119	р.Клевень- с.Шарпівка	112	1,14	610	435	358	262
7	94	р.Головесня- с.Пакошичи	8	0,95	36	27	23	17
8	122	р.Ревна-с.Залізний міст	30	1,10	158	113	94	70
9	93	р.Івотка-с.Івот	77	0,60	230	186	165	137
10	120	р.Єсмань – с.Ротівка	54	0,82	213	162	140	109
11	102	р.Сейм-м.Рильськ	791	0,79	3029	2317	2001	1582
12	101	р.Сейм-м.Льгів	619	0,81	2426	1850	1590	1250
13	113	р.Прут-с.Ширково	49	0,50	128	106	96	82
14	112	р.Реут-с.Любицкая	115	0,76	423	327	283	226
15	111	лог.Райчик-с.Полева Лукашівка	3	0,84	11	8	7	5
16	100	р.Сейм-Глушково	583	0,98	2736	1995	1692	1283
17	110	лог. Мересьєв - х.Алексіївський	3	0,66	11	9	7	6
18	99	р.Сейм-пос.Ришково	549	0,88	2321	1745	1487	1151
19	98	р.Сейм-с.Леб'яже	376	0,66	1221	969	853	695
20	108	р.Тускарь-м.Курськ	258	0,73	918	714	621	498
21	107	р.Тускарь-х.Вирки	553	0,57	1593	1294	1156	946
22	106	р.Тускарь-с.Свобода	178	0,78	674	519	448	355
23	105	р.Рать-с.Беседіно	66	0,77	246	190	164	130
24	104	р.Полная- с.Губанівка	37	0,94	167	124	105	80
25	97	р.Сейм-с.Зуєвка	267	0,67	878	696	611	496
26	96	р.Сейм-с.Гущино	58	1,09	300	215	179	132
27	109	р.Снова- с.Щурово	105	0,54	288	236	212	179

Продовження дод.В.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
28	116	р.Свапа-м.Старий Город	430	0,73	1530	1191	1036	830
29	115	р.Свапа- с.Михайлівка	286	0,69	966	760	666	540
30	118	р.Чернь-с.Плоске	33	0,59	97	78	70	58
31	114	р.Свапа- с.Локтіоново	56	0,66	182	145	127	104
32	117	р.Усожа-м.Фатіж	54	0,59	158	128	114	95
33	88	р.Сєв-с.Ново- Ямське	113	0,69	382	301	263	214
34	87	р.Неруса-с.Радогощ	132	0,84	535	406	348	271
35	90	р.Судость-сmt.Погар	416	0,74	1496	1164	1010	806
36	92	р.Рожок-с.Красне	16	0,81	63	48	41	33
37	91	р.Коста-с.Глазово	41	0,73	145	112	98	78
38	89	р.Соля -с.Мальцево	53	0,98	250	182	155	117
39	86	р.Навля -сmt. Навля	46	0,71	160	125	109	88
40	74	р.Десна-м.Брянськ	1003	0,63	3138	2507	2216	1825
41	73	р.Десна-с.Голубея	419	0,64	1328	1060	934	766
42	71	р.Десна- с.Олександрівка	251	0,56	714	581	520	420
43	82	р.Ветьма-с.Круча	102	0,82	403	306	263	206
44	84	р.Болва-с.Псурь	262	0,43	607	518	471	411
45	85	р.Снежень- м.Карачів	50	0,55	141	115	103	86
46	83	р.Болва-м.Кіров	249	0,83	996	757	650	508

Додаток В.2. – Розрахунок максимальних шарів стоку весняного водопілля різної забезпеченості (P=1,3,5,10 %) при $C_s=3C_v$

№ п/п	№ по карті	Річка – пост	Y_{cp} , мм	C_v	$Y_{1\%}$, мм	$Y_{3\%}$, мм	$Y_{5\%}$, мм	$Y_{10\%}$, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	95	р.Убідь- с.Кудрівка	46	0,49	119	98	88	75

Продовження дод.В.2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	121	р.Снов-с.Носівка	58	0,43	138	115	105	90
3	77	р.Десна- с.Розльоти	81	0,31	157	137	127	114
4	79	р.Десна- м.Чернігів	77	0,39	172	164	148	126
5	103	р.Сейм-с.Мутіно	72	0,53	199	161	143	120
6	119	р.Клевень- с.Шарпівка	54	0,67	182	155	123	99
7	94	р.Головесня- с.Пакошичи	61	0,63	195	153	134	111
8	122	р.Ревна- с.Залізний міст	54	0,71	192	147	127	102
9	93	р.Івотка-с.Івот	53	0,40	120	102	93	81
10	120	р.Єсмань – с.Ротівка	51	0,56	148	119	105	88
11	102	р.Сейм-м.Рильськ	71	0,45	173	144	130	112
12	101	р.Сейм-м.Льгов	69	0,49	180	147	133	113
13	113	р.Прут- с.Ширково	74	0,42	173	145	132	114
14	112	р.Реут- с.Любицкая	67	0,53	187	152	135	113
15	111	лог.Райчик- с.Полева Лукашівка	54	0,69	187	144	125	100
16	100	р.Сейм-Глушково	57	0,83	221	165	141	111
17	110	лог. Мересьєв - х.Алексіївський	47	0,93	201	147	124	95
18	99	р.Сейм- пос.Ришково	66	0,51	178	145	130	110
19	98	р.Сейм-с.Леб'яже	60	0,49	158	129	116	99
20	108	р.Тускарь- м.Курськ	75	0,53	209	169	151	127
21	107	р.Тускарь- х.Вирки	114	0,70	335	267	236	197
22	106	р.Тускарь- с.Свобода	66	0,59	197	157	138	115
23	105	р.Рать-с.Беседіно	62	0,55	179	143	128	106
24	104	р.Полная- с.Губанівка	59	0,84	227	170	146	114

Продовження дод.В.2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
25	97	р.Сейм-с.Зуєвка	64	0,56	187	149	132	110
26	96	р.Сейм-с.Гуцино	43	0,76	158	119	103	82
27	109	р.Снова- с.Щурово	71	0,59	212	169	149	123
28	116	р.Свапа-м.Старий Город	82	0,49	214	175	158	134
29	115	р.Свапа- с.Михайлівка	75	0,59	224	179	158	131
30	118	р.Чернь-с.Плоске	86	0,63	271	213	187	153
31	114	р.Свапа- с.Локтіоново	80	0,52	218	176	158	133
32	117	р.Усожа-м.Фатіж	71	0,51	193	157	140	118
33	88	р.Сєв-с.Ново- Ямське	60	0,57	176	140	124	103
34	87	р.Неруса- с.Радогощ	74	0,66	242	188	165	134
35	90	р.Судость- с-т.Погар	67	0,53	187	151	134	113
36	92	р.Рожок-с.Красне	83	0,68	279	238	189	152
37	91	р.Коста-с.Глазово	109	0,60	329	261	230	190
38	89	р.Соля - с.Мальцево	32	0,94	138	101	85	65
39	86	р.Навля -с-т. Навля	38	0,67	125	97	85	69
40	74	р.Десна- м.Брянськ	96	0,36	203	173	160	141
41	73	р.Десна-с.Голубея	106	0,38	232	197	181	159
42	71	р.Десна- с.Олександрівка	110	0,38	240	204	187	164
43	82	р.Ветьма-с.Круча	78	0,55	225	180	161	134
44	84	р.Болва-с.Псурь	81	0,34	169	143	132	118
45	85	р.Снежень- м.Карачів	106	0,49	276	226	204	173
46	83	р.Болва-м.Кіров	89	0,70	285	223	196	159

Додаток В.3. – Статистичні характеристики часових рядів максимальних витрат води весняного водопілля

№ п/п	№ по карті	Річка – пост	Q _{ср} , м ³ /с	Метод моментів			Метод найбільшої правдоподібності		
				C _v	C _s	(R1)	C _v	C _s	C _s /C _v
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	95	р.Убідь-с.Кудрівка	48	0,80	1,07	0,26	0,81	1,15	1,4
2	121	р.Снов-с.Носівка	282	0,83	1,24	0,40	0,84	1,36	1,6
3	77	р.Десна-с.Розльоти	855	0,67	2,19	0,14	0,68	2,67	4
4	79	р.Десна-м.Чернігів	1810	0,87	2,31	0,12	0,88	2,59	2,9
5	103	р.Сейм-с.Мутіно	838	0,90	1,64	0,34	0,91	1,80	2
6	119	р.Клевень-с.Шарпівка	112	1,14	3,02	0,60	1,20	4,02	3,3
7	94	р.Головесня-с.Пакошичи	8	0,95	2,15	0,18	0,96	2,52	2,6
8	122	р.Ревна-с.Залізний міст	30	1,10	2,42	0,18	1,15	4,39	3,8
9	93	р.Івотка-с.Івот	77	0,60	0,56	0,32	0,60	0,58	1
10	120	р.Єсмань -с.Ротівка	54	0,82	1,34	0,23	0,82	1,51	1,8
11	102	р.Сейм-м.Рильськ	791	0,79	1,35	0,19	0,80	1,49	1,9
12	101	р.Сейм-м.Льгів	619	0,81	1,27	-0,12	0,85	1,97	2,3
13	113	р.Прут-с.Ширково	49	0,50	1,57	0,20	0,50	1,96	3,9
14	112	р.Реут-с.Любицька	115	0,76	1,95	-0,12	0,79	2,55	3,2

Продовження дод.В.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	111	лог.Райчик-с.Польова Лукашівка	3	0,84	1,45	0,19	0,88	2,15	2,5
16	100	р.Сейм-Глушково	583	0,98	1,83	0,27	1,07	4,03	3,8
17	110	лог.Мересьє- х.Алексеевский	3	0,66	0,66	0,16	0,68	0,78	1,2
18	99	р.Сейм-пос.Ришково	549	0,88	1,71	0,17	0,89	1,94	2,2
19	98	р.Сейм-с.Леб'яже	376	0,66	0,84	-0,01	0,66	0,91	1,4
20	108	р.Тускарь-м.Курськ	258	0,73	1,29	0,24	0,74	1,40	1,9
21	107	р.Тускарь-х.Вирки	553	0,57	0,44	-1,00	0,63	0,88	1,4
22	106	р.Тускарь-с.Свобода	178	0,78	1,83	0,39	0,80	2,54	3,2
23	105	р.Рать-с.Беседіно	66	0,77	1,69	0,16	0,78	2,11	2,7
24	104	р.Полная-с.Губанівка	37	0,94	1,62	0,23	0,97	2,25	2,3
25	97	р.Сейм-с.Зуєвка	267	0,67	0,70	-0,13	0,68	0,75	1,1
26	96	р.Сейм-с.Гушино	58	1,09	1,44	0,26	1,14	1,93	1,7
27	109	р.Снова- с.Щурово	105	0,54	1,17	0,17	0,55	1,41	2,6
28	116	р.Свапа-м.Старий Город	430	0,73	1,32	0,33	0,74	1,47	2
29	115	р.Свапа-с.Михайлівка	286	0,69	1,21	0,31	0,70	1,49	2,1
30	118	р.Чернь-с.Плоске	33	0,59	0,96	0,45	0,60	1,11	1,9
31	114	р.Свапа-с.Локтіоново	56	0,66	1,52	0,31	0,67	1,92	2,9
32	117	р.Усожа-м.Фатіж	54	0,59	0,62	0,18	0,59	0,66	1,1
33	88	р.Сєв-с.Ново-Ямське	113	0,69	1,06	0,17	0,71	1,29	1,8
34	87	р.Неруса-с.Радогощ	132	0,84	2,12	0,25	0,95	3,95	4,1
35	90	р.Судость-сmt.Погар	416	0,74	0,90	0,19	0,75	1,01	1,3
36	92	р.Рожок-с.Красне	16	0,81	1,84	0,09	0,83	2,77	3,3

Продовження дод.В.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
37	91	р.Коста-с.Глазово	41	0,73	1,03	-0,14	0,74	1,22	1,6
38	89	р.Соля -с.Мальцево	53	0,98	1,50	-0,12	1,00	1,85	1,8
39	86	р.Навля -с.мт. Навля	46	0,71	0,12	0,31	0,73	0,24	0,3
40	74	р.Десна-м.Брянськ	1003	0,63	0,78	0,07	0,63	0,80	1,3
41	73	р.Десна-с.Голубея	419	0,64	0,83	-0,02	0,65	0,90	1,4
42	71	р.Десна-с.Олександрівка	251	0,56	0,68	-0,12	0,56	0,73	1,3
43	85	р.Снежень- м.Карачів	50	0,55	1,23	0,00	0,55	1,49	2,7
44	82	р.Ветьма-с.Круча	102	0,82	1,42	0,15	0,84	1,77	2,1
45	84	р.Болва-с.Псурь	262	0,43	0,51	0,21	0,43	0,55	1,3
46	83	р.Болва-м.Кіров	249	0,83	2,07	-0,14	0,89	5,34	6

Додаток В.4. – Статистичні характеристики часових рядів максимальних шарів стоку весняного водопілля

при $C_s=3C_v$

№ п/п	№ по карті	Річка – пост	Y _{ср} , мм	Метод моментів			Метод найбільшої правдоподібності		
				C _v	C _s	(R1)	C _v	C _s	C _s /C _v
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	95	р.Убідь-с.Кудрівка	46	0,49	1,23	0,29	0,49	1,35	2,8
2	121	р.Снов-с.Носівка	58	0,43	0,90	0,31	0,42	0,95	2,2
3	77	р.Десна-с.Розльоти	81	0,31	0,98	0,11	0,30	1,03	3,4
4	79	р.Десна-м.Чернігів	77	0,39	1,29	0,12	0,39	1,34	3,5
5	103	р.Сейм-с.Мутіно	72	0,53	1,42	0,33	0,53	1,53	2,9

Продовження дод.В.4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	119	р.Клевень-с.Шарпівка	54	0,67	2,29	0,54	0,68	2,81	4,2
7	94	р.Головесня-с.Пакошичи	61	0,63	1,44	0,24	0,63	1,56	2,5
8	122	р.Ревна-с.Залізний міст	54	0,71	2,13	0,29	0,76	3,58	4,7
9	93	р.Івотка-с.Івот	53	0,40	0,88	0,10	0,40	0,92	2,3
10	120	р.Есмань -с.Ротівка	51	0,56	1,69	0,21	0,56	2,00	3,6
11	102	р.Сейм-м.Рильськ	71	0,45	0,65	0,19	0,45	0,68	1,5
12	101	р.Сейм-м.Льгів	69	0,49	1,00	-0,01	0,50	1,40	2,8
13	113	р.Прут-с.Ширково	74	0,42	0,53	0,32	0,42	0,56	1,3
14	112	р.Реут-с.Любицька	67	0,53	0,83	0,13	0,53	0,89	1,7
15	111	лог.Райчик-с.Польова Лукашівка	54	0,69	0,82	0,02	0,71	1,01	1,4
16	100	р.Сейм-Глушково	57	0,78	1,56	0,36	0,83	3,06	3,7
17	110	лог.Мересьє-х.Алексеевский	47	0,89	1,12	0,12	0,93	1,47	1,6
18	99	р.Сейм-пос.Ришково	66	0,51	0,71	0,30	0,51	0,75	1,5
19	98	р.Сейм-с.Леб'яже	60	0,49	0,25	0,17	0,49	0,29	0,6
20	108	р.Тускарь-м.Курськ	75	0,53	1,25	0,16	0,53	1,37	2,6
21	107	р.Тускарь-х.Вирки	114	0,57	1,63	-1,00	0,70	6,67	9,5
22	106	р.Тускарь-с.Свобода	66	0,58	1,54	0,29	0,59	2,13	3,6
23	105	р.Рать-с.Беседіно	62	0,55	1,33	0,12	0,55	1,60	2,9
24	104	р.Полная-с.Губанівка	59	0,77	2,03	0,17	0,84	3,34	4
25	97	р.Сейм-с.Зуєвка	64	0,56	0,38	0,01	0,56	0,42	0,7
26	96	р.Сейм-с.Гущино	43	0,74	0,95	0,25	0,76	1,16	1,5
27	109	р.Снова- с.Щурово	71	0,58	1,97	0,08	0,59	2,79	4,8
28	116	р.Свапа-м.Старий Город	82	0,49	0,97	0,37	0,49	1,03	2,1

Продовження дод.В.4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
29	115	р.Свапа-с.Михайлівка	75	0,58	0,81	0,29	0,59	0,95	1,6
30	118	р.Чернь-с.Плоске	86	0,62	0,90	0,41	0,63	1,07	1,7
31	114	р.Свапа-с.Локтіоново	80	0,52	1,57	0,22	0,52	2,01	3
32	117	р.Усожа-м.Фатіж	71	0,51	1,38	0,10	0,51	1,67	3,3
33	88	р.Сєв-с.Ново-Ямське	60	0,57	0,18	0,18	0,57	1,47	2,6
34	87	р.Неруса-с.Радогощ	74	0,65	1,56	0,35	0,66	2,46	3,7
35	90	р.Судость-сmt.Погар	67	0,53	0,90	0,14	0,53	1,01	1,9
36	92	р.Рожок-с.Красне	83	0,67	1,34	0,16	0,68	1,81	2,7
37	91	р.Коста-с.Глазово	109	0,59	0,96	-0,01	0,60	1,12	1,9
38	89	р.Соля -с.Мальцево	32	0,89	2,26	-0,14	0,94	3,20	3,4
39	86	р.Навля -сmt. Навля	38	0,66	0,84	0,17	0,67	1,05	1,6
40	74	р.Десна-м.Брянськ	96	0,36	0,31	0,13	0,36	0,34	0,9
41	73	р.Десна-с.Голубея	106	0,38	0,33	0,12	0,38	0,37	1
42	71	р.Десна-с.Олександрівка	110	0,38	0,84	0,06	0,38	0,92	2,5
43	85	р.Снежень- м.Карачів	78	0,55	0,74	0,16	0,55	0,82	1,5
44	82	р.Ветьма-с.Круча	81	0,34	0,30	0,05	0,34	0,34	1
45	84	р.Болва-с.Псурь	106	0,49	1,07	0,31	0,49	1,25	2,5
46	83	р.Болва-м.Кіров	89	0,63	2,21	0,06	0,70	5,99	8,5

Додаток В.5 – Розрахунок точності коефіцієнта варіації за залежністю від
максимальних снігозапасів

№ п/п	№ по карті	Річка-пост	$C_{v, \text{факт}}$	$C_{v, \text{роз}}$	$S_{m, \text{ср}}$	$ \Delta , \%$
1	2	3	4	5	6	7
1	95	р.Убідь-с.Кудрівка	0,48	0,63	57	29,70
2	121	р.Снов-с.Носівка	0,66	0,63	57	4,09
3	77	р.Десна-с.Розльоти	0,54	0,49	78	8,38
4	79	р.Десна-м.Чернігів	закритий			
5	103	р.Сейм-с.Мутіно	0,70	0,72	43	2,88
6	119	р.Клевень-с.Шарпівка	0,45	1,01	48	5,46
7	94	р.Головесня-с.Пакошичи	0,55	1,01	50	8,01
8	122	р.Ревна-с.Залізний міст	0,80	0,65	54	18,85
9	93	р.Івотка-с.Івот	0,72	1,01	51	4,65
10	120	р.Єсмань -с.Ротівка	0,82	0,66	53	19,62
11	102	р.Сейм-м.Рильськ	0,62	0,62	54	1,20
12	101	р.Сейм-м.Льгів	0,71	0,65	53	8,82
13	113	р.Прут-с.Ширково	0,61	0,62	58	0,88
14	112	р.Реут-с.Любицька	0,44	0,44	55	0,26
15	111	лог.Райчик-с.Польова Лукашівка	0,46	0,47	59	2,40
16	100	р.Сейм-Глушково	0,47	0,47	86	0,72
17	110	лог.Мересьє-х.Алексеевский	0,40	0,38	81	5,33
18	99	р.Сейм-пос.Ришково	0,53	0,50	81	5,67
19	98	р.Сейм-с.Леб'яже	0,48	0,49	95	1,74
20	108	р.Тускарь-м.Курськ	0,45	0,47	77	5,30
21	107	р.Тускарь-х.Вирки	0,51	0,49	77	4,66
22	106	р.Тускарь-с.Свобода	0,47	0,51	83	16,19
23	105	р.Рать-с.Беседіно	0,44	0,48	81	15,34
24	104	р.Полная-с.Губанівка	0,54	0,56	63	9,25
25	97	р.Сейм-с.Зуєвка	0,60	0,59	71	3,17
26	96	р.Сейм-с.Гушино	0,55	0,53	80	2,00
27	109	р.Снова-с.Щурово	0,42	0,39	68	3,72
28	116	р.Свапа-м.Старий Город	0,72	0,52	63	8,20
29	115	р.Свапа-с.Михайлівка	0,56	0,63	72	26,93
30	118	р.Чернь-с.Плоске	0,49	0,55	93	13,38
31	114	р.Свапа-с.Локтіоново	0,51	0,56	65	14,14
32	117	р.Усожа-м.Фатіж	0,50	0,52	73	13,02
33	88	р.Сєв-с.Ново-Ямське	0,71	0,67	56	12,38
34	87	р.Неруса-с.Радогощ	0,49	0,48	68	9,13
35	90	р.Судость-с.мт.Погар	0,45	0,55	68	3,52

Продовження дод.В.5.

1	2	3	4	5	6	7
36	92	р.Рожок-с.Красне	0,46	0,47	74	5,26
37	91	р.Коста-с.Глазово	0,50	0,52	51	1,43
38	89	р.Соля -с.Мальцево	0,55	1,01	50	8,01
39	86	р.Навля -сmt. Навля	0,47	0,51	83	16,19
40	74	р.Десна-м.Брянськ	0,71	0,67	79	22,41
41	73	р.Десна-с.Голубея	0,49	0,48	69	1,00
42	71	р.Десна-с.Олександрівка	0,45	0,55	81	14,78
43	85	р.Снежень-м.Карачів	0,58	0,61	74	6,73
44	82	р.Ветьма-с.Круча	0,46	0,47	58	4,40
45	84	р.Болва-с.Псурь	0,54	0,62	60	19,87
46	83	р.Болва-м.Кіров	0,64	0,60	62	2,35

 $\Delta = \pm 8,75\%$

Додаток Г
Додаток Г.1 – Визначення коефіцієнтів нерівномірності руслового притоку в
басейні річок Чернігівського та
Новгород-Сіверського Полісся

№ п/п	№ по карті	Річка - пост	$Q_{\text{ср}},$ м ³ /с	$Y_{\text{ср}},$ мм	$T_{\text{п}}$ ср, діб	F, км ²	lg (F+1)	$(m_1+1)/m_1$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	95	р.Убідь-с.Кудрівка	48	46	43	970	2,99	4,07
2	121	р.Снов-с.Носівка	282	58	62	7140	3,85	3,64
3	77	р.Десна-с.Розльоти	855	81	92	36300	4,56	2,30
4	79	р.Десна-м.Чернігів	1810	77	103	81400	4,91	2,57
5	103	р.Сейм-с.Мутіно	838	72	83	25600	4,41	3,30
6	119	р.Клевень- с.Шарпівка	112	54	49	2440	3,39	3,58
7	94	р.Головесня- с.Пакошичи	8	61	35	29,5	1,48	13,21
8	122	р.Ревна-с.Залізний міст	30	54	45	380	2,58	5,68
9	93	р.Івотка-с.Івот	77	53	45	1260	3,10	4,43
10	120	р.Єсмань – с.Ротівка	54	51	43	628	2,80	6,31
11	102	р.Сейм-м.Рильськ	791	71	67	18100	4,26	3,60
12	101	р.Сейм-м.Льгов	619	69	58	10700	4,03	4,18
13	113	р.Прут-с.Ширково	49	74	51	530	2,73	5,50
14	112	р.Реут-с.Любицкая	115	67	48	960	2,98	7,31
15	111	лог.Райчик- с.Полева Лукашівка	3	54	32	6,2	0,86	21,20
16	100	р.Сейм-Глушково	583	57	47	8900	3,95	4,68
17	110	лог. Мересьєв - х.Алексіївський	3	47	28	9,50	1,02	18,35
18	99	р.Сейм- пос.Ришково	549	66	58	7460	3,87	5,61
19	98	р.Сейм-с.Леб'яже	376	60	50	4870	3,69	5,50
20	108	р.Тускарь- м.Курськ	258	75	50	2380	3,38	6,18
21	107	р.Тускарь-х.Вирки	553	114	47	2320	3,37	8,46
22	106	р.Тускарь- с.Свобода	178	66	47	1690	3,23	6,46

Продовження дод.Г.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
23	105	р.Рать-с Беседіно	66	62	45	630	2,80	6,51
24	104	р.Полная-с.Губанівка	37	59	43	333	2,52	7,08
25	97	р.Сейм-с.Зуєвка	267	64	53	2320	3,37	8,26
26	96	р.Сейм-с.Гуцино	58	43	42	375	2,58	12,91
27	109	р.Снова- с.Щурово	105	71	45	781	2,89	7,30
28	116	р.Свапа-м.Старий Город	430	82	50	3690	3,57	6,15
29	115	р.Свапа-с.Михайлівка	286	75	45	2800	3,45	5,29
30	118	р.Чернь-с.Плоске	33	86	36	96,3	1,99	12,44
31	114	р.Свапа-д.ЛОКТІОНОВО	56	80	46	419	2,62	6,69
32	117	р.Усожа-м.Фатіж	54	71	46	364	2,56	8,12
33	88	р.Сєв-с.Ново-Ямське	113	60	49	1150	3,06	6,90
34	87	р.Неруса-с.Радогощ	132	74	45	1020	3,01	6,87
35	90	р.Судость-с.мт.Погар	416	67	52	5180	3,71	5,36
36	92	р.Рожок-с.Красне	16	83	40	60	1,79	11,06
37	91	р.Коста-с.Глазово	41	109	48	150	2,18	10,39
38	89	р.Соля -с.Мальцево	53	32	34	837	2,92	5,90
39	86	р.Навля -с.мт. Навля	46	38	43	1090	3,04	4,19
40	74	р.Десна-м.Брянськ	1003	96	67	13700	4,14	4,41
41	73	р.Десна-с.Голубея	419	106	60	4770	3,68	4,29
42	71	р.Десна-с.Олександрівка	251	110	51	1710	3,23	5,93
43	82	р.Ветьма-с.Круча	102	78	51	1370	3,14	4,14
44	84	р.Болва-с.Псурь	262	81	54	3210	3,51	4,65
45	85	р.Снежень-м.Карачів	50	106	42	282	2,45	6,18
46	83	р.Болва- м.Кіров	249	89	40	2010	3,30	4,81

Додаток Г.2 – Розрахунок тривалості припливу води зі схилів до руслової мережі

№ п/п	№ по карті	Річка - пост	Y_1 %, мм	q_3 , q_2 м /скм	t_p , год	T_o , год	V_d , км/го д
1	2	3	4	5	6	7	8
1	95	р.Убідь-с.Кудрівка	119	0,19	28,4	168	2,64
2	121	р.Снов-с.Носівка	138	0,16	58,4	131	2,67
3	77	р.Десна-с.Розльоти	157	0,08	296,2	95	2,26
4	79	р.Десна-м.Чернігів	172	0,02	298,3	101	2,24
5	103	р.Сейм-с.Мутіно	199	0,14	296,8	74	2,17
6	119	р.Клевень-с.Шарпівка	182	0,25	51,9	137	2,58
7	94	р.Головесня-с.Пакошичи	195	1,22	3,3	125	3,38
8	122	р.Ревна-с.Залізний міст	192	0,42	13,1	172	2,6
9	93	р.Івотка-с.Івот	120	0,18	22,4	183	3
10	120	р.Єсмань -с.Ротівка	148	0,34	22,9	134	2,97
11	102	р.Сейм-м.Рильськ	173	0,17	190,1	79	2,08
12	101	р.Сейм-м.Льгів	180	0,23	149,7	78	1,95
13	113	р.Прут-с.Ширково	173	0,24	14,3	246	3
14	112	р.Реут-с.Любицька	187	0,44	22,5	123	3,02
15	111	лог.Райчик-с.Польова Лукашівка	187	1,70	2,3	118	1
16	100	р.Сейм-Глушково	221	0,31	29,0	127	8,42
17	110	лог.Мересьє- х.Алексеевский	201	1,13	3,7	162	1,21
18	99	р.Сейм-пос.Ришково	178	0,31	65,6	86	2,68
19	98	р.Сейм-с.Леб'яже	158	0,25	52,7	110	3,02
20	108	р.Тускарь-м.Курськ	209	0,39	34,7	120	2,94
21	107	р.Тускарь-х.Вирки	335	0,69	29,5	114	3,23
22	106	р.Тускарь-с.Свобода	197	0,40	20,2	131	2,97
23	105	р.Рать-с.Беседіно	179	0,39	12,4	160	3,79
24	104	р.Полная-с.Губанівка	227	0,50	12,8	177	2,19
25	97	р.Сейм-с.Зуєвка	187	0,38	25,7	119	3,35
26	96	р.Сейм-с.Гущино	158	0,80	10,8	81	2,96
27	109	р.Снова- с.Щурово	212	0,37	23,1	168	2,25
28	116	р.Свапа-м.Старий Город	214	0,41	36,8	106	3,26

Продовження дод.Г.2.

1	2	3	4	5	6	7	8
29	115	р.Свапа-с.Михайлівка	224	0,34	14,8	171	4,87
30	118	р.Чернь-с.Плоске	271	1,01	5,6	155	2,52
31	114	р.Свапа-с.Локтіоново	218	0,44	12,3	188	2,92
32	117	р.Усожа-м.Фатіж	193	0,44	9,3	182	2,58
33	88	р.Сєв-с.Ново-Ямське	176	0,33	13,7	165	3,29
34	87	р.Неруса-с.Радогощ	242	0,52	16,1	145	2,8
35	90	р.Судость-сmt.Погар	187	0,29	33,9	122	4,37
36	92	р.Рожок-с.Красне	279	1,05	3,8	177	3,18
37	91	р.Коста-с.Глазово	329	0,96	9,5	163	1,47
38	89	р.Соля -с.Мальцево	138	0,30	22,8	137	2,85
39	86	р.Навля -сmt. Навля	125	0,15	39,7	195	2,34
40	74	р.Десна-м.Брянськ	203	0,23	139,3	86	2,53
41	73	р.Десна-с.Голубея	232	0,28	85,1	121	2,8
42	71	р.Десна-с.Олександрівка	240	0,42	38,7	128	2,66
43	85	р.Снежень- м.Карачів	276	0,50	5,7	252	3,83
44	82	р.Ветьма-с.Круча	225	0,29	37,8	179	2,41
45	84	р.Болва-с.Псурь	169	0,19	33,0	181	4,13
46	83	р.Болва-м.Кіров	285	0,50	26,7	136	2,88

Додаток Г.3 – Розрахунки за операторною моделлю на річках басейну Чернігівського та Новгород-Сіверського
Полісся

№ п/п	№ по карті	Річка-пост	F, км ²	Y _{1%карт} , мм	к _л	T _о " ГОД	Q _m	Ψ _(tp/To)	T _о ' карт	ε _F	Q _{1%роз}	Q _{1%фак}	Δ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	95	р.Убідь-с.Кудрівка	970	165	0,76	142	4,33	0,17	150	0,35	0,26	0,19	33,58
2	121	р.Снов-с.Носівка	7140	195	0,82	142	5,56	0,13	150	0,26	0,19	0,16	18,93
3	77	р.Десна-с.Розльоти	36300	250	0,67	142	8,69	0,05	100	0,20	0,09	0,08	13,14
4	103	р.Сейм-с.Мутіно	25600	225	0,93	142	13,63	0,05	80	0,21	0,15	0,14	4,58
5	119	р.Клевень-с.Шарпівка	2440	190	0,92	142	6,74	0,13	135	0,31	0,27	0,25	7,70
6	94	р.Головесня-с.Пакошичи	29,5	190	0,86	142	6,50	0,26	130	0,60	1,01	1,22	16,82
7	122	р.Ревна-с.Залізний міст	380	215	0,85	142	6,29	0,21	150	0,41	0,52	0,42	25,24
8	93	р.Івотка-с.Івот	1260	180	0,67	142	4,17	0,18	150	0,34	0,25	0,18	37,76
9	120	р.Єсмань -с.Ротівка	628	175	0,84	142	5,23	0,18	145	0,38	0,35	0,34	1,62
10	102	р.Сейм-м.Рильськ	18100	200	0,95	142	12,26	0,05	80	0,23	0,13	0,17	19,73
11	101	р.Сейм-м.Льгів	10700	190	0,95	142	10,96	0,05	85	0,25	0,12	0,23	45,01
12	113	р.Прут-с.Ширково	530	210	0,85	142	3,69	0,19	250	0,39	0,27	0,24	12,98
13	112	р.Реут-с.Любицька	960	220	0,93	142	8,20	0,17	130	0,35	0,49	0,44	12,18
14	111	лог.Райчик-с.Польова Лукашівка	6,2	220	0,84	142	6,81	0,35	140	0,74	1,74	1,70	2,53
15	100	р.Сейм-Глушково	8900	240	0,95	142	9,81	0,09	120	0,25	0,22	0,31	28,96

Продовження дод.Г.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
16	110	лог.Мересье-х.Алексеевский	9,50	225	0,91	142	7,10	0,31	150	0,70	1,00	1,13	36,58
17	99	р.Сейм-пос.Ришково	7460	185	0,95	142	9,07	0,10	100	0,26	0,24	0,31	22,87
18	98	р.Сейм-с.Леб'яже	4870	180	0,96	142	8,93	0,11	100	0,28	0,26	0,25	3,21
19	108	р.Тускарь-м.Курськ	2380	215	0,95	142	7,53	0,15	140	0,31	0,35	0,39	9,96
20	107	р.Тускарь-х.Вирки	2320	210	0,96	142	7,40	0,13	140	0,31	0,38	0,69	9,87
21	106	р.Тускарь-с.Свобода	1690	210	0,96	142	7,44	0,18	140	0,32	0,44	0,40	9,99
22	105	р.Рать-с.Беседіно	630	190	0,93	142	7,08	0,18	130	0,38	0,49	0,39	24,29
23	104	р.Полная-с.Губанівка	333	240	0,93	142	7,75	0,23	150	0,41	0,73	0,50	45,76
24	97	р.Сейм-с.Зуєвка	2320	190	0,97	142	8,67	0,15	110	0,31	0,39	0,38	3,39
25	96	р.Сейм-с.Гущино	375	180	0,98	142	10,15	0,19	90	0,41	0,76	0,80	4,68
26	109	р.Снова-с.Щурово	781	230	0,98	142	9,34	0,19	125	0,36	0,63	0,37	71,29
27	116	р.Свапа-м.Старий Город	3690	245	0,88	142	11,17	0,12	100	0,29	0,40	0,41	4,51
28	115	р.Свапа-с.Михайлівка	2800	250	0,90	142	8,35	0,17	140	0,30	0,44	0,34	26,24
29	118	р.Чернь-с.Плоске	96,3	280	0,95	142	9,15	0,26	150	0,50	1,00	1,01	15,88
30	114	р.Свапа-с.Локтіоново	419	240	0,93	142	8,95	0,20	130	0,40	0,72	0,44	65,87
31	117	р.Усожа-м.Фатіж	364	215	0,96	142	7,11	0,23	150	0,41	0,65	0,44	50,45
32	88	р.Сєв-с.Ново-Ямське	1150	205	0,86	142	6,29	0,20	145	0,34	0,42	0,33	27,02
33	87	р.Неруса-с.Радогощ	1020	310	0,88	142	8,01	0,20	150	0,35	0,56	0,52	7,47
34	90	р.Судость-сmt.Погар	5180	235	0,82	142	8,04	0,13	125	0,27	0,28	0,29	4,21
35	92	р.Рожок-с.Красне	60	290	0,91	142	8,58	0,26	160	0,54	1,00	1,05	11,37
36	91	р.Коста-с.Глазово	150	315	0,99	142	10,10	0,26	160	0,47	1,00	0,96	28,49
37	89	р.Соля -с.Мальцево	39,4	190	0,86	142	6,50	0,26	130	0,60	1,00	1,22	16,82
38	86	р.Навля -сmt. Навля	1560	330	0,66	142	7,88	0,16	150	0,33	0,41	0,29	39,74
39	74	р.Десна-м.Брянськ	13700	350	0,56	142	0,00	0,08	150	0,24	0,08	0,23	13,11
40	73	р.Десна-с.Голубея	4770	350	0,70	142	10,64	0,09	120	0,28	0,25	0,28	9,26

Продовження дод.Г.3.

41	71	р.Десна-с.Олександрівка	1710	340	0,78	142	11,47	0,14	120	0,32	0,50	0,42	20,65
42	85	р.Снежень-м.Карачів	282	300	0,95	250	7,35	0,24	200	0,42	0,76	0,50	51,90
43	82	р.Ветьма-с.Круча	1370	340	0,67	142	7,88	0,16	150	0,33	0,41	0,29	39,74
44	84	р.Болва-с.Псурь	3210	335	0,52	142	4,48	0,15	200	0,29	0,20	0,19	5,64
45	83	р.Болва-м.Кіров	2010	450	0,63	142	9,74	0,17	150	0,32	0,52	0,50	5,15

 $\Delta = \pm 21,6\%$

Додаток Г.4 – Вихідні дані для розрахунку коефіцієнту загальної редукції максимального стоку весняного водопілля в басейні річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся

№ п/п	№ по карті	Річка - пост	$T_{o \text{ карт, год}}$	$Y_{1\% \text{ карт, мм}}$	$q'_{m, м^3/скм^2}$	$q_{1\%, м^3/скм^2}$	$q_{1\%}/q'_m$	$lg(F+1)$	$lg(q_{1\%}/q'_m)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	95	р.Убідь-с.Кудрівка	150	165	4,33	0,19	0,04	2,99	-1,38
2	121	р.Снов-с.Носівка	150	195	5,56	0,16	0,03	3,85	-1,57
3	77	р.Десна-с.Розльоти	100	250	8,69	0,08	0,01	4,56	-1,90
4	79	р.Десна-м.Чернігів	100	172	8,74	0,21	0,02	4,04	-1,45
5	103	р.Сейм-с.Мутіно	80	225	13,63	0,14	0,02	4,41	-1,73
6	119	р.Клевень-с.Шарпівка	135	190	6,74	0,25	0,04	3,39	-1,41
7	94	р.Головесня-с.Пакошичи	130	190	6,50	1,22	0,20	1,48	-0,69
8	122	р.Ревна-с.Залізний міст	150	215	6,29	0,42	0,06	2,58	-1,20
9	93	р.Івотка-с.Івот	150	180	4,17	0,18	0,04	3,10	-1,38
10	120	р.Єсмань -с.Ротівка	145	175	5,23	0,34	0,06	2,80	-1,20
11	102	р.Сейм-м.Рильськ	80	200	12,26	0,17	0,02	4,26	-1,62

Продовження дод.Г.4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	101	р.Сейм-м.Льгів	85	190	10,96	0,23	0,03	4,03	-1,46
13	113	р.Прут-с.Ширково	250	210	3,69	0,24	0,04	2,73	-1,43
14	112	р.Реут-с.Любицька	130	220	8,21	0,44	0,06	2,98	-1,23
15	111	лог.Райчик-с.Польова Лукашівка	140	220	6,81	1,70	0,25	0,86	-0,60
16	100	р.Сейм-Глушково	120	240	9,81	0,31	0,04	3,95	-1,43
17	110	лог.Мересьє- х.Алексеевский	150	225	7,09	1,13	0,15	1,02	-0,82
18	99	р.Сейм-пос.Ришково	100	185	9,07	0,31	0,05	3,87	-1,31
19	98	р.Сейм-с.Леб'яже	100	180	8,93	0,25	0,04	3,69	-1,40
20	108	р.Тускарь-м.Курськ	140	215	7,53	0,39	0,05	3,38	-1,28
21	107	р.Тускарь-х.Вирки	140	212	7,49	0,39	0,05	3,31	-1,27
22	106	р.Тускарь-с.Свобода	140	210	7,45	0,40	0,05	3,23	-1,26
23	105	р.Рать-с.Беседіно	130	190	7,08	0,39	0,06	2,80	-1,22
24	104	р.Полная-с.Губанівка	150	240	7,76	0,50	0,06	2,52	-1,21
25	97	р.Сейм-с.Зуєвка	110	190	8,67	0,38	0,06	3,37	-1,25
26	96	р.Сейм-с.Гущино	90	180	10,15	0,80	0,12	2,58	-0,91
27	109	р.Снова-с.Щурово	125	230	9,34	0,37	0,04	2,89	-1,35
28	116	р.Свапа-м.Старий Город	100	245	11,17	0,41	0,05	3,57	-1,28
29	115	р.Свапа-с.Михайлівка	140	250	8,35	0,34	0,04	3,45	-1,38
30	118	р.Чернь-с.Плоске	150	280	9,15	1,01	0,10	1,99	-0,98

Продовження дод.Г.4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
31	114	р.Свапа-с.Локтіоново	130	240	8,95	0,44	0,05	2,62	-1,27
32	117	р.Усожа-м.Фатіж	150	215	7,11	0,44	0,06	2,56	-1,24
33	88	р.Сєв-с.Ново-Ямське	145	205	6,29	0,33	0,05	3,06	-1,29
34	87	р.Неруса-с.Радогощ	150	310	8,10	0,52	0,06	3,01	-1,21
35	90	р.Судость-сmt.Погар	125	235	8,03	0,29	0,04	3,71	-1,39
36	92	р.Рожок-с.Красне	160	290	8,57	1,05	0,11	1,79	-0,96
37	91	р.Коста-с.Глазово	160	315	10,10	0,96	0,08	2,18	-1,07
38	89	р.Соля -с.Мальцево	130	238	8,92	0,42	0,05	2,60	-1,26
39	86	р.Навля -сmt. Навля	140	210	7,44	0,40	0,05	3,23	-1,26
40	74	р.Десна-м.Брянськ	88	190	10,96	0,23	0,03	4,03	-1,46
41	73	р.Десна-с.Голубея	120	350	10,63	0,28	0,03	3,68	-1,51
42	71	р.Десна-с.Олександрівка	120	340	11,47	0,42	0,04	3,23	-1,37
43	85	р.Снежень- м.Карачів	200	300	7,36	0,50	0,05	2,45	-1,32
44	82	р.Ветьма-с.Круча	150	340	7,88	0,29	0,04	3,14	-1,45
45	84	р.Болва-с.Псурь	200	335	4,48	0,19	0,03	3,51	-1,52
46	83	р.Болва-м.Кіров	150	450	9,74	0,50	0,05	3,30	-1,32

Додаток Г.5 – Розрахунок коефіцієнта русло-заплавного водообміну та регулювання ε_F

№ п/п	№ по карті	Річка - пост	$1/(F+1)^{0,40}$	$\psi(tp/T_0)$	ε_F
1	2	3	4	5	6
1	95	р.Убідь-с.Кудрівка	0,06	0,17	0,35
2	121	р.Снов-с.Носівка	0,03	0,13	0,26
3	77	р.Десна-с.Розльоти	0,01	0,05	0,20
4	79	р.Десна-м.Чернігів	0,01	0,05	0,20
5	103	р.Сейм-с.Мутіно	0,02	0,05	0,21
6	119	р.Клевень-с.Шарпівка	0,04	0,13	0,30
7	94	р.Головесня-с.Пакошичи	0,24	0,26	0,59
8	122	р.Ревна-с.Залізний міст	0,09	0,21	0,40
9	93	р.Івотка-с.Івот	0,05	0,18	0,34
10	120	р.Єсмань -с.Ротівка	0,07	0,18	0,37
11	102	р.Сейм-м.Рильськ	0,02	0,05	0,22
12	101	р.Сейм-м.Льгів	0,02	0,05	0,24
13	113	р.Прут-с.Ширково	0,08	0,19	0,38
14	112	р.Реут-с.Любицька	0,06	0,17	0,35
15	111	лог.Райчик-с.Польова Лукашівка	0,44	0,35	0,74
16	100	р.Сейм-Глушково	0,02	0,09	0,25
17	110	лог.Мересье- х.Алексеевский	0,38	0,31	0,70
18	99	р.Сейм-пос.Ришково	0,03	0,10	0,26
19	98	р.Сейм-с.Леб'яже	0,03	0,11	0,27
20	108	р.Тускарь-м.Курськ	0,04	0,15	0,31
21	107	р.Тускарь-х.Вирки	0,03	0,14	0,30
22	106	р.Тускарь-с.Свобода	0,05	0,18	0,32
23	105	р.Рать-с.Беседіно	0,07	0,18	0,37
24	104	р.Полная-с.Губанівка	0,09	0,23	0,41
25	97	р.Сейм-с.Зуєвка	0,04	0,15	0,31
26	96	р.Сейм-с.Гущино	0,09	0,19	0,40
27	109	р.Снова-с.Щурово	0,06	0,19	0,36
28	116	р.Свапа-м.Старий Город	0,03	0,12	0,29
29	115	р.Свапа-с.Михайлівка	0,04	0,17	0,30
30	118	р.Чернь-с.Плоске	0,15	0,26	0,50
31	114	р.Свапа-с.Локтіоново	0,08	0,20	0,40

Продовження дод.Г.5.

1	2	3	4	5	6
32	117	р.Усожа-м.Фатіж	0,09	0,23	0,41
33	88	р.Сєв-с.Ново-Ямське	0,05	0,20	0,34
34	87	р.Неруса-с.Радогощ	0,06	0,20	0,35
35	90	р.Судость-сmt.Погар	0,03	0,13	0,27
36	92	р.Рожок-с.Красне	0,18	0,26	0,53
37	91	р.Коста-с.Глазово	0,13	0,26	0,47
38	89	р.Соля -с.Мальцево	0,24	0,26	0,59
39	86	р.Навля -сmt. Навля	0,05	0,18	0,32
40	74	р.Десна-м.Брянськ	0,02	0,08	0,23
41	73	р.Десна-с.Голубея	0,03	0,09	0,27
42	71	р.Десна-с.Олександрівка	0,05	0,14	0,32
43	85	р.Снежень- м.Карачів	0,10	0,24	0,42
44	82	р.Ветьма-с.Круча	0,05	0,16	0,33
45	84	р.Болва-с.Псурь	0,04	0,15	0,29
46	83	р.Болва-м.Кіров	0,04	0,17	0,31

Додаток Г.6 – Перевірочні розрахунки

№ п/п	№ по карті	Річка - пост	Q1%роз	Q1%фак	Δ ,%
1	2	3	4	5	6
1	95	р.Убідь-с.Кудрівка	0,26	0,19	33,58
2	121	р.Снов-с.Носівка	0,19	0,16	18,93
3	77	р.Десна-с.Розльоти	0,09	0,08	13,14
4	79	р.Десна-м.Чернігів	0,21	0,23	34,12
5	103	р.Сейм-с.Мутіно	0,15	0,14	4,58
6	119	р.Клевень-с.Шарпівка	0,27	0,25	7,70
7	94	р.Головесня-с.Пакошичи	1,01	1,22	16,82
8	122	р.Ревна-с.Залізний міст	0,52	0,42	25,24
9	93	р.Івотка-с.Івот	0,25	0,18	37,76
10	120	р.Єсмань -с.Ротівка	0,35	0,34	1,62
11	102	р.Сейм-м.Рильськ	0,13	0,17	19,73
12	101	р.Сейм-м.Льгів	0,12	0,23	45,01
13	113	р.Прут-с.Ширково	0,27	0,24	12,98
14	112	р.Реут-с.Любицька	0,49	0,44	12,18
15	111	лог.Райчик-с.Польова Лукашівка	1,74	1,70	2,53
16	100	р.Сейм-Глушково	0,22	0,31	28,96
17	110	лог.Мересьє-х.Алексеевский	1,55	1,13	36,58
18	99	р.Сейм-пос.Ришково	0,24	0,31	22,87

Продовження дод.Г.6.

1	2	3	4	5	6
19	98	р.Сейм-с.Леб'яже	0,26	0,25	3,21
20	108	р.Тускарь-м.Курськ	0,35	0,39	9,96
21	107	р.Тускарь-х.Вирки	0,34	0,38	9,92
22	106	р.Тускарь-с.Свобода	0,44	0,40	9,99
23	105	р.Рать-с.Беседіно	0,49	0,39	24,29
24	104	р.Полная-с.Губанівка	0,73	0,50	45,76
25	97	р.Сейм-с.Зуєвка	0,39	0,38	3,39
26	96	р.Сейм-с.Гушино	0,76	0,80	4,68
27	109	р.Снова-с.Щурово	0,63	0,37	71,29
28	116	р.Свапа-м.Старий Город	0,40	0,41	4,51
29	115	р.Свапа-с.Михайлівка	0,44	0,34	26,24
30	118	р.Чернь-с.Плоске	1,17	1,01	15,88
31	114	р.Свапа-с.Локтіоново	0,72	0,44	65,87
32	117	р.Усожа-м.Фатіж	0,65	0,44	50,45
33	88	р.Сєв-с.Ново-Ямське	0,42	0,33	27,02
34	87	р.Неруса-с.Радогощ	0,56	0,52	7,47
35	90	р.Судость-сmt.Погар	0,28	0,29	4,21
36	92	р.Рожок-с.Красне	1,17	1,05	11,37
37	91	р.Коста-с.Глазово	1,24	0,96	28,49
38	89	р.Соля -с.Мальцево	1,01	1,21	16,80
39	86	р.Навля -сmt. Навля	0,43	0,40	9,98
40	74	р.Десна-м.Брянськ	0,12	0,16	19,54
41	73	р.Десна-с.Голубея	0,25	0,28	9,26
42	71	р.Десна-с.Олександрівка	0,50	0,42	20,65
43	85	р.Снежень- м.Карачів	0,76	0,50	51,90
44	82	р.Ветьма-с.Круча	0,41	0,29	39,74
45	84	р.Болва-с.Псурь	0,20	0,19	5,64
46	83	р.Болва-м.Кіров	0,52	0,50	5,15

 $\Delta = \pm 21,6\%$