

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
ПО ВИКОНАННЮ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ
З ДИСЦИПЛІНИ "СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ З ТЕОРІЇ
МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ"**

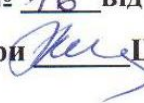
Одеса – 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
ПО ВИКОНАННЮ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ
З ДИСЦИПЛІНИ "СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ З ТЕОРІЇ
МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ"

для магістрів I року навчання денної та заочної форми навчання за спеціальністю 103 "Науки про Землю", ОНП «Гідрологія» (120 кр.) та ОПП «Гідрологія» (90 кр.).

Затверджено
на засіданні методичної комісії
гідрометеорологічного інституту
протокол № 9 від 01.07.2019 р.
Голова метод.комісії  Овчарук В.А.

Затверджено
на засіданні кафедри гідрології суші
протокол № 16 від 16.05.19 р.
Зав. кафедри  Шакірзанова Ж.Р.

Одеса – 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
ПО ВИКОНАННЮ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ
З ДИСЦИПЛІНИ ”СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ З ТЕОРІЇ
МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ”

для магістрів I року навчання денної та заочної форми навчання за спеціальністю 103 “Науки про Землю“, ОНП «Гідрологія» (120 кр.) та ОПП «Гідрологія» (90 кр.).

Затверджено
на засіданні методичної комісії
гідрометеорологічного інституту
протокол № 9 від 01.07.2019 р.

Одеса – 2019

Збірник методичних вказівок по виконанню практичних завдань з дисципліни
”Спеціальні розділи з теорії максимального стоку”

/ проф. Гопченко Є.Д., доц. Овчарук В.А., ст. викл. Гопцій М.В. Одеса, ОДЕКУ,
2019. 69 с.

Збірник методичних вказівок призначені для магістрів I року навчання
денної та заочної форми навчання за спеціальністю 103 “Науки про Землю”,
ОНП «Гідрологія» (120 кр.) та ОПП «Гідрологія» (90 кр.).

ЗМІСТ

Загальні положення	5
1 Узагальнення розрахункових шарів стоку весняного водопілля річок	6
1.1 Науково-методичні підходи до просторового узагальнення шарів стоку весняного водопілля	6
1.2 Науково-методичні підходи до просторового узагальнення коефіцієнтів варіації шарів стоку весняного водопілля	10
Приклад розрахунку 1	11
Приклад розрахунку 2	23
2 Розрахунок характеристик максимального стоку паводків (водопіль) та мінімального стоку за сучасними нормативними документами (СНиП 2.01.14-83 та СП 33-101-2003)	36
2.1 Розрахунки максимального стоку при відсутності даних спостережень ...	36
Приклад розрахунку 3	40
2.2 Розрахунки мінімального стоку при відсутності даних спостережень	45
Приклад розрахунку 4	50
Додаток А – Ординати кривих трипараметричного гамма-розподілу	55
Додаток Б – Параметри a , n , f_0 у формулі (2.10) відповідно СНиП 2.01.14- 83 дод. 2, табл. 17 [5, С. 187-191]	63

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Мета та задачі. При вивченні дисципліни «Спецрозділи з теорії максимального стоку» магістри повинні отримати вміння та знання, які стосуються розуміння процесів та закономірностей формування максимального стоку, принципів і методів визначення та узагальнення кількісних характеристик стоку паводків і водопіль у різних водогосподарських та гідрометеорологічних умовах.

Метою методичних вказівок є закріплення магістрами знань, отриманих при вивченні теоретичних розділів дисципліни «Спецрозділи з теорії максимального стоку».

Задача методичних вказівок - набуття практичних навичок в узагальненні шарів максимального стоку на основі даних спостережень та визначенні розрахункових характеристик максимального і мінімального стоку за нормативними документами.

У результаті виконання практичних завдань з дисципліни «Спецрозділи з теорії максимального стоку» магістри повинні:

Знати:

- основні фактори формування дощових паводків та весняних водопіль;
- методичні підходи до розрахунку статистичних параметрів часових рядів максимального стоку;
- основні методи розрахунку максимального стоку при наявності та за відсутності гідрометеорологічних спостережень;
- знати основи генетичної теорії формування стоку;
- знати методи розрахунку максимального стоку, викладені у діючих нормативних документах.

Вміти:

- розраховувати різними методами статистичні параметри часових рядів максимального стоку;
- розраховувати величини стоку різної забезпеченості за емпіричними та теоретичними розподілами;
- узагальнювати інформацію по максимальному стоку за територією;
- обирати об'єкти дослідження з довідкових матеріалів;
- робити опис особливостей формування максимального стоку річок;
- оцінювати гідрометеорологічну вивченість досліджуваної території;
- виконувати статистичну обробку вихідної інформації;
- оцінювати головні чинники, що впливають на розрахункові шари стоку;
- виконувати просторове узагальнення шарів стоку;

- розраховувати максимальний стік паводків за формулами СНиП 2.01.14-83 та СП 33-101-2003;

- розраховувати максимальний стік весняних водопіль за формулами СНиП 2.01.14-83 та СП 33-101-2003.

Для успішного виконання практичних завдань необхідні знання та вміння з таких дисциплін як “Гідрологічні розрахунки”, “Максимальний стік річок”, “Розрахунки і прогнози гідрологічних характеристик”.

Практичні завдання складають один змістовний модуль і оцінюються у відповідності з робочою програмою з елементами модульного контролю з дисципліни „Спецрозділи з теорії максимального стоку”

Для виконання практичних завдань студентам надаються вихідні дані по максимальному стоку весняного водопілля річок різних регіонів.

При підготовці методичних вказівок використані: монографічне видання А.В. Рождественського та О.І. Чеботарьова “Статистические методы в гидрологии”, підручник В.А. Шелутко “Численные методы в гидрологии”, монографія Є.Д. Гопченка, В.А. Овчарук “Формирование максимального стока весеннего половодья в условиях юга Украины” та ін.

Програма практичних модулів з дисципліни складається з:

ЗМ-П1 «Визначення шарів паводкового (повеневого) стоку різної ймовірності перевищення та узагальнення їх по території» (15 балів);

ЗМ-П2 «Розрахунок характеристик максимального стоку паводків (водопіль) та мінімального стоку за сучасними нормативними документами (СНиП 2.01.14-83 та СП 33-101-2003)» (25 бали).

Вихідні дані виписуються з довідникових джерел, які знаходяться у гідрометеорологічному фонді на базі ОДЕКУ, кім. 312, НЛК № 1 («Основні гідрологічні характеристики» від початку спостережень по 1975 р.; «Багаторічні дані спотережень» 1976-2015pp.)

Об'єкти дослідження назначає викладач індивідуально кожному магістру.

1 УЗАГАЛЬНЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ШАРІВ СТОКУ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ РІЧОК

Вступ. З цього питання, незважаючи на наявність нормативних документів у галузі максимального стоку, відсутні єдині науково обґрунтовані підходи щодо просторового узагальнення. Автори вважають за необхідне запровадити відповідні рекомендації, які дозволяють дещо уніфікувати просторові узагальнення шарів стоку весняного водопілля. Починати слід із визначення тих факторів, які є носіями географічно обумовлених складових, а з іншого - тих, що пов'язані з місцевими умовами (залісеністю, заболоченістю, закарстованістю та ін.).

1.1 Науково-методичні підходи до просторового узагальнення шарів стоку весняного водопілля

Після статистичного аналізу часових рядів шарів стоку [1-3] просторовому узагальненню, зазвичай, підлягають середні величини або характеристики тієї чи іншої ймовірності перевищення. Ураховуючи різне географічне положення водозборів, спочатку величини шарів стоку відносять до якоїсь однієї умовної широти [4]. З цією метою будується залежність $\bar{Y}_m = f(\varphi^0 \text{ півн.ш})$ у вигляді

$$\bar{Y}_m = \bar{Y}_{\varphi_0} \pm \alpha_{\varphi} (\varphi^0 - \varphi_0), \quad (1.1)$$

де $\bar{Y}_{\varphi_0}$ - середній шар стоку, віднесений до умовної широти геометричних центрів тяжіння водозборів φ_0 .

Рекомендується φ_0 призначати з таким розрахунком, щоб воно відповідало приблизно геометричному центру тяжіння розглядуваної території. За лінійною кореляцією $\bar{Y}_m = f(\varphi^0 \text{ півн.ш})$ встановлюється значення коефіцієнта регресії α_{φ} . Приведення вихідних даних $\bar{Y}_m$ до умовної широти φ_0 здійснюється на підставі (1.1). Дійсно,

$$\bar{Y}_{\varphi_0} = \bar{Y}_m \pm \alpha_{\varphi} (\varphi^0 - \varphi_0). \quad (1.2)$$

У межах рівнинних територій досліджується вплив на приведені до φ_0 шари стоку $\bar{Y}_{\varphi_0}$ залісеності території, тобто

$$\bar{Y}_{\varphi_0} = \bar{Y}_{\varphi_0, f_L=0} \pm \beta'_L \lg(f_L + 1) \quad (1.3)$$

або

$$\bar{Y}_{\varphi_0} = \bar{Y}_{\varphi_0, f_L=0} \cdot k_L, \quad (1.4)$$

де k_L - коефіцієнт впливу залісеності на шари стоку

$$k_L = 1 \pm \beta_L \lg(f_L + 1), \quad (1.5)$$

f_L - відносна залісеність у %;

$$\beta_L = \frac{\beta'_L}{\bar{Y}_{\varphi_0, f_L=0}}. \quad (1.6)$$

Виходячи з (1.5), можна розрахувати $\bar{Y}_{\varphi_0, f_L=0}$, тобто вихідні дані $\bar{Y}_{\varphi_0}$ привести до залісеності $f_L = 0$. Фактично

$$\bar{Y}_{\varphi_0, f_L=0} = \bar{Y}_{\varphi_0} / k_L. \quad (1.7)$$

Наступним кроком є побудування залежності $\bar{Y}_{\varphi_0, f_L=0}$ від ступеня заболоченості водозборів f_{δ} , а саме

$$\bar{Y}_{\varphi_0, f_L=0} = \bar{Y}_{\varphi_0, f_L=0, f_{\delta}=0} \pm \beta'_{\delta} \lg(f_{\delta} + 1), \quad (1.8)$$

де $\bar{Y}_{\varphi_0, f_L=0, f_{\delta}=0}$ - значення шарів стоку, приведених до $f_L = 0$ і

$f_{\delta} = 0$ та віднесених до умовних геометричних центрів водозборів.

Вираз (1.8) можна привести до вигляду

$$\bar{Y}_{\varphi_0, f_L=0} = \bar{Y}_{\varphi_0, f_L=0, f_{\delta}=0} \cdot k_{\delta}, \quad (1.9)$$

де k_{δ} - коефіцієнт впливу заболоченості на середні шар стоку, тобто

$$k_{\delta} = 1 \pm \beta_L \lg(f_L + 1), \quad (1.10)$$

а

$$\beta_{\delta} = \frac{\beta'_{\delta}}{\bar{Y}_{\varphi_0, f_L=0, f_{\delta}=0}}. \quad (1.11)$$

Щоб здійснити узагальнення середніх шарів стоку $\bar{Y}_m$ по території, необхідно виключити вплив на них таких місцевих факторів як залісеність і заболоченість. Для цього слід $\bar{Y}_m$ поділити на k_L і k_{δ} , розрахованих за (1.5) і (1.10), тобто

$$\bar{Y}_{np} = \bar{Y}_m / (k_L k_{\delta}). \quad (1.12)$$

Після таких процедур можливе картування $\bar{Y}_{np}$ або його осереднення у межах тієї чи іншої території. Перш за все, рекомендується здійснити перевірку $\bar{Y}_{np}$ на нормальність, наприклад, за допомогою критерію Гауса

$$\frac{\sigma_y}{\rho_y} = \sqrt{\pi/2} \approx 1,25, \quad (1.13)$$

де σ_y - середньоквадратичне значення

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum [(\bar{Y})_{np,i} - \bar{Y}_{np}]^2}{n-1}}; \quad (1.14)$$

ρ_y - середнє арифметичне значення

$$\rho_y = \frac{1}{n} \sum \left| (\bar{Y})_{np,i} - \bar{Y}_{np} \right| \quad (1.15)$$

При невиконанні умови (1.13) слід $\bar{Y}_{np}$ ще раз (але при виключенні із вихідних даних залісеності і заболоченості) дослідити в залежності від φ^0 півн.ш. Наявність очевидної залежності $\bar{Y}_{np} = f(\varphi^0 \text{ півн.ш.})$ є підставою для картування $\bar{Y}_{np}$. Відносяться вони до геометричних центрів тяжіння водозборів. Після цього проводяться ізолінії з кроком через 5, 10, 20, 50 мм. Для використання цієї карти при визначенні розрахункових шарів $\bar{Y}_m$ для окремих водозборів необхідно для центру тяжіння водозбору зняти $\bar{Y}_{np}$, а потім внести до нього поправки на залісеність і заболоченість (за допомогою k_L і $k_{\bar{\sigma}}$).

Таким чином,

$$\bar{Y}_m = \bar{Y}_{np} k_L k_{\bar{\sigma}}. \quad (1.16)$$

Коефіцієнти k_L і $k_{\bar{\sigma}}$ розраховуються за допомогою формул (1.5) і (1.10).

За такою ж методикою відбувається просторове узагальнення шарів стоку забезпеченістю $P\%$, але частіше при $P=1\%$.

1.2 Науково-методичні підходи до просторового узагальнення коефіцієнтів варіації шарів стоку весняного водопілля

Оскільки при побудові розрахункових формул максимального стоку йдеться про шари стоку забезпеченістю $P\%$, то крім визначення $\bar{Y}_m$, потрібно мати ще два параметри, а саме: коефіцієнти варіації C_v і асиметрії C_s (або співвідношення C_s/C_v). Діючий СНиП 2.01.14-83 [5] рекомендує орієнтуватися на криві трипараметричного гама-розподілу, а таким чином – й на використання співвідношення C_s/C_v , замість C_s . Може виявитись корисним, з точки зору підвищення точності розрахунку коефіцієнтів варіації C_v , побудування залежності його від середнього значення $\bar{Y}_m$. Аналітичною апроксимацією цих залежностей можуть бути рівняння вигляду:

$$C_v = \frac{C_{vm}}{(\bar{Y}_m/\bar{Y}_0)^m} \quad (1.17)$$

або

$$C_v = C_{vm} - \alpha_{C_v} \lg(\bar{Y}_m/Y_0), \quad (1.18)$$

де $\bar{Y}_0$ - регіонально орієнтовна величина шарів стоку, яка відповідає найменшому територіальному значенню $\bar{Y}_m$.

Як вже згадувалось, величини різної ймовірності перевищування Y_P розраховуються за допомогою кривої трипараметричного гама-розподілу. При цьому використовуються три статистичних параметри: середнє значення $\bar{Y}_m$, коефіцієнт варіації C_v та співвідношення C_s/C_v . У свою чергу C_s/C_v нормується у межах розглядуваної території шляхом осереднення його значень, встановлених при використанні методу найбільшої правдоподібності, тобто

$$C_s/C_v = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (C_s/C_v)_i, \quad (1.19)$$

де N - кількість об'єктів.

Розробка параметрів розрахункових формул максимального стоку може здійснюватись стосовно тієї чи іншої опорної забезпеченості $P\%$, але зазвичай вона приймається на рівні 1% . У таких випадках для переходу до інших забезпеченостей використовуються перехідні коефіцієнти λ_P , причому стосовно шарів стоку

$$\lambda_P = Y_P / Y_{1\%}. \quad (1.20)$$

Для визначення λ_P водопіль і паводків будуються залежності $Y_P = f(Y_{1\%})$ для $P=3, 5, 10, 20 \%$. З (1.20) очевидно, що λ_P є тангенс кутів нахилу до осі абсцис. По отриманих λ_P складається допоміжна таблиця з одним входом до неї - $P\%$.

Використовуючи цю таблицю по опорних значеннях $Y_{1\%}$ можна розрахувати пошукові величини Y_P , зокрема,

$$Y_P = Y_{1\%} \cdot \lambda_P. \quad (1.21)$$

Приклад розрахунку 1

Вихідні дані: середні багаторічні шари стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять по 41 водозбору з площами від 141 км^2 до 13300 км^2 і періодами спостережень від 15 до 72 років, а також основні морфометричні характеристики водозборів (табл. 1.1).

Порядок розрахунку:

1. Щоб з'ясувати ступінь впливу на шари стоку кожного з місцевих чинників (залісеності і заболоченості), необхідно спочатку виключити вплив широтного положення водозборів. З цією метою на основі табл. 1.1, будується залежність $\bar{Y}_m = f(\varphi^0)$, яка показана на рис. 1.1.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані по середніх багаторічних величинах шарів стоку $\bar{Y}_m$, мм в басейні р. Прип'ять

№ з/п	Річка - пункт	F , км ²	n , років	$\bar{Y}_m$, мм	φ^0 півн.ш.	(φ^0-51)	$Y_{\varphi=51}$, мм
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Вижівка - с.Руда	141	44	50,9	50,38	-0,62	53,3
2	Вижівка – смт Стара Вижівка	722	48	49,7	51,58	0,58	47,5
3	Тур'я - с.Ягідне	502	50	33,9	51,45	0,45	32,2
4	Тур'я - м.Ковель	1480	57	36,7	51,42	0,42	35,1
5	Тур'я - с.Бузаки	2630	28	46,3	51,77	0,77	43,4
6	Стохід - с.Млинівка	692	38	31,1	51,45	0,45	29,4
7	Стохід - с.Гулівка	1420	30	49,6	51,58	0,58	47,4
8	Стохід – смт Любешів	2970	43	51,1	51,83	0,83	47,9
9	Стир - с.Щурівці	2020	35	43,1	51,00	0,00	43,1
10	Стир - м.Луцьк	7200	65	64,0	51,32	0,32	62,8
11	Стир - с.Млинок	10900	30	40,0	51,77	0,77	37,1
12	Радоставка - с.Тройця	316	36	48,0	51,77	0,77	45,1
13	Іква - с.Радянське	632	44	35,0	50,42	-0,58	37,2
14	Іква - Млинівська ГЕС	1960	30	36,8	50,57	-0,43	38,4
15	Горинь – смт Ямпіль	1400	52	40,1	50,87	-0,13	40,6
16	Горинь - с.Оженін	5860	45	40,0	50,62	-0,38	41,5
17	Горинь - с.Деражне	9160	33	45,0	51,12	0,12	44,5
18	Вирка - с.Сварини	231	44	47,6	51,58	0,58	45,4
19	Случ - с.Велика Клітна	232	30	50,1	50,50	-0,50	52,0
20	Случ - с.Громада	2480	62	38,0	50,83	-0,17	38,7
21	Случ - м.Новоград-Волинський	7460	15	28,1	50,90	-0,10	28,5
22	Случ - м.Сарни	13300	57	52,0	51,0	0,00	52,0
23	Хомора – смт Понінка	1410	40	45,7	50,07	-0,93	49,3
24	Тня - с.Броніки	982	51	47,8	50,57	-0,43	49,4
25	Смолка - с.Сусли	632	46	43,9	50,57	-0,43	45,5
26	Льва - с.Осницьк	276	33	63,6	51,58	0,58	61,4
27	Уборть - с.Рудня Іванівська	776	46	48,2	51,70	0,70	45,5
28	Уборть - с.Перга	2880	37	53,7	51,73	0,73	50,9

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
29	Уж - м.Коростень	1450	46	41,9	51,25	0,25	40,9
30	Уж - с.Поліське	5690	72	49,0	51,25	0,25	48,0
31	Жерів - с.В'язівка	1360	19	47,6	51,67	0,67	45,0
32	Норін - с.Славенщина	804	27	53,8	51,0	0,00	53,8
33	Грезля - уроч.Брід	553	16	63,0	51,30	0,30	61,9
34	Ілля - с.Луб'янка	300	27	43,0	51,27	0,27	42,0
35	Тетерів - с.Троща	227	42	38,0	50,00	-1,00	41,8
36	Тетерів - м.Житомир	5270	65	41,4	50,00	-1,00	45,2
37	Тетерів - с.Макалевичі	7890	53	48,9	50,25	-0,75	51,8
38	Гнилоп'ять - с.Головинка	1200	50	42,4	49,93	-1,07	46,5
39	Гуйва - с.Городківка	312	48	34,8	49,90	-1,10	39,0
40	Ірша – смт Володарськ -Волинський	208	36	52,0	50,58	-0,42	53,6
41	Ірша - с.Українка	2600	65	47,0	50,60	-0,40	48,5

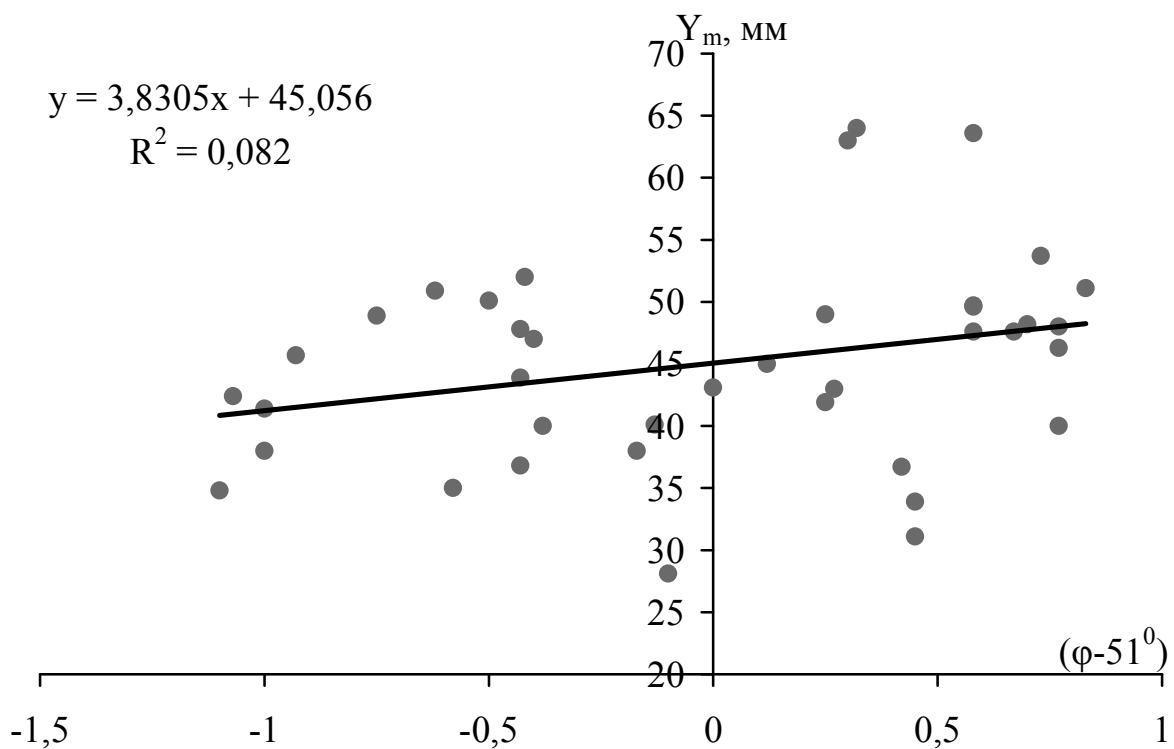


Рисунок 1.1 - Залежність середнього шару стоку водопілля $\bar{Y}_m$ від широти центрів тяжіння водозборів (басейн р. Прип'ять)

З рис. 1.1 видно, що середній багаторічний шар стоку водопілля загалом підкоряється широтній закономірності, причому із збільшенням широтного положення водозборів $\bar{Y}_m$ збільшується:

$$\bar{Y}_m = \bar{Y}_{\varphi=51^0} + 3.83(\varphi^0 - 51). \quad (1.22)$$

Отримана залежність дозволяє привести всі дані до однієї широти, наприклад, 51^0 півн.ш., тобто

$$\bar{Y}_{\varphi=51} = \bar{Y}_m - 3.83(\varphi^0 - 51). \quad (1.23)$$

де $\bar{Y}_{\varphi=51^0}$ - приведені до широти 51^0 півн.ш. значення середнього шару стоку $\bar{Y}_m$. Шари стоку $\bar{Y}_{\varphi=51^0}$ наведені у табл. 1.1.

2. Надалі значення $\bar{Y}_{\varphi=51^0}$ використовуються для побудування залежності $\bar{Y}_{\varphi=51^0} = f(f_l)$.

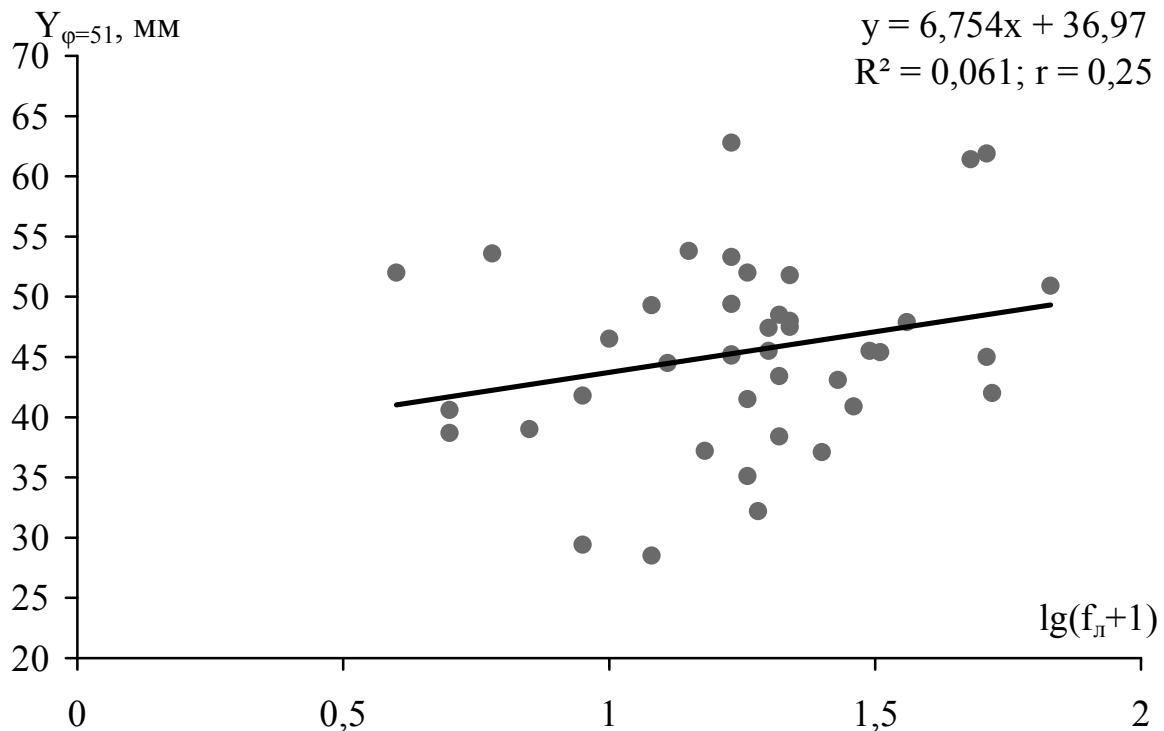


Рисунок 1.2 - Залежність приведенного шару стоку весняного водопілля $\bar{Y}_{\varphi=51}$ від залісеності водозборів f_l (басейн р. Прип'ять)

На підставі цієї залежності (рис.1.2) для річок басейну р. Прип'ять

можна встановити коефіцієнт впливу залісеності на збільшення середнього шару стоку весняного водопілля k_L

$$k_L = 1 + 0,18 \lg(f_L + 1). \quad (1.24)$$

З (1.24) очевидно, що при 100 %-вій залісеності буде мати місце збільшення шарів стоку, приблизно на 36 %, у порівнянні з незалісеними водозборами.

Розрахувавши по (1.24) коефіцієнт залісеності k_L (табл. 1.2), можна виключити його вплив на шар стоку, якщо $\bar{Y}_{\varphi=51^0}$ розділити на k_L , тобто

$$\bar{Y}_{\varphi=51^0, f_L=0} = \bar{Y}_{\varphi=51^0} / k_L. \quad (1.25)$$

Величини $\bar{Y}_{\varphi=51^0, f_L=0}$ наведені у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Розрахунок середніх шарів стоку, приведених до $\varphi=51^0$ півн.ш. і залісеності $f_L=0$

№ з/п	Річка - пункт	F, км ²	$\bar{Y}_m$, мм	$\lg(f_L+1)$	k_L	$\bar{Y}_{\varphi=51^0}$, мм	$\bar{Y}_{\varphi=51^0, f_L=0}$, мм
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Вижівка - с.Руда	141	50,9	1,23	1,22	53,3	43,6
2	Вижівка – смт Стара Вижівка	722	49,7	1,34	1,24	47,5	38,3
3	Тур'я - с.Ягідне	502	33,9	1,28	1,23	32,2	26,2
4	Тур'я - м.Ковель	1480	36,7	1,26	1,23	35,1	28,6
5	Тур'я - с.Бузаки	2630	46,3	1,32	1,24	43,4	35,1
6	Стохід - с.Млинівка	692	31,1	0,95	1,17	29,4	25,1
7	Стохід - с.Гулівка	1420	49,6	1,30	1,23	47,4	38,4
8	Стохід -смт Любешів	2970	51,1	1,56	1,28	47,9	37,4
9	Стир - с.Щурівці	2020	43,1	1,43	1,26	43,1	34,3
10	Стир - м.Луцьк	7200	64,0	1,23	1,22	62,8	51,4
11	Стир - с.Млинок	10900	40,0	1,40	1,25	37,1	29,6
12	Радоставка - с.Трійця	316	48,0	1,23	1,22	45,1	36,9
13	Іква - с.Радянське	632	35,0	1,18	1,21	37,2	30,7

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8
14	Іква - Млинівська ГЕС	1960	36,8	1,32	1,24	38,4	31,0
15	Горинь – смт Ямпіль	1400	40,1	0,70	1,13	40,6	36,1
16	Горинь - с.Оженін	5860	40,0	1,26	1,23	41,5	33,8
17	Горинь - с.Деражне	9160	45,0	1,11	1,20	44,5	37,1
18	Вирка - с.Сварини	231	47,6	1,51	1,27	45,4	35,7
19	Случ - с.В.Клітна	232	50,1	0,60	1,11	52,0	46,9
20	Случ - с.Громада	2480	38,0	0,70	1,13	38,7	34,4
21	Случ - м.Новоград- Волинський	7460	28,1	1,08	1,19	28,5	23,9
22	Случ - м.Сарни	13300	52,0	1,26	1,23	52,0	42,4
23	Хомора – смт Понінка	1410	45,7	1,08	1,19	49,3	41,3
24	Тня - с.Броніки	982	47,8	1,23	1,22	49,4	40,4
25	Смолка - с.Сусли	632	43,9	1,49	1,27	45,5	35,9
26	Льва - с.Осницьк	276	63,6	1,68	1,30	61,4	47,1
27	Уборть - с.Рудня Іванівська	776	48,2	1,30	1,23	45,5	36,9
28	Уборть - с.Перга	2880	53,7	1,83	1,33	50,9	38,3
29	Уж - м.Коростень	1450	41,9	1,46	1,26	40,9	32,4
30	Уж - с.Поліське	5690	49,0	1,34	1,24	48,0	38,7
31	Жерів - с.В'язівка	1360	47,6	1,71	1,31	45,0	34,4
32	Норін – с.Славенщина	804	53,8	1,15	1,21	53,8	44,6
33	Грезля - уроч.Брід	553	63,0	1,71	1,31	61,9	47,3
34	Ілля - с.Луб'янка	300	43,0	1,72	1,31	42,0	32,1
35	Тетерів - с.Троща	227	38,0	0,95	1,17	41,8	35,7
36	Тетерів - м.Житомер	5270	41,4	1,23	1,22	45,2	37,0
37	Тетерів - с.Макалевичі	7890	48,9	1,34	1,24	51,8	41,7
38	Гнилоп'ять - с.Головинка	1200	42,4	1,00	1,18	46,5	39,4
39	Гуйва - с.Городківка	312	34,8	0,85	1,15	39,0	33,8
40	Ірша - Володарськ- Волинський	208	52,0	0,78	1,14	53,6	47,0
41	Ірша - с.Українка	2600	47,0	1,32	1,24	48,5	39,2

3. З метою дослідження можливого впливу заболоченості на шари стоку, обчислені шари стоку, приведені до 51^0 півн.ш. і залісеності $f_{л}=0$ (табл. 1.2), потім використовуються для побудови залежності $\bar{Y}_{\varphi=51^0, f_{л}=0}$ від заболоченості f_{δ} (рис. 1.3).

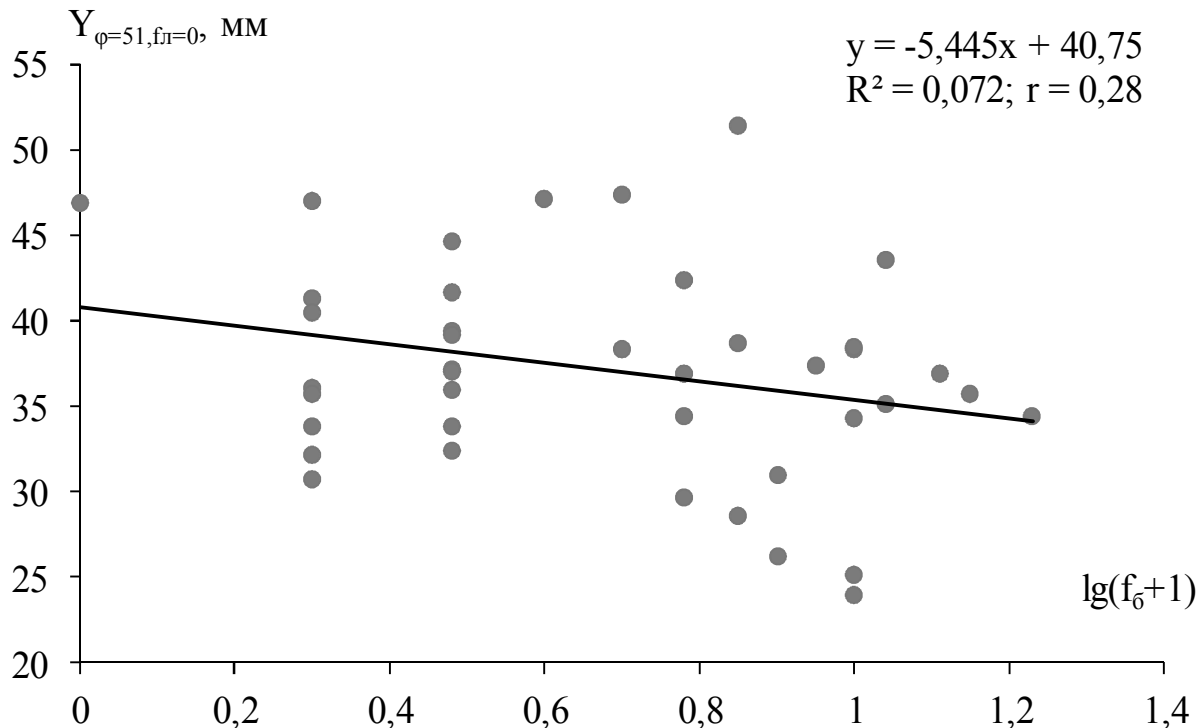


Рисунок 1.3 - Залежність приведенного шару стоку весняного водопілля $\bar{Y}_{\varphi=51^0, f_{л}=0}$ від заболоченості водозборів f_{δ} (басейн р. Прип'ять)

Як видно з рис. 1.3, при збільшенні заболоченості шар стоку водопілля, загалом, має виражену тенденцію до зменшення. Отримана залежність дозволяє обґрунтувати коефіцієнт впливу на шар стоку водопілля заболоченості k_{δ} , причому

$$k_{\delta} = 1 - 0,13 \lg(f_{\delta} - 1). \quad (1.26)$$

Очевидно, що при 100% заболоченості водозборів зменшення шару стоку $\bar{Y}_m$ буде становити 26%.

Розрахувавши по (1.26) коефіцієнт заболоченості k_{δ} (табл. 1.3), можна виключити його вплив на шар стоку, якщо $\bar{Y}_{\varphi=51^0, f_{л}=0}$ розділити на k_{δ} , тобто

$$\bar{Y}_{\varphi=51^0, f_l=0, f_b=0} = \bar{Y}_{\varphi=51^0, f_l=0} / k_b \quad (1.27)$$

Величини $\bar{Y}_{\varphi=51^0, f_l=0, f_b=0}$ наведені у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Розрахунок середніх шарів стоку, приведених до $\varphi=51^0$ півн.ш, залісенності $f_l=0$, заболоченості $f_b=0$

№ з/п	Ріка - пункт	F, км ²	f _b , %	lg(f _b +1)	k _b	мм	мм
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Вижівка - с.Руда	141	10	1,04	0,86	43,6	50,4
2	Вижівка – смт Стара Виживка	722	9	1,00	0,87	38,3	44,0
3	Тур'я - с.Ягідне	502	7	0,9	0,88	26,2	29,7
4	Тур'я - м.Ковель	1480	6	0,85	0,89	28,6	32,1
5	Тур'я - с.Бузакі	2630	10	1,04	0,86	35,1	40,6
6	Стохід - с.Млинівка	692	9	1,00	0,87	25,1	28,9
7	Стохід - с.Гулівка	1420	9	1,00	0,87	38,4	44,1
8	Стохід - смт.Любешів	2970	8	0,95	0,88	37,4	42,7
9	Стир - с.Щурівці	2020	9	1,00	0,87	34,3	39,4
10	Стир - м.Луцьк	7200	6	0,85	0,89	51,4	57,7
11	Стир - с.Млинок	10900	5	0,78	0,90	29,6	32,9
12	Радоставка - с.Тройця	316	12	1,11	0,86	36,9	43,1
13	Іква - с.Радянське	632	1	0,30	0,96	30,7	32,0
14	Іква - Млинівська ГЕС	1960	7	0,90	0,88	31,0	35,1
15	Горинь - смт.Ямпіль	1400	1	0,30	0,96	36,1	37,6
16	Горинь - с.Оженін	5860	2	0,48	0,94	33,8	36,0
17	Горинь - с.Деражне	9160	2	0,48	0,94	37,1	39,6
18	Вирка - с.Сварині	231	13	1,15	0,85	35,7	42,0
19	Случ - с.Велика Клітна	232	0	0,0	1,00	46,9	46,9
20	Случ - с.Громада	2480	5	0,78	0,90	34,4	38,3
21	Случ - м.Новград-Волинський	7460	9	1,00	0,87	23,9	27,5
22	Случ - м.Сарни	13300	5	0,78	0,90	42,4	47,2
23	Хомора – смт Понінка	1410	1	0,30	0,96	41,3	43,0
24	Тня - с.Броніки	982	1	0,30	0,96	40,4	42,0

Продовження таблиці 1.3							
1	2	3	4	5	6	7	8
25	Смолка - с.Сусли	632	2	0,48	0,94	35,9	38,3
26	Льва - с.Осницьк	276	3	0,60	0,92	47,1	51,1
27	Уборть - с.Рудня Іванівська	776	5	0,78	0,9	36,9	41,1
28	Уборть - с.Перга	2880	4	0,7	0,91	38,3	42,1
29	Уж - м.Коростень	1450	2	0,48	0,94	32,4	34,5
30	Уж - с.Поліське	5690	6	0,85	0,89	38,7	43,5
31	Жерів - с.В'язівка	1360	16	1,23	0,84	34,4	41,0
32	Норін - с.Славенщина	804	2	0,48	0,94	44,6	47,5
33	Грезля - уроч.Брід	553	4	0,70	0,91	47,3	52,0
34	Ілля - с.Луб'янка	300	1	0,30	0,96	32,1	33,4
35	Тетерів - с.Троща	227	1	0,30	0,96	35,7	37,2
36	Тетерів - м.Житомир	5270	2	0,48	0,94	37,0	39,4
37	Тетерів - с.Макалевичі	7890	2	0,48	0,94	41,7	44,5
38	Гнилоп'ять - с.Головинка	1200	2	0,48	0,94	39,4	42,0
39	Гуйва - с.Городківка	312	1	0,30	0,96	33,8	35,2
40	Ірша - смт.Володарськ- Волинський	208	1	0,30	0,96	47,0	48,9
41	Ірша - с.Українка	2600	2	0,48	0,94	39,2	41,8

Використовуючи рівняння, отримані для розрахунку k_L і k_B , можна, виключивши з початкових величин $\bar{Y}_m$ вплив залісеності і заболоченості, приступити до просторового узагальнення приведених (до $f_L = 0$ і $f_B = 0$) шарів стоку. Звичайно таке узагальнення досягається побудовою відповідних карт. Повною мірою цей прийом застосовується й до басейну р. Прип'ять, для якого як вказувалося вище, встановлена тенденція зростання $\bar{Y}_m$ із збільшенням широти водозборів.

Але, перш, ніж здійснити картування $\bar{Y}_{f_L=0, f_B=0}$ потрібно повторно проаналізувати шари стоку $\bar{Y}_m$ від широтного положення водозборів.

Для басейну р. Прип'ять підсумком стало рівняння відносно коефіцієнта впливу на шар стоку широти центрів тяжіння водозборів у вигляді

$$k_{\varphi} = 1 + 0,094(\varphi - 51). \quad (1.28)$$

На основі (1.24), (1.26) і (1.28) можна всі вихідні дані по середніх шарах стоку за період водопілля $\bar{Y}_m$ привести до $\varphi = 51^0$ півн.ш., залісеності $f_l = 0$ і заболоченості $f_{\bar{\sigma}} = 0$ (табл. 1.4), тобто

$$(\bar{Y}_m)_{np} = \bar{Y}_m / k_{\varphi} k_l k_{\bar{\sigma}}, \quad (1.29)$$

де $(\bar{Y}_m)_{np}$ - приведений шар стоку (до $\varphi = 51^0$ півн.ш., $f_l = 0$ і $f_{\bar{\sigma}} = 0$).

Надалі $(\bar{Y}_m)_{np}$ перевіряються на нормальність за допомогою критерію Гауса, формула (1.13)

$$\sigma / \rho = \sqrt{\pi/2} \approx 1,25.$$

Для річок басейну р. Прип'ять: $\sigma = 6,61$, $\rho = 5,25$, а $\sigma / \rho = 1,26$, що практично співпадає з його теоретичним значенням.

Все це є підставою для осереднення $(\bar{Y}_m)_{np}$, прийнявши в цілому для басейну р. Прип'яті його розрахункове значення на рівні 40,6 мм. Тоді для оцінки середніх шарів стоку за період водопілля $\bar{Y}_m$ для річок досліджуваної території можна рекомендувати рівняння:

$$\bar{Y}_m = 40,6 k_{\varphi} k_l k_{\bar{\sigma}}. \quad (1.30)$$

Розрахункові значення $\bar{Y}_m$ та оцінка точності осереднення наведені у табл. 1.4. Коефіцієнти k_l , $k_{\bar{\sigma}}$ і k_{φ} , що входять в (1.30), встановлюються за виразами (1.24), (1.26) і (1.28).

Середня похибка між фактичними значеннями середнього шару стоку і розрахованими величинами складає $\pm 13,1\%$.

Звіт з практичної роботи складається з теоретичних основ та практичних розрахунків. У висновках надається аналіз отриманих результатів.

Таблиця 1.4 – Перевірочні розрахунки визначення шарів стоку в басейні р. Прип'ять

№ з/п	Річка - пункт	F, км²	(φ-51)	lg(f _б +1)	lg(f _л +1)	k _л	k _б	k _φ	$\bar{Y}_m$ p, мм	$\bar{Y}_m$ ф, мм	Δ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Вижівка - с.Руда	141	-0,6	1,04	1,23	1,22	0,86	0,94	40,0	50,9	21,4
2	Вижівка - смт Стара Виживка	722	0,58	1,00	1,34	1,24	0,87	1,05	46,0	49,7	7,44
3	Тур'я - с.Ягідне	502	0,45	0,90	1,28	1,23	0,88	1,04	45,7	33,9	34,8
4	Тур'я - м.Ковель	1480	0,42	0,85	1,26	1,23	0,89	1,04	46,2	36,7	25,9
5	Тур'я - с.Бузакі	2630	0,77	1,04	1,32	1,24	0,86	1,07	46,3	46,3	0,0
6	Стохід - с.Млинівка	692	0,45	1,00	0,95	1,17	0,87	1,04	43,0	31,1	38,3
7	Стохід - с.Гулівка	1420	0,58	1,00	1,30	1,23	0,87	1,05	45,6	49,6	8,06
8	Стохід - смт Любешів	2970	0,83	0,95	1,56	1,28	0,88	1,08	49,4	51,1	3,33
9	Стир - с.Щурівці	2020	0,00	1,00	1,43	1,26	0,87	1,00	44,5	43,1	3,25
10	Стир - м.Луцьк	7200	0,32	0,85	1,23	1,22	0,89	1,03	45,4	64,0	29,1
11	Стир - с.Млинок	10900	0,77	0,78	1,40	1,25	0,90	1,07	48,9	40,0	22,3
12	Радоставка - с.Трійця	316	0,77	1,11	1,23	1,22	0,86	1,07	45,6	48,0	5,00
13	Іква - с.Радянське	632	-0,6	0,30	1,18	1,21	0,96	0,95	44,8	35,0	28,0
14	Іква - Млинівська ГЕС	1960	-0,4	0,90	1,32	1,24	0,88	0,96	42,5	36,8	15,5
15	Горинь - смт Ямпіль	1400	-0,1	0,30	0,70	1,13	0,96	0,99	43,6	40,1	8,73
16	Горинь - с.Оженін	5860	-0,4	0,48	1,26	1,23	0,94	0,96	45,1	40,0	12,8
17	Горинь - с.Деражне	9160	0,12	0,48	1,11	1,20	0,94	1,01	46,3	45,0	2,89
18	Вирка - с.Сварині	231	0,58	1,15	1,51	1,27	0,85	1,05	46,0	47,6	3,36
19	Случ - с.Велика Клітна	231	-0,50	0,00	0,60	1,11	1,00	0,95	42,8	50,1	14,6

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20	Случ - с.Громада	232	-0,2	0,78	0,70	1,13	0,90	0,98	40,5	38,0	6,58
21	Случ - м.Новоград-Волинський	2480	-0,10	1,00	1,08	1,19	0,87	0,99	41,6	28,1	48,0
22	Случ - м.Сарни	7460		0,78	1,26	1,23	0,90	1,00	44,9	52,0	13,7
23	Хомора - смт Понінка	13300	-0,9	0,30	1,08	1,19	0,96	0,91	42,2	45,7	7,66
24	Тня - с.Броніки	1410	-0,4	0,30	1,23	1,22	0,96	0,96	45,6	47,8	4,60
25	Смолка - Сусли	632	-0,4	0,48	1,49	1,27	0,94	0,96	46,5	43,9	5,92
26	Льва - с.Осницьк	276	0,58	0,60	1,68	1,30	0,92	1,05	51,0	63,6	19,8
27	Уборть - с.Рудня Іванівська	776	0,70	0,78	1,30	1,23	0,90	1,07	48,1	48,2	0,21
28	Уборть - с.Перга	2880	0,73	0,70	1,83	1,33	0,91	1,07	52,6	53,7	2,05
29	Уж - Коростень	1450	0,25	0,48	1,46	1,26	0,94	1,02	49,0	41,9	16,9
30	Уж - с.Поліське	5690	0,25	0,85	1,34	1,24	0,89	1,02	45,7	49,0	6,73
31	Жерів - с.В'язівка	1360	0,67	1,23	1,71	1,31	0,84	1,06	47,4	47,6	0,42
32	Норін - с.Славенщина	804		0,48	1,15	1,21	0,94	1,00	46,2	53,8	14,1
33	Грезля - уроч.Брід	553	0,3	0,70	1,71	1,31	0,91	1,03	49,9	63,0	20,8
34	Илля - с.Лубянка	300	0,27	0,30	1,72	1,31	0,96	1,03	52,6	43,0	22,3
35	Тетерів - с.Троща	227	-1,00	0,30	0,95	1,17	0,96	0,91	41,5	38,0	9,21
36	Тетерів - м.Житомир	5270	-1,00	0,48	1,23	1,22	0,94	0,91	42,4	41,4	2,42
37	Тетерів - с.Макалевици	7890	-0,8	0,48	1,34	1,24	0,94	0,93	44,0	48,9	10,0
38	Гнилоп'ять - с.Головинка	1200	-1,1	0,48	1,00	1,18	0,94	0,90	40,5	42,4	4,48
39	Гуйва - с.Городківка	312	-1,10	0,30	0,85	1,15	0,96	0,90	40,3	34,8	15,8
40	Ірша – смт Володарськ-Волинський	208	-0,4	0,30	0,78	1,14	0,96	0,96	42,7	52,0	17,9
41	Ірша - с.Українка	2600	-0,40	0,48	1,32	1,24	0,94	0,96	45,4	47,0	3,40

Приклад розрахунку 2

Вихідні дані: середні багаторічні шари стоку весняного водопілля лівих приток р. Дністер по 37 водозборах з площами від 70 км² до 3170 км² і періодами спостережень від 9 до 69 років, а також основні морфометричні характеристики водозборів (табл. 1.5).

Порядок розрахунку:

1. З метою виявлення ступеню впливу середні на шари стоку кожного з місцевих чинників (висоти місцевості, залісеності, заболоченості), необхідно, як і в попередньому випадку, спочатку виключити вплив широтного положення водозборів. Для цього на основі табл. 1.5, будується залежність $\bar{Y}_m = f(\varphi - 49^\circ)$, яка показана на рис. 1.4.

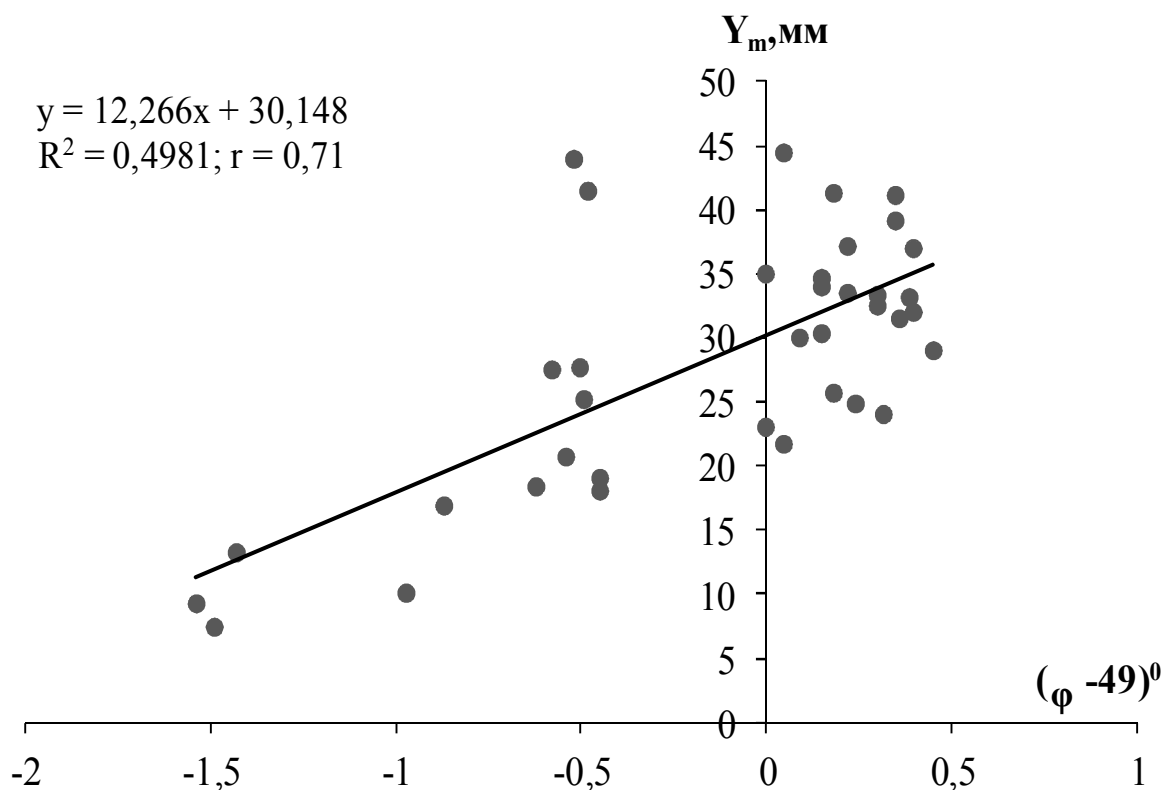


Рисунок 1.4 - Залежність середнього шару стоку водопілля $\bar{Y}_m$ від широти центрів тяжіння водозборів (басейн лівих приток р. Дністер)

Таблиця 1.5 – Вихідні дані по середніх багаторічних величинах шарів стоку $\bar{Y}_m$, мм в басейні лівих приток Дністра

№ з/п	Река-пост	F, км ²	n, років	$\bar{Y}_m$, мм	φ^0 , півн.ш.	(φ^0-49)	$\bar{Y}_{\varphi=49}$, мм
1	Верещиця-Комарно	812	43	29,0	49°45'	0,45	23,5
2	Щерек-Щирець	307	54	33,1	49°39'	0,39	28,3
3	Зубра-Димовка	212	43	24	49°32'	0,32	20,1
4	Свіж-Букачівці	465	43	34,6	49°15'	0,15	32,8
5	Гнила Липа-Рогатин	467	42	37,1	49°22'	0,22	34,4
6	Гнила Липа-Більшовці	848	55	33,5	49°22'	0,22	30,8
7	Золота Липа-Бережани	690	55	32,4	49°30'	0,30	28,7
8	Золота Липа-Задаров	1390	45	33,3	49°30'	0,30	29,6
9	Ценівка-Потутари	217	37	24,9	49°24'	0,24	22,0
10	Коропець-Підгайці	227	54	30,3	49°15'	0,15	28,5
11	Коропець-Коропець	476	42	33,9	49°15'	0,15	32,1
12	Стрипа-Каплинці	411	54	39,1	49°35'	0,35	34,8
13	Стрипа-Бучач	1270	45	41,1	49°35'	0,35	36,8
14	Серет-Вел.Березовиця	939	38	37,0	49°40'	0,40	32,1
15	Серет-Чортків	3170	58	32,0	49°40'	0,40	27,1
16	Гнезна-Плебанівка	1110	34	31,4	49°36'	0,36	27,0
17	Нічлава-Стрілковці	584	45	20,7	48°46'	-0,54	27,3
18	Збруч-Волочиськ	712	43	41,3	49°18'	0,18	39,1
19	Збруч-Завалля	3130	28	25,7	49°18'	0,18	23,5
20	Гнила-Лучковці	414	25	30,0	49°09'	0,09	28,9
21	Жванчик-Кугаєвці	229	59	19,0	48°55'	-0,45	24,5
22	Жванчик-Ластовці	703	50	18,1	48°55'	-0,45	23,6
23	Смотрич-Купін	799	61	35,0	49°00'	0,0	35,0
24	Смотрич-Цибульовка	1790	69	23,0	49°00'	0,0	23,0
25	Мукша-М.Слободка	302	46	18,3	48°38'	-0,62	25,9
26	Ушиця-Зіньков	525	60	44,4	49°05'	0,05	43,8
27	Ушиця-Тимків	1150	9	21,7	49°05'	0,05	21,1
28	Калюс-Нова Ушиця	259	49	25,1	48°51'	-0,49	31,1
29	Батіг-Заміхів	94,1	41	41,5	48°52'	-0,48	47,4
30	Лядова-Жеребіловка	652	45	27,6	48°50'	-0,50	33,7
31	Немія-Озарниці	359	18	27,5	48°42'	-0,58	34,6
32	Мурафа-Кудиєвці	70	37	44,0	48°48'	-0,52	50,4
33	Марковка-Сл.Підлесів.	615	29	16,9	48°13'	-0,87	27,6
34	Кам'янка-Кам'янка	387	38	10,1	48°03'	-0,97	22,0
35	Білочі-Білочі	225	21	13,2	47°57'	-1,43	30,7
36	Молокіш-В.Молокіш	184	14	7,45	47°51'	-1,49	25,7
37	Рибниця-Андріївка	152	29	9,17	47°46'	-1,54	28,1

З рис. 1.4 видно, що середній багаторічний шар стоку водопілля підкоряється досить чіткій широтній закономірності, причому із збільшенням широтного положення водозборів $\bar{Y}_m$ теж збільшується.

$$\bar{Y}_m = 30,1 + 12,3(\varphi^0 - 49). \quad (1.31)$$

Отримана залежність дозволяє привести всі дані до однієї широти, наприклад, 49^0 півн.ш., тобто

$$\bar{Y}_{\varphi=49} = \bar{Y}_m - 12,3(\varphi^0 - 49), \quad (1.32)$$

де $\bar{Y}_{\varphi=49^0}$ - приведені до широти 49^0 півн.ш. значення середнього шару стоку $\bar{Y}_m$. Приведені шари стоку $\bar{Y}_{\varphi=49^0}$ наведені у табл. 1.6.

2. Надалі значення $\bar{Y}_{\varphi=49^0}$ використовуються для побудування залежності $\bar{Y}_{\varphi=49} = f(H_{cp})$, яка показана на рис. 1.5.

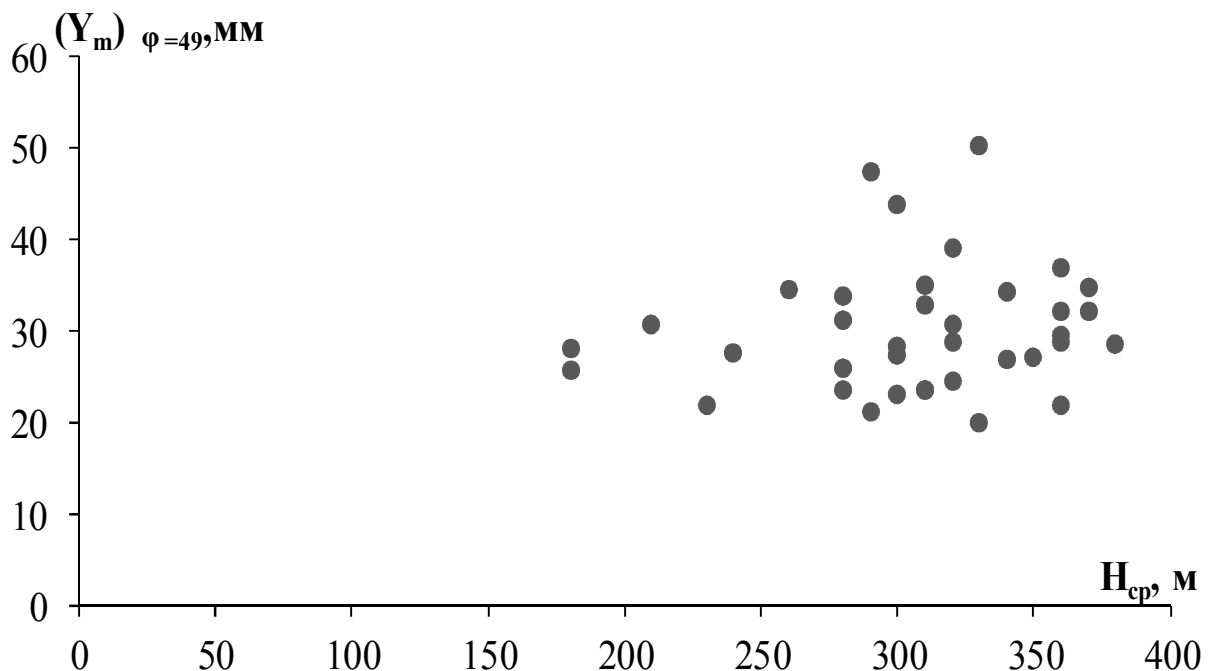


Рисунок 1.5 – Зміна середніх багаторічних шарів стоку, приведених до широти 49^0 півн.ш., від середньої висоти водозборів (басейн лівих приток р.Дністер)

Таблиця 1.6 – Вихідні дані для дослідження впливу місцевих факторів на $\bar{Y}_{\varphi=49^0}$, мм в басейні лівих приток Дністра

№	Река-пост	F, км ²	$\bar{Y}_{\varphi=49^0}$, мм	H _{ср,м}	f _{л, %}	f _{б, %}
1	Верещиця-Комарно	812	23,5	310	23	9
2	Щерек-Щирець	307	28,3	300	12	6
3	Зубра-Димовка	212	20,1	330	24	2
4	Свіж-Букачівці	465	32,8	310	20	5
5	Гнила Липа-Рогатин	467	34,4	340	31	6
6	Гнила Липа-Більшовці	848	30,8	320	21	4
7	Золота Липа-Бережани	690	28,7	360	33	4
8	Золота Липа-Задаров	1390	29,6	360	27	1
9	Ценівка-Потутари	217	22,0	360	18	0
10	Коропець-Підгайці	227	28,5	380	2	2
11	Коропець-Коропець	476	32,1	370	21	4
12	Стрипа-Каплинці	411	34,8	370	2	2
13	Стрипа-Бучач	1270	36,8	360	2	2
14	Серет-Вел.Березовиця	939	32,1	360	16	5
15	Серет-Чортків	3170	27,1	350	11	2
16	Гнєзна-Плебанівка	1110	27,0	340	7	3
17	Нічлава-Стрілковці	584	27,3	300	14	<1
18	Збруч-Волочиськ	712	39,1	320	<1	3
19	Збруч-Завалля	3130	23,5	310	20	6
20	Гнила-Лучковці	414	28,9	320	10	<1
21	Жванчик-Кугасівці	229	24,5	320	11	2
22	Жванчик-Ластовці	703	23,6	280	10	<1
23	Смотрич-Купін	799	35,0	310	7	6
24	Смотрич-Цибульовка	1790	23,0	300	8	4
25	Мукша-М.Слободка	302	25,9	280	16	1
26	Ушиця-Зіньков	525	43,8	300	11	2
27	Ушиця-Тимків	1150	21,1	290	12	<1
28	Калюс-Нова Ушиця	259	31,1	280	15	0
29	Батіг-Заміхів	94,1	47,4	290	12	0
30	Лядова-Жеребіловка	652	33,7	280	8	<1
31	Немія-Озарниці	359	34,6	260	8	<1
32	Мурафа-Кудиєвці	70	50,4	330	9	4
33	Марковка-Сл.Підлесів.	615	27,6	240	3	<1
34	Кам'янка-Кам'янка	387	22,0	230	13	0
35	Білочі-Білочі	225	30,7	210	17	0
36	Молокіш-В.Молокіш	184	25,7	180	10	0
37	Рибниця-Андріївка	152	28,1	180	4	0

3. З метою дослідження можливого впливу залісеності на середні багаторічні шари стоку весняного водопілля приведені до широти 49^0 , будується залежність $\bar{Y}_{\varphi=49^0} = f(f_{\text{л}})$, яка показана на рис. 1.6.

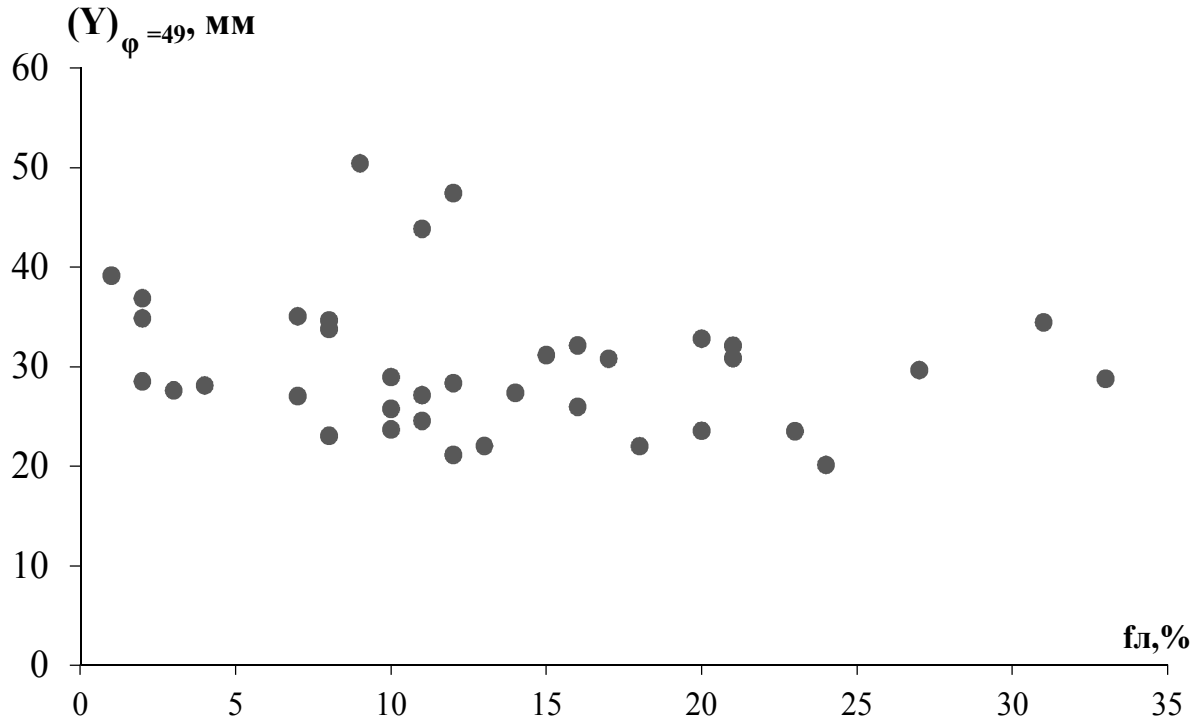


Рисунок 1.6 - Залежність приведенного шару стоку весняного водопілля $\bar{Y}_{\varphi=49^0}$ від залісеності водозборів $f_{\text{л}}$ (басейн лівих приток р. Дністер)

Як видно з рис. 1.6, залісеність водозборів в басейні лівих приток Дністра суттєво не впливає на величину шарів стоку весняного водопілля $\bar{Y}_{\varphi=49^0}$.

4. Для дослідження можливого впливу боліт на середні багаторічні шари стоку весняного водопілля приведені до широти 49^0 , будується залежність $\bar{Y}_{\varphi=49} = f(f_{\text{б}})$, яка показана на рис. 1.7.

З рис. 1.7 видно, що й заболоченість водозборів в басейні лівих приток Дністра, так само як і залісеність, суттєво не впливає на величину шарів стоку весняного водопілля $\bar{Y}_{\varphi=49^0}$.

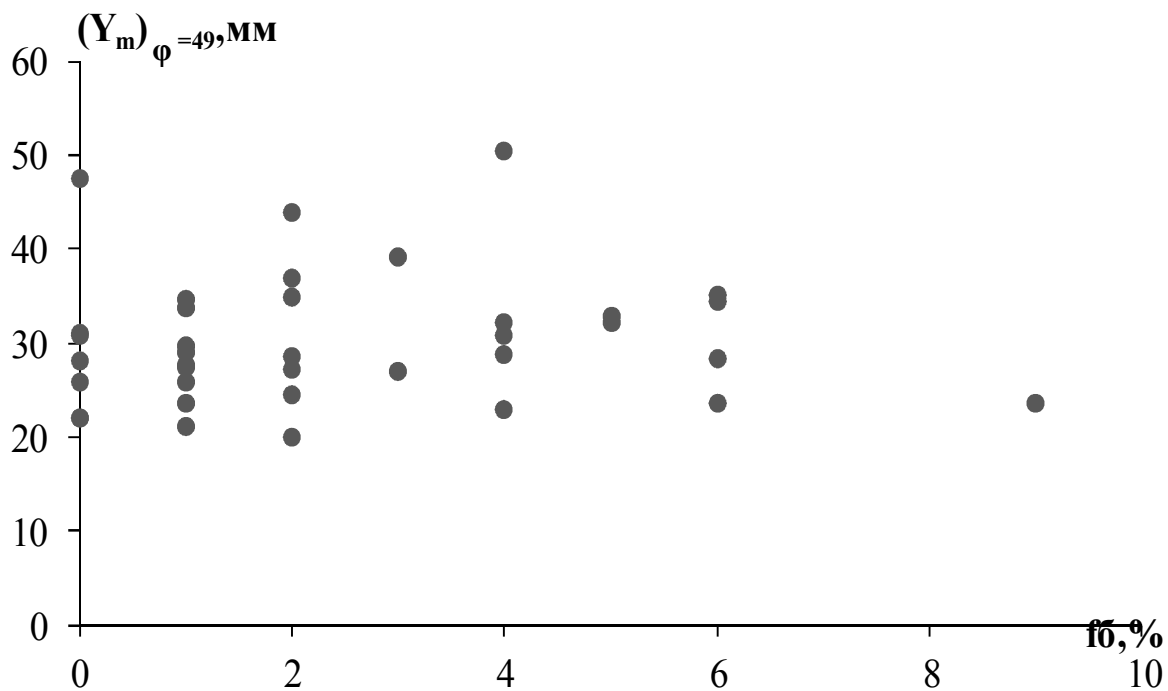


Рисунок 1.7 - Залежність приведенного шару стоку весняного водопілля $\bar{Y}_{\varphi=49^0}$ від заболоченості водозборів f_6 (басейн лівих приток р. Дністер)

5. Проаналізувавши можливий вплив різних факторів на розподіл по території лівобережжя Дністра максимальних шарів стоку весняного водопілля $\bar{Y}_m$, можна зробити висновок що основним чинником є лише широтне положення водозборів. Наявність залежності $\bar{Y}_m = f(\varphi^{0}_{пн.ш})$ є підставою для картування $\bar{Y}_m$.

6. Оскільки при побудові розрахункових формул максимального стоку йдеться про шари стоку забезпеченістю $P\%$, то окрім визначення $\bar{Y}_m$, потрібно мати ще два параметри, а саме: коефіцієнти варіації C_v і асиметрії C_s (або співвідношення C_s/C_v).

Статистична обробка рядів шарів стоку весняного водопілля по басейну лівих приток Дністра виконана відповідно до рекомендацій нормативного документа СНиП 2.01.14-83 (табл. 1.7). Цими рекомендаціями передбачається обчислення параметрів статистичного розподілу методами найбільшої правдоподібності і моментів. Докладно методика розрахунку основних статистичних параметрів стокових рядів викладена в [1-3].

Таблиця 1.7 – Вихідні дані для розрахунку шарів стоку весняного водопілля різної забезпеченості в басейні лівих приток Дністра

№	Річка-пост	F, км²	$\bar{Y}_m$, мм	C_v	C_s/C_v	$Lg\left(\frac{\bar{Y}_m}{\bar{Y}_0}\right)$	$(C_v)_p$
1	Верещиця-Комарно	812	29,0	0,64	1,9	0,46	0,69
2	Щерек-Щирець	307	33,1	0,68	2,4	0,52	0,65
3	Зубра-Димовка	212	24,0	0,79	3,3	0,38	0,76
4	Свіж-Букачівці	465	34,6	0,52	1,7	0,54	0,64
5	Гнила Липа-Рогатин	467	37,1	0,58	1,5	0,57	0,61
6	Гнила Липа-Більшовці	848	33,5	0,52	1,8	0,53	0,65
7	Золота Липа-Бережани	690	32,4	0,58	2,5	0,51	0,66
8	Золота Липа-Задаров	1390	33,3	0,57	2,8	0,52	0,65
9	Ценівка-Потутари	217	24,9	0,8	2,6	0,40	0,74
10	Коропець-Підгайці	227	30,3	0,7	2,6	0,48	0,68
11	Коропець-Коропець	476	33,9	0,64	2,0	0,53	0,64
12	Стрипа-Каплинці	411	39,1	0,7	2,2	0,59	0,60
13	Стрипа-Бучач	1270	41,1	0,56	3,0	0,61	0,58
14	Серет-Вел.Березовиця	939	37,0	0,57	2,2	0,57	0,61
15	Серет-Чортків	3170	32,0	0,59	2,4	0,51	0,66
16	Гнєзна-Плебанівка	1110	31,4	0,62	1,8	0,50	0,67
17	Нічлава-Стрілковці	584	20,7	0,69	2,9	0,32	0,81
18	Збруч-Волочиськ	712	41,3	0,7	2,4	0,62	0,58
19	Збруч-Завалля	3130	25,7	0,71	3,3	0,41	0,73
20	Гнила-Лучковці	414	30,0	0,69	4,0	0,48	0,68
21	Жванчик-Кугасівці	229	19,0	0,82	3,0	0,28	0,83
22	Жванчик-Ластовці	703	18,1	0,85	3,0	0,26	0,85
23	Смотрич-Купін	799	35,0	0,81	3,5	0,54	0,63
24	Смотрич-Цибульовка	1790	23,0	0,72	3,5	0,36	0,77
25	Мукша-М.Слободка	302	18,3	0,72	2,5	0,26	0,85
26	Ушиця-Зіньков	525	44,4	1,12	1,5	0,65	0,55
27	Ушиця-Тимків	1150	21,7	0,85	3,5	0,34	0,79
28	Калюс-Нова Ушиця	259	25,1	0,77	3,0	0,40	0,74
29	Батіг-Заміхів	94,1	41,5	0,87	3,0	0,62	0,58
30	Лядова-Жеребіловка	652	27,6	0,71	2,5	0,44	0,71
31	Немія-Озарниці	359	27,5	0,63	2,7	0,44	0,71
32	Мурафа-Кудиевці	70	44,0	0,99	2,5	0,64	0,56
33	Марковка-Сл.Підлесів.	615	16,9	0,95	3,5	0,23	0,87
34	Кам'янка-Кам'янка	387	10,1	0,73	3,0	0,00	1,04
35	Білочі-Білочі	225	13,2	1,06	3,2	0,12	0,95
36	Молокіш-В.Молокіш	184	7,45	1,11	3,5	-0,13	1,14
37	Рибниця-Андруївка	152	9,17	1,12	2,5	-0,04	1,07

7. Може виявитись корисним, з точки зору підвищення точності розрахунку коефіцієнтів варіації C_v , побудування залежності його від співвідношення середнього значення $\bar{Y}_m$ до регіонально орієнтовної величини шарів стоку, яка відповідає найменшому територіальному значенню $\bar{Y}_0$. У нашому випадку можна прийняти $\bar{Y}_0=10$ мм. Вихідні дані для побудування залежності, показаної на рис. 1.8, наведені в табл. 1.7.

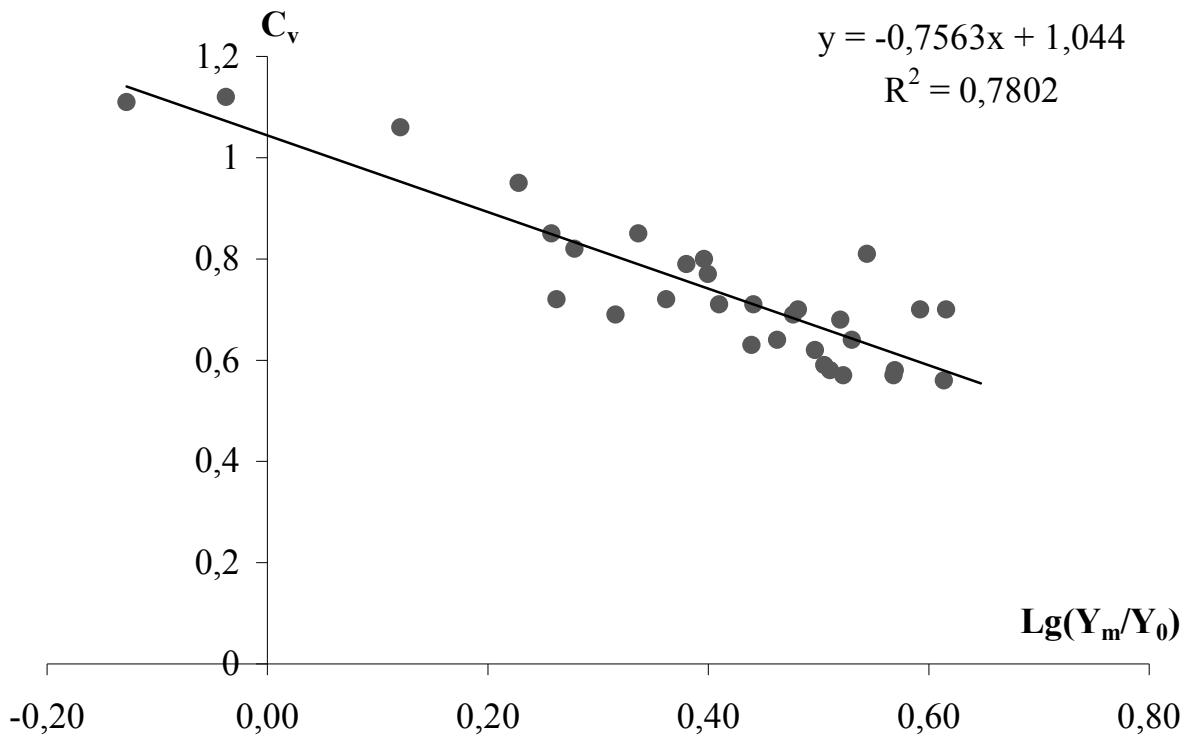


Рисунок 1.8 - Залежність коефіцієнтів варіації шарів стоку весняного водопілля від співвідношення $\bar{Y}_m / \bar{Y}_0$ (басейн лівих приток р. Дністер)

Аналітичною апроксимацією цієї залежності може бути рівняння:

$$C_v = 1,04 - 0,76 \lg(\bar{Y}_m / Y_0), \quad (1.33)$$

де $\bar{Y}_0=10$ мм (для басейну лівих приток р. Дністер).

Розрахункові значення коефіцієнтів варіації C_{vp} , які отримані за (1.33), наведені у табл. 1.7.

8. Величини різної ймовірності перевищування Y_P , відповідно до рекомендацій СНиП 2.01.14-83 [5], розраховуються за допомогою кривої трипараметричного гама-розподілу (додаток А). При цьому використовуються три статистичних параметри: середнє значення $\bar{Y}_m$, коефіцієнт варіації C_v та співвідношення C_s/C_v . У свою чергу C_s/C_v нормується у межах розглядуваної території шляхом осереднення його значень, встановлених при використанні методу найбільшої правдоподібності, тобто для лівих приток Дністра

$$C_s/C_v = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (C_s/C_v)_i = 2,6.$$

Округлюючи співвідношення C_s/C_v до 0,5, для всієї території лівих приток р. Дністер можна прийняти його рівним 2,5. Результати розрахунку шарів стоку весняного водопілля різної ймовірності перевищення наведені у табл. 1.8.

9. Для переходу від опорної забезпеченості 1% до інших необхідно розрахувати перехідні коефіцієнти λ_P . З цією метою з використанням даних табл. 1.9, будується залежність $Y_P = f(Y_{1\%})$ для $P=3, 5, 10, 20 \%$, яка показана на рис. 1.9. Згідно з (1.20), λ_P є тангенс кутів нахилу ліній зв'язку до осі абсцис. По отриманих λ_P складається допоміжна таблиця з одним входом до неї - $P\%$ (табл. 1.9).

Таблиця 1.9 – Коефіцієнти ймовірності λ_P для шарів стоку весняного водопілля в басейні лівих приток Дністра

P, %	1	3	5	10
λ_P	1,00	0,77	0,67	0,53

10. Останній етап розрахунку – картування 1 %-их шарів стоку весняного водопілля. Для цього значення $Y_{1\%}$ відносяться до геометричних центрів тяжіння водозборів. Після чого проводяться ізолінії, звичайно, з кроком через 5, 10, 20, 50 мм. Карта шарів стоку весняного водопілля $Y_{1\%}$ для річок лівобережжя Дністра показана на рис. 1.10.

Таблиця 1.8 – Шари стоку весняного водопілля різної забезпеченості (P = 1, 3, 5, 10%) при $C_s/C_v = 2,5$ в басейні лівих приток Дністра

№	Река-пост	F, км ²	$\bar{Y}_m$, мм	C_v	$Y_{1\%}$, мм	$Y_{3\%}$, мм	$Y_{5\%}$, мм	$Y_{10\%}$, мм
1	Верешиця-Комарно	812	29,0	0,69	96,9	73,3	64,7	53,0
2	Щерек-Щирець	307	33,1	0,65	105	87,3	76,5	62,1
3	Зубра-Димовка	212	24,0	0,76	85,4	70,4	60,7	48,0
4	Свіж-Букачівці	465	34,6	0,64	108	76,3	68,9	58,3
5	Гнила Липа-Рогатин	467	37,1	0,61	114	87,8	78,3	65,1
6	Гнила Липа-Більшовці	848	33,5	0,65	106	73,8	66,7	56,4
7	Золота Липа-Бережани	690	32,4	0,66	104	76,7	68,4	56,9
8	Золота Липа-Задаров	1390	33,3	0,65	106	77,9	69,6	58,1
9	Ценівка-Потутари	217	24,9	0,74	87,4	73,7	63,5	50,0
10	Коропець-Підгайці	227	30,3	0,68	99,7	81,5	71,2	57,6
11	Коропець-Коропець	476	33,9	0,64	107	85,7	75,6	62,0
12	Стрипа-Каплинці	411	39,1	0,60	117	105	91,9	74,3
13	Стрипа-Бучач	1270	41,1	0,58	122	95,0	85,1	71,2
14	Серет-Вел.Березовиця	939	37,0	0,61	114	85,5	77,3	64,5
15	Серет-Чортків	3170	32,0	0,66	103	76,6	68,2	56,6
16	Гнезна-Плебанівка	1110	31,4	0,67	102	77,7	68,8	56,6
17	Нічлава-Стрілковці	584	20,7	0,81	78,2	55,1	48,2	39,1
18	Збруч-Волочиськ	712	41,3	0,58	122	111	97,1	78,5
19	Збруч-Завалля	3130	25,7	0,73	89,1	69,8	60,9	49,1
20	Гнила-Лучковці	414	30,0	0,68	98,7	79,9	69,9	56,6
21	Жванчик-Кугаєвці	229	19,0	0,83	73,5	57,3	49,2	38,6
22	Жванчик-Ластовці	703	18,1	0,85	71,7	56,0	48,0	37,4
23	Смотрич-Купін	799	35,0	0,63	110	105	90,0	70,7
24	Смотрич-Цибульовка	1790	23,0	0,77	84	63,1	55,0	44,2
25	Мукша-М.Слободка	302	18,3	0,85	72,5	50,2	43,7	35,2
26	Ушиця-Зіньков	525	44,4	0,55	128	170	141	103
27	Ушиця-Тимків	1150	21,7	0,79	80	67,2	57,5	44,8
28	Калнос-Нова Ушиця	259	25,1	0,74	88,1	72,3	62,5	49,6
29	Батіг-Заміхів	94,1	41,5	0,58	123	131	112	86,6
30	Лядова-Жеребіловка	652	27,6	0,71	93,2	75,0	65,4	52,7
31	Немія-Озарниці	359	27,5	0,71	93	68,8	60,8	49,9
32	Мурафа-Кудиевці	70	44,0	0,56	127	153	129	97,2
33	Марковка-Сл.Підлесів.	615	16,9	0,87	68,4	56,9	48,1	36,7
34	Кам'янка-Кам'янка	387	10,1	1,04	50,2	28,0	24,3	19,5
35	Білочі-Білочі	225	13,2	0,95	58,9	46,6	39,1	29,4
36	Молокіш-В.Молокіш	184	7,45	1,14	41,6	28,3	23,5	17,3
37	Рибниця-Андріївка	152	9,17	1,07	47,3	35,1	29,0	21,3

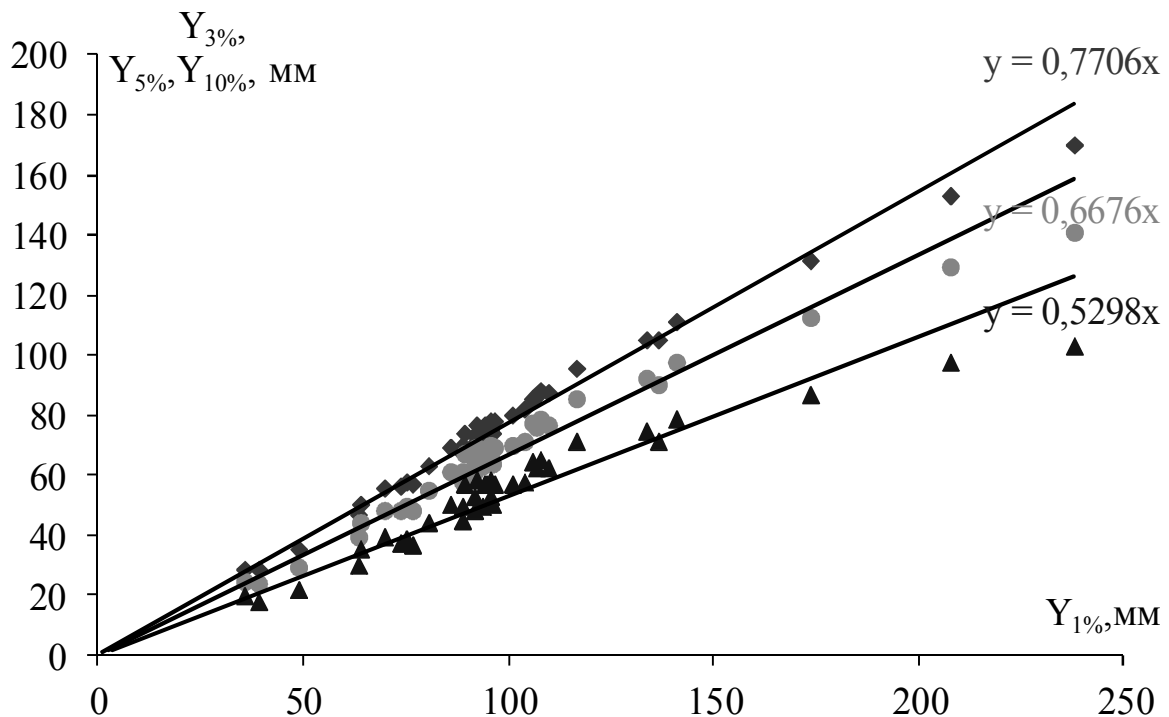


Рисунок 1.9- Залежності $Y_P = f(Y_{I\%})$ для басейну лівих приток р. Дністер

Як видно з карти, шари стоку весняного водопілля закономірно зменшуються у напрямку із північного заходу на південний схід від 120 мм до 50 мм. Розподіл ізоліній відповідає основним елементам рельєфу території, а саме – найбільші значення відносяться до найбільш піднесених областей (Гологори, Вороняки та відроги Кременецьких гір).

Точність карти, наведеної на рис. 1.10, складає $\pm 8,25\%$, розрахунки точності карти приведені в табл. 1.9

Звіт з практичної роботи складається з теоретичних основ та практичних розрахунків. У висновках надається аналіз отриманих результатів.

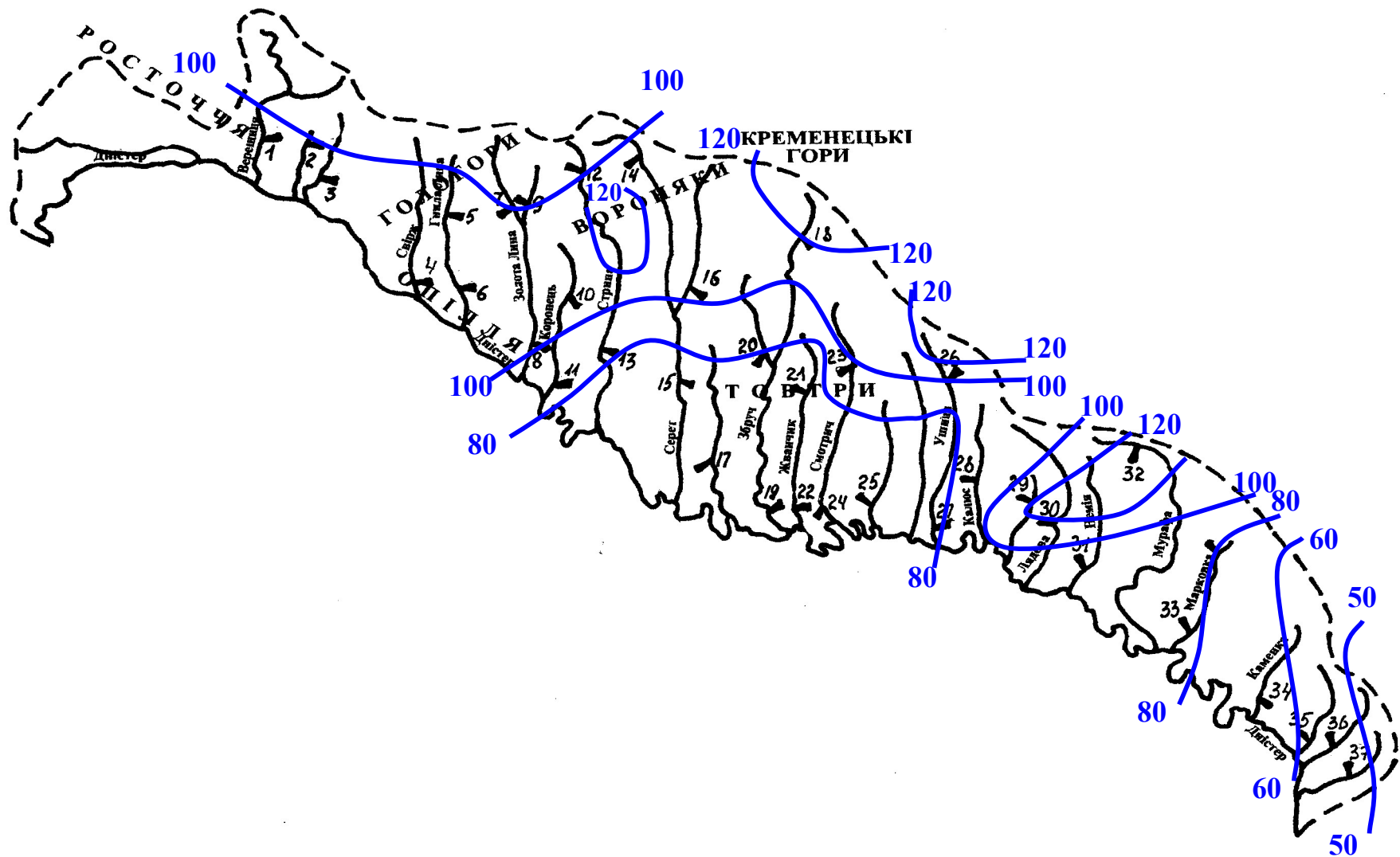


Рисунок 1.10 - Карта-схема розподілу шарів стоку весняного водопілля 1 %-ої забезпеченості в басейні лівих приток Дністра, мм

Таблиця 1.9 – Оцінка точності побудування карти шарів стоку 1 %-ої забезпеченості в басейні лівих приток Дністра

№ з/п	Річка-пост	F, км ²	(Y _{1%}) _ф , мм	(Y _{1%}) _к , мм	Δ , %
1	Верешиця-Комарно	812	96,9	100	3,20
2	Щерек-Щирець	307	105	100	4,76
3	Зубра-Димовка	212	85,4	100	17,10
4	Свіж-Букачівці	465	108	100	7,41
5	Гнила Липа-Рогатин	467	114	100	12,28
6	Гнила Липа-Більшовці	848	106	100	5,66
7	Золота Липа-Бережани	690	104	100	3,85
8	Золота Липа-Задаров	1390	106	100	5,66
9	Ценєвка-Потутари	217	87,4	100	14,42
10	Коропець-Підгайці	227	99,7	110	10,33
11	Коропець-Коропець	476	107	105	1,87
12	Стрипа-Каплинці	411	117	120	2,56
13	Стрипа-Бучач	1270	122	120	1,64
14	Серет-Вел.Березовиця	939	114	100	12,28
15	Серет-Чортків	3170	103	110	6,80
16	Гнєзна-Плебанівка	1110	102	110	7,84
17	Нічлава-Стрілковці	584	78,2	80	2,30
18	Збруч-Волочиськ	712	122	120	1,64
19	Збруч-Завалля	3130	89,1	90	1,01
20	Гнила-Лучковці	414	98,7	90	8,81
21	Жванчик-Кугаєвці	229	73,5	80	8,84
22	Жванчик-Ластовці	703	71,7	80	11,58
23	Смотрич-Купін	799	110	110	0,00
24	Смотрич-Цибульовка	1790	84	80	4,76
25	Мукша-М.Слободка	302	72,5	80	10,34
26	Ушиця-Зіньков	525	128	120	6,25
27	Ушиця-Тимків	1150	80	80	0,00
28	Калюс-Нова Ушиця	259	88,1	90	2,16
29	Батіг-Заміхів	94,1	123	120	2,44
30	Лядова-Жеребіловка	652	93,2	120	28,76
31	Немія-Озарниці	359	93	120	29,03
32	Мурафа-Кудиевці	70	127	120	5,51
33	Марковка-Сл.Підлесів.	615	68,4	80	16,96
34	Кам'янка-Кам'янка	387	50,2	60	19,52
35	Білочі-Білочі	225	58,9	60	1,87
36	Молокіш-В.Молокіш	184	41,6	50	20,19
37	Рибниця-Андріївка	152	47,3	50	5,71
Середнє ±8,25%					

2 РОЗРАХУНОК ХАРАКТЕРИСТИК МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ПАВОДКІВ (ВОДОПІЛЬ) ТА МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ ЗА СУЧАСНИМИ НОРМАТИВНИМИ ДОКУМЕНТАМИ (СНиП 2.01.14-83 ТА СП 33-101-2003)

2.1 Розрахунки максимального стоку при відсутності даних спостережень

При відсутності даних спостережень як СН 435-75 [6] і СНиП 2.01.14-83 [5], так і СП 33-101-2003 (Росія) [7] та CPD.01.05-2012 (Молдова) [8], рекомендують обчислювати максимальні витрати води весняного водопілля за формулою:

$$Q_p = \frac{K_0 Y_p}{(F + b)^n} F \mu \delta \delta_1 \delta_2 \delta_3, \quad (2.1)$$

де K_0 – коефіцієнт дружності водопілля, який визначається за даними табл. 2.1;

Таблиця 2.1 - Значення коефіцієнту дружності водопілля K_0 для
рівнинних річок (відповідно табл. 3 СН 435-72 [6, С. 10])

Природна зона	Параметр K_0 при значеннях α		
	>1	0.5-1.0	<0.5
А. Зона тундри і лісова зона			
1.Європейська територія, і Східний Сибір	0,010	0,008	0,006
2.Західний Сибір	0,015	0,013	0,010*
Б. Лісостепова і степова зона			
3.Європейська територія (без Північного Кавказу)	0,030	0,017	0,012
4.Північний Кавказ	0,030	0,025	0,015
5.Західний Сибір	0,030	0,020	0,015
В. Зона засушливих степів і напівпустинь			
6.Західний і Центральний Казахстан	0,060	0,040	0,030
*Для сильно заболочених басейнів з площами водозборів більше 10000 км ² Примітка. Значення $\alpha=(I\sqrt{F})/25$, де I - середньозважений уклін головного водотоку в ‰, F - площа водозбору.			

Y_p – розрахунковий шар весняного стоку імовірності щорічного перевищення $P\%$ (встановлюється залежно від коефіцієнта варіації C_v і відношення C_s/C_v цієї величини, а також середнього багаторічного шару стоку Y_m , який визначається за ріками-аналогами, картами або за інтерполяцією, мм);

μ – коефіцієнт, що враховує нерівність статистичних параметрів шару стоку та максимальних витрат води (встановлюється залежно від розрахункової забезпеченості та географічного розміщення об'єкта, табл. 2.2);

Таблиця 2.2 - Коефіцієнт μ (відповідно табл. 9 СНиП 2.01.14-83 [5, С. 45])

Природна зона	$P, \%$								
	0,1	1	3	5	10	25	50	75	95
Тундра й лісова	1,02	1,00	0,97	0,96	0,93	0,90	0,86	0,82	0,82
Лісостепова	1,04	1,00	0,96	0,93	0,89	0,80	0,72	0,64	0,58
Степова	1,04	1,00	0,97	0,96	0,93	0,88	0,79	0,64	0,42
Посушливих степів й напівпустель	1,02	1,00	0,98	0,97	0,96	0,92	(0,80)	(0,70)	(0,50)

$\delta, \delta_1, \delta_2, \delta_3$ – коефіцієнти, що враховують зниження максимальних витрат води в лісистих, заболочених та зарегульованих (ставками, водосховищами, озерами) басейнах; вони обчислюються за наступними формулами:

а) коефіцієнт, що враховує зниження максимального стоку річок, зарегульованих проточними озерами:

$$\delta = 1 / (1 + C f'_{oz}), \quad (2.2)$$

де C – коефіцієнт, що визначається в залежності від середнього багаторічного шару весняного стоку Y_0 за табл. 20 [5, С. 54] наступного змісту:

$Y_0, \text{ мм}$	≥ 100	99 - 50	49 - 20	< 20
C	0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4

f'_{oz} – середньозважена озерність водозборів (%) визначається за формулою:

$$f'_{oz} = \sum_{i=1}^n (100 S_i f_i / F^2), \quad (2.3)$$

де F – площа водозборів е розрахунковому створі, км²;

f_i - площа водозбору озера, км².

При відсутності даних про площі водозборів озера f_i середньозважену озерність допускається визначається за формулою

$$f'_{oz} = (f_{oz} - 2) / 2,8; \quad (2.4)$$

де f_{oz} - відносна озерність:

$$f_{oz} = (\sum_{i=1}^n S_i \cdot 100) / F. \quad (2.5)$$

б) коефіцієнт, що враховує зниження максимальних витрат води у залісених басейнах:

$$\delta_1 = \frac{\alpha_1}{(1 + f_l)^{n_2}}, \quad (2.6)$$

n_2 - коефіцієнт редукції, що приймається за табл. 2.3;

Таблиця 2.3 - Значення параметра α_1 і коефіцієнта редукції n_2 у формулі (2.2) (відповідно табл. 21 СНиП 2.01.14-83 [5, С. 55])

Природна зона	Розміщення лісу на водозборі	Значення параметра α_1 при f_l , %			Коефіцієнт редукції n_2 для ґрунтів під лісом		
		від 3 до 9	від 10 до 19	від 20 до 30	Різного механічного складу	Супіщані	Суглинисті
Лісова	А	1,0	1,0	1,0	0,22	-	-
	В	0,85	0,80	0,75	0,22	-	-
	С	1,20	1,25	1,30	0,22	-	-
Лісо-стєпова	А,С	1,0	1,0	1,0	0,16	0,20	0,10
	В	1,25	1,30	1,40	0,16	0,20	0,10

Примітка: 1. Розташування лісів на водозборах в таблиці умовно приймається: А – рівномірне, В – у верхній частині водозборів, С – у нижній і приуслівій частині водозбору. 2. У лісовій зоні через відсутність даних про переважаючі ґрунти значення n_2 приймається рівним 0,22 незалежно від ґрунтів під лісами. 3. При $f_l > 30\%$ $\alpha_1 = 1,0$.

α_1 - параметр, що враховує розташування лісів на водозборі, приймається за табл. 2.3;

f_L - відносна лісистість, %.

! При лісистості менше 3% або озерності більше 20% коефіцієнт δ_1 дорівнює одиниці.

в) коефіцієнт, що враховує зниження максимальних витрат води заболочених водозборів:

$$\delta_2 = 1 - \beta \lg(1 + 0,1f_6), \quad (2.7)$$

де β - коефіцієнт, що враховує тип боліт та переважаючий механічний склад ґрунтів навколо боліт та заболочених земель, знаходиться за табл. 2.4;

f_6 - відносна площа боліт і заболочених лісів і луків на водозборах, %.

Таблиця 2.4 - Значення коефіцієнта β для різних типів боліт (відповідно табл. 22 СНиП 2.01.14-83 [6, С. 55])

Типи боліт	Значення коефіцієнта
Низинні болота і заболочені ліси і луки на водозборах, складені супіщаними і легко суглинистими ґрунтами	0,8
Водозбори з болотами різних типів	0,7
Верхові болота на водозборах, складені супіщаними і легкосуглинистими ґрунтами	0,5
Верхові болота на водозборах, складені середньосуглинистими і глинистими ґрунтами	0,3

г) коефіцієнт δ_3 , що враховує зниження максимальних витрат води у наслідок розпаханості водозборів під сільськогосподарські угіддя (річки з $F \leq 200 \text{ км}^2$), визначається за табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Коефіцієнт δ_3 у формулі (2.1) (згідно табл. 23 СНиП 2.01.14-83 [6, С.55])

Природна зона	Розпаханість водозборів, %		
	≥ 70	50	< 50
Лісова і лісостепова	0,9	1,0	1,0
Степова	0,8	0,9	1,0

Примітка: При розрахунку максимального стоку з щорічною ймовірністю перевищення P менше 5 % коефіцієнт δ_3 приймається рівним одиниці.

д) вплив ставок при розрахунку максимальних витрат води імовірні-

стю перевищення менше 5% не враховується, а при $P > 5\%$ допускається зменшення розрахункової витрати води до 10%.

Показник степеня n та додаткова площа b , що враховує зниження редуції в області малих річок, наведені в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 - Значення показника степеня редуції n та додаткова площа b для рівнинних річок (згідно табл. 10 СНиП 2.01.14-83 [5, С. 46])

Природна зона	n	b , км ²
<i>Зона тундри і лісова зона</i> (Європейська територія, Західний і Східний Сибір)	0,17	1
<i>Лісостепова зона</i> (Європейська територія та Західний Сибір)	0,25	2
<i>Степова зона засушливих степів і напівпустинь</i> (Європейська територія, Західний Сибір, Західний і центральний Казахстан)	0,35	10

Примітка: 1. Значення параметрів n та b на межі природних зон визначається інтерполяцією, а у межах виділених районів слід уточнювати ці параметри за опублікованими офіційними документами Держкомгідромету в області гідрології. 2. Для басейнів річок Прип'яті і Західного Бугу значення n та b слід приймати рівними відповідно 0,20 і 1,0.

Приклад розрахунку 3

Визначити максимальну витрату води весняного водопілля 1%-ої забезпеченості р. Оскол – м. Купянськ за формулою (2.1)

Дано: 1) р. Оскол – м. Купянськ. Площа водозбору $F=12700$ км², залісеність $f_l=7\%$, заболоченість $f_b=1\%$, середньозважений уклон $I=0.54\text{‰}$.

Вихідні дані:

1) Карта середньобагаторічного шару стоку водопілля річок [5, арк. 6] масштабу 1:10 000 000, ізолінії шару стоку подані в мм (рис. 2.1).

2) Карта коефіцієнту варіації середньобагаторічного шару стоку водопілля річок [5, арк. 8] масштабу 1:10 000 000 (рис. 2.2).

3) Карта-схема районування величин співвідношення C_s/C_v для весняного водопілля [5, арк. 9] масштабу 1:22 000 000 (рис. 2.3).

4) Карта-схема фізико-географічного районування [5, арк. 7] масштабу 1:22 000 000.

1. Басейн р.Оскол – м. Купянськ, відповідно до карти-схеми фізико-географічного районування СНиПа [5, арк. 7], знаходиться у лісостеповій зоні. Використовуючи дані табл. 2.1, знаходимо значення K_0 . Для цього потрібно розрахувати значення показника α , який дорівнює

$$\alpha = \frac{I\sqrt{F}}{25} = \frac{0.54\sqrt{12700}}{25} = 2.43, \text{ тоді } K_0=0.003.$$

2. Для розрахунку Y_p потрібно визначити по картах значення величин $\bar{Y}$ (рис. 2.1), коефіцієнту варіації C_v (рис. 2.2) та співвідношення C_s/C_v (рис. 2.3).



Рисунок 2.1 – Фрагмент карти ізолій середньобагаторічного шару стоку водопілля на річках [5, дод. 1, арк. 6]

Як видно з рис. 2.1, басейн р. Оскол – м. Купянськ знаходиться між ізолініями стоку 40 і 60 мм. У цьому випадку стік визначається методом лінійної інтерполяції і знімається для центру ваги водозбору. Таким чином, для р. Оскол – м. Куп'янськ $\bar{Y}_m = 50$ мм.

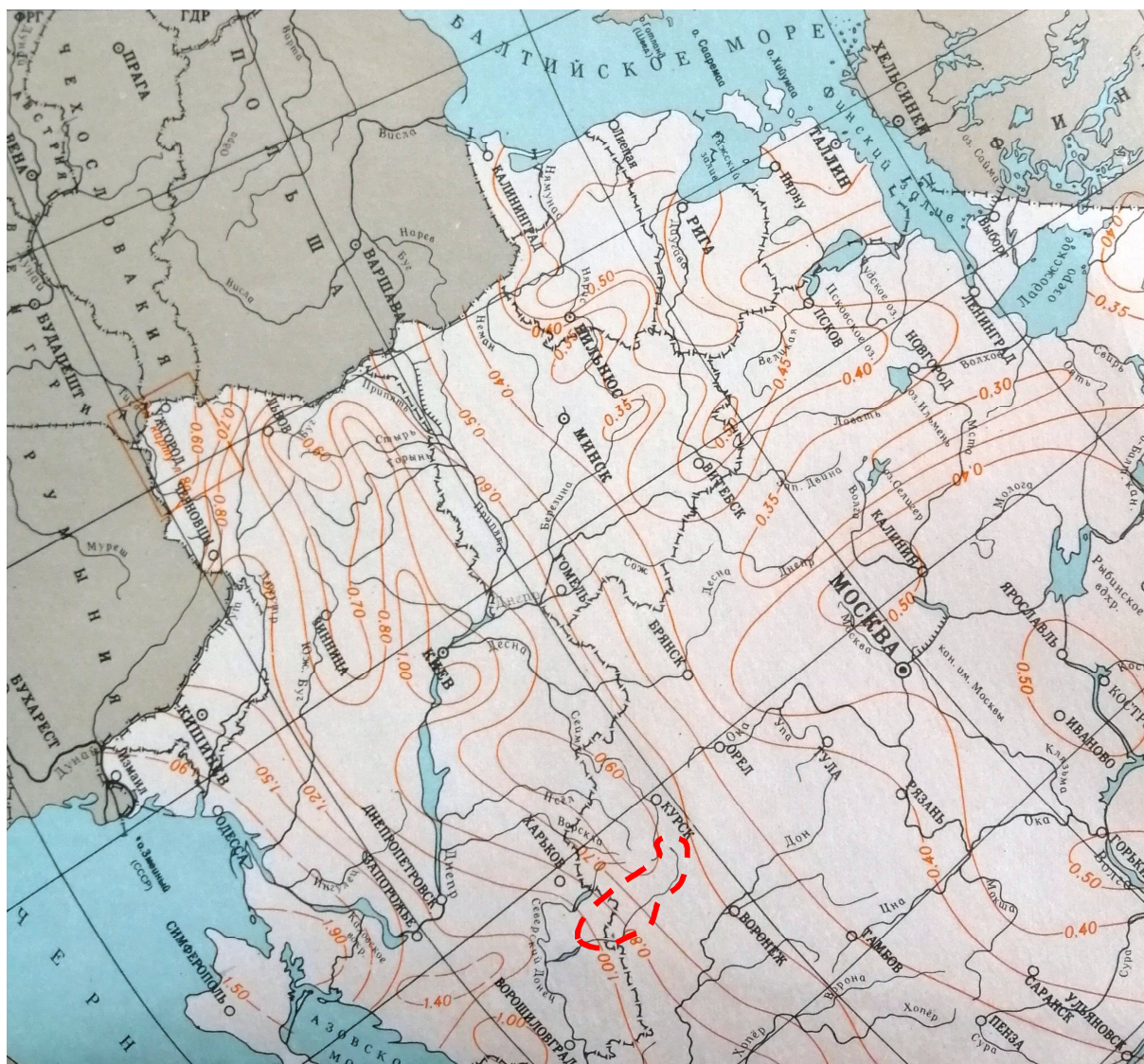


Рисунок 2.2 – Фрагмент карти ізолій коефіцієнтів варіації середньобаторічного шару стоку водопілля на річках [5, арк. 8, дод. 1]

Для визначення C_v використовуємо рис. 2.2, з якого видно що басейн р.Оскол – м. Куп'янськ знаходиться між 4 ізолініями. У цьому випадку C_v визначається як середньозважене значення.

Як показано на рис. 2.2, водозбір перетинають ізолінії 0.7, 0.8 і 1.0 утворюючи контур f_1, f_2, f_3 та f_4 . Площі між ізолініями визначаються за допомогою палетки: $f_1=1.0, f_2=2.0, f_3=1.0, f_4=2.5$ поділок палетки. Для розрахунку коефіцієнту варіації складено табл. 2.7.

Використовуючи дані табл. 2.7, отримаємо коефіцієнт варіації весняного водопілля

$$C_v = \frac{5,175}{6,5} = 0,80$$

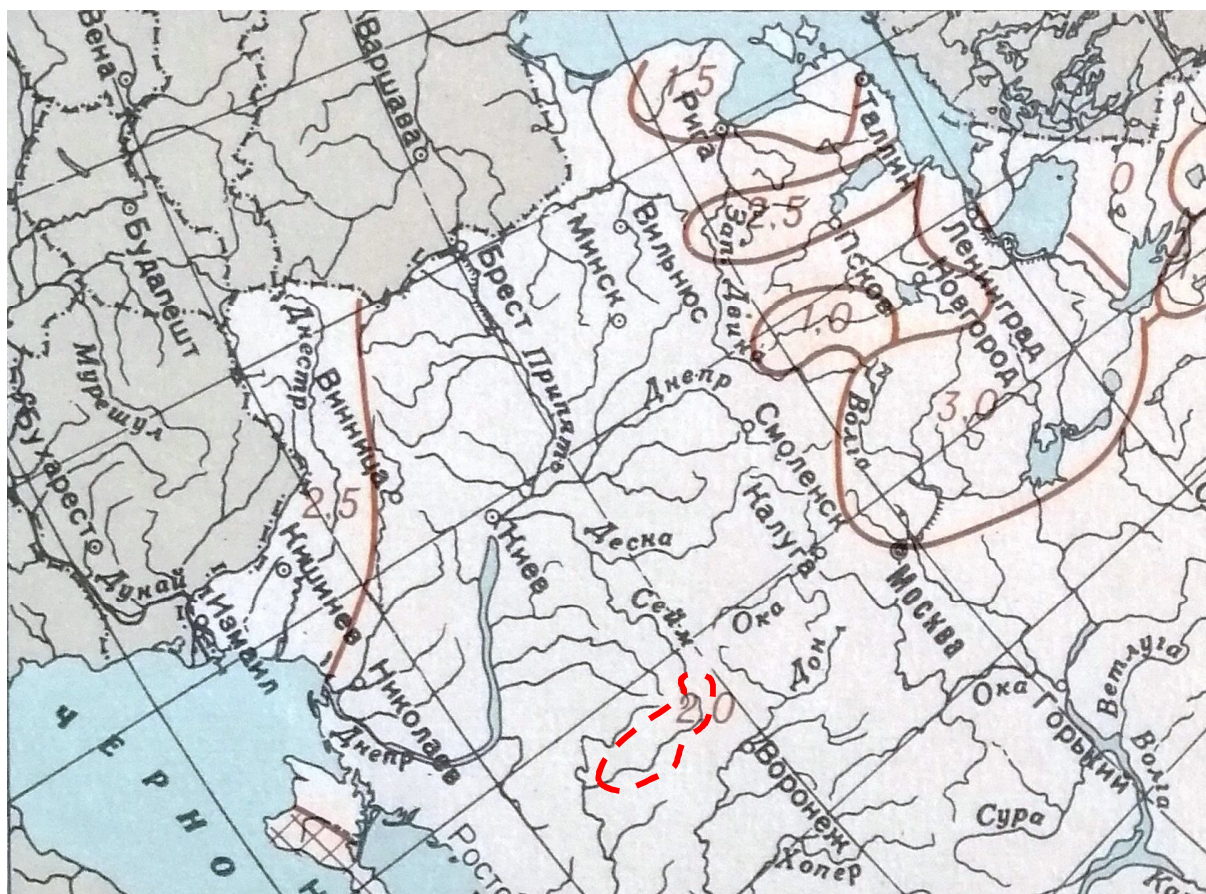


Рисунок 2.3 – Фрагмент карти районування величин співвідношення C_s/C_v для весняного водопілля [5, арк. 9, дод. 1]

Таблиця 2.7 – Розрахунок коефіцієнту варіації весняного водопілля за допомогою карти ізолій р. Оскол – м. Купянськ
Площа водозбору $F=12700 \text{ км}^2$

Значення ізолій коефіцієнту варіації весняного водопілля	Середнє значення коефіцієнту варіації	Площа водозбору між ізолініями, f_i	$C_v \cdot f_i$
1.2-1.0	1,00	1,0	1,00
1.0-0.8	0,90	2,0	1,80
0.8-0.7	0,75	1,0	0,75
0.7-0.6	0,65	2,5	1,625
$\Sigma=6,5$			$\Sigma=5,175$

Відповідно до карти-схеми (рис. 2.3) співвідношення C_s/C_v для р.Оскол – м. Купянськ дорівнює 2,0 .

Розрахункове значення $Y_{1\%}$ дорівнює:

$$Y_{1\%} = K_{1\%} \bar{Y} ,$$

де $K_{1\%} = f(C_v, C_s/C_v, P_{1\%})$ (для трипараметричного гамма-розподілу); таблиці для визначення $K_{1\%}$ наводяться у дод. А [5, С. 126-143].

Для $C_v = 0,80$, $C_s/C_v = 2,0$ і $P = 1\%$ $K_{1\%}$ дорівнює 3,71, тоді

$$Y_{1\%} = K_{1\%} \bar{Y} = 3,71 \cdot 50 = 186 \text{ мм.}$$

3. Наступний параметр - коефіцієнт μ , який враховує нерівність статистичних параметрів шару стоку та максимальних витрат води. Для р. Оскол – м. Купянськ, відповідно до табл. 2.2, він дорівнює 1,0.

4. Коефіцієнт впливу залісеності водозбору на максимальний стік весняного водопілля розраховується за формулою (2.2). Значення параметрів α_1 та n_2 визначаються за табл. 2.3. Для р. Оскол – м. Купянськ вони становлять 1,0 і 0,16, відповідно.

$$\delta_1 = \frac{\alpha_1}{(1 + f_n)^{n_2}} = \frac{1}{(1 + 7)^{0,16}} = 0,71$$

5. Коефіцієнт впливу заболоченості водозбору на максимальний стік весняного водопілля розраховується за формулою (2.3). На території басейну р. Оскол $f_{\bar{\theta}} = 1\%$, параметр β , відповідно до табл. 2.4 дорівнює 0,7, тоді можна розрахувати:

$$\delta_2 = 1 - \beta \lg(1 + 0,1 f_{\bar{\theta}}) = 1 - 0,7 \cdot (1 + 0,1 \cdot 1) = 0,97$$

6. Як було відмічено вище, при забезпеченості менше 3% коефіцієнт δ_3 береться таким, щоб дорівнював одиниці.

7. Показник степеня n та додаткова площа F_0 , що враховує зниження редукції в області малих річок, визначаються за даними табл. 2.5 і для р. Оскол – м. Купянськ дорівнюють 0,25 і 2,0, відповідно.

8. Максимальна витрата води весняного водопілля 1 %-ої забезпеченості р. Оскол – м. Купянськ дорівнює

$$Q_{1\%} = \frac{K_0 Y_{1\%}}{(F + b)^n} F \mu \delta_1 \delta_2 \delta_3 = \frac{0,030 \cdot 186}{(12700 + 2)^{0,25}} \cdot 12700 \cdot 1,0 \cdot 0,71 \cdot 0,97 \cdot 1,0 = 4597 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Звіт з практичної роботи складається з теоретичних основ та практичних розрахунків. У висновках надається аналіз отриманих результатів.

2.2 Розрахунки мінімального стоку при відсутності даних спостережень

За відсутності систематичних вимірювань стоку і відповідно часових рядів норма мінімального стоку визначається непрямими методами. Найпоширеніші - карти норми мінімального стоку (модуля або шару). Будуються карти за даними вивчених річок з вимогами точності обчислювання норми стоку. Враховуючи суттєвий вплив на річковий стік місцевих та антропогенних факторів, при складанні карт використовуються тільки ті матеріали, які відносяться до середніх площ водозборів.

Загалом мінімальний стік підкоряється географічній зональності. Так, у літньо-осінній період 30-денний модуль стоку 80 %-ної забезпеченості закономірно зменшується з 6 л/(с·км²) - на північному заході Росії 15-20 л/(с·км²) на Північному Уралі до 0.5 л/(с·км²) і менше - на південному сході. Набагато менше зимовий мінімальний стік. Він становить 2-4 л/(с·км²) на півночі і 0-0.25 л/(с·км²) на півдні і південному сході Росії, зростаючи до 10-15 л/(с·км²) на Чорноморському побережжі.

Відхилення на окремих водозборах розрахункових значень мінімального стоку від зональних пов'язані, головним чином, з неповнотою дренажу ґрунтових вод (малі річки), гідрогеологічними особливостями території, зарегульованістю стоку великими водоймищами (озера, водосховища) проточного типу. Тому географічна зональність в розподілі мінімального стоку характерна лише для водозборів певних розмірів у кожній природній зоні.

Для побудови карти мінімального стоку у СНиП 2.01.14-83 [5] використовувались значення витрат фіксованої забезпеченості – мінімальні 30-добові витрати води 80 %-ої забезпеченості. Відповідно до СНиП 2.01.14-83 [5], значення мінімального 30-добового модуля стоку щорічної ймовірності перевищення слід знімати з карт ізоліній мінімального 30-добового зимового [5, арк. 17] або ізоліній літньо-осіннього стоку річок ймовірністю перевищення 80% [5, арк. 18] для центрів тяжіння басейну шляхом інтерполяції між ізолініями стоку. Якщо водозбір перетинає декілька ізоліній, то значення мінімального стоку визначаються як середні зважені за площею

$$q_{80\%} = \frac{q_{80\%1} f_1 + q_{80\%2} f_2 + \dots + q_{80\%n} f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n}, \quad (2.8)$$

де $q_{80\%1}, q_{80\%2}, \dots, q_{80\%n}$ - середні значення модулів мінімального

стоку між сусідніми ізолініями;

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

Точність визначення мінімального стоку за картами ізоліній змінюється у середньому від $\pm 10\%$ у зволожених районах до $\pm 20\%$ - у районах недостатнього зволоження та гірських областях.

Карти ізоліній не можливо використовувати для визначення мінімального стоку річок, у межах водозборів яких знаходяться озера, регулюючи значну частину стоку, а також річок, в басейнах яких є ділянки вираженого карсту. Перехідні коефіцієнти від 30-добових (середньомісячних) мінімальних витрат води щорічної ймовірності перевищення 80% до мінімальних витрат інших ймовірностей перевищення визначають за даними річок-аналогів. Значення коефіцієнтів для окремих районів наведені у табл. 2.8.

Тоді

$$Q_p = \lambda_p Q_{80\%}, \quad (2.9)$$

де λ_p – перехідний коефіцієнт з табл. 2.8.

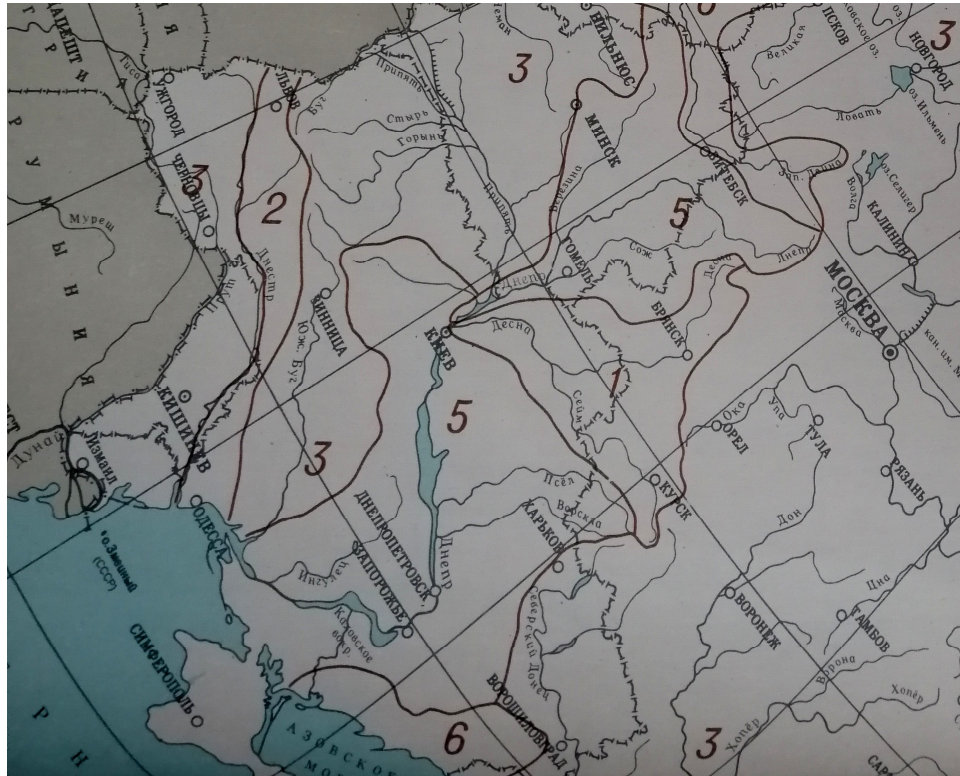
Таблиця 2.8 – Перехідні коефіцієнти λ_p для визначення мінімальних 30-добових витрат води різної ймовірності перевищення [5, С. 68]

Район за картою рис. 2.4	Ймовірність перевищення, Р%				
	75	80	90	95	97
1	1.05	1.00	0.95	0.87	0.83
2	1.05	1.00	0.87	0.80	0.75
3	1.06	1.00	0.86	0.78	0.70
4	1.06	1.00	0.83	0.71	0.62
5	1.09	1.00	0.80	0.63	0.54
6	1.14	1.00	0.73	0.56	0.44
Басейн р.Лени до впадіння р.Олекми* ($F < 1000 \text{ км}^2$)	1.05	1.00	0.66	0.42	0.33
Епізодично пересихаючі та перемерзаючі річки	1.20	1.00	0.45	1.15	0.00
Басейни річок Іртиш, Ішим, Тобол	1.20	1.00	0.56	0.35	0.00

* Для визначення мінімальної літньої витрати води.

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

А)



Б)

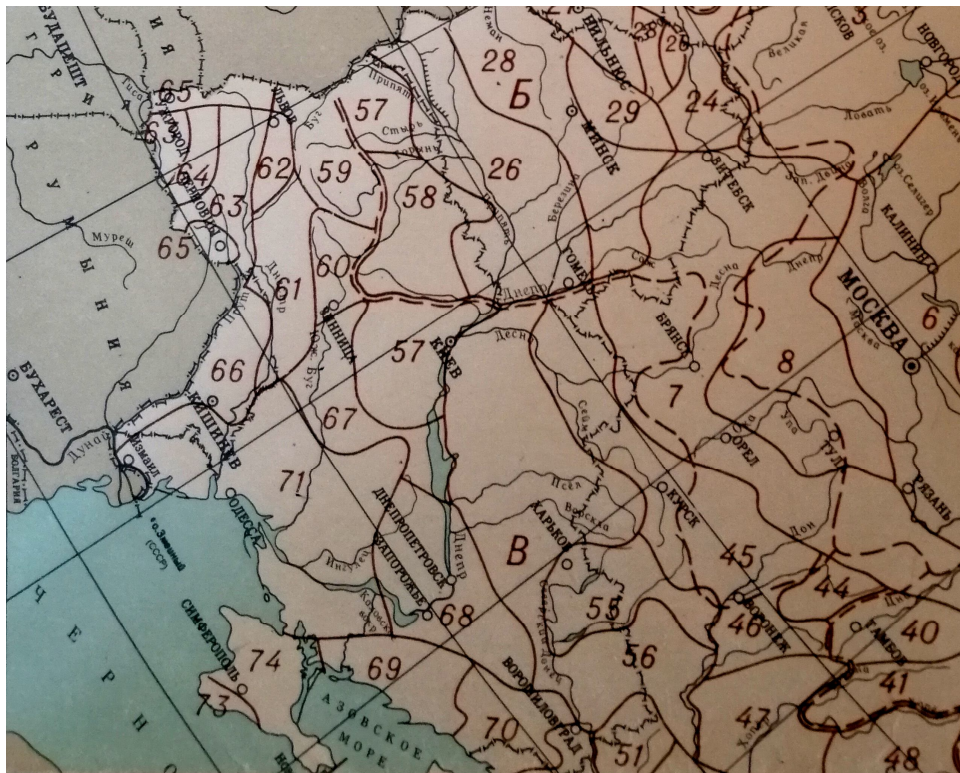


Рисунок 2.4 – Фрагменти карт районування параметрів для визначення мінімальних 30-добових витрат води 80 %-ої забезпеченості на малих річках в зимовий (А) та літньо-осінній (Б) періоди [5, дод. 1, арк. 20-21]

$$Q_{80\%} = 10^{-3} a \cdot (F \pm f_0)^n, \quad (2.10)$$

де f_0 - середня по району площа з відсутністю стоку (-), або середня площа підземного басейну, який забезпечує додаткове живлення річок даного району (+) внаслідок карсту;

a і n – параметри, які характеризують зволоженість даного району і інтенсивність зміни стоку із зростанням площі водозбору. Значення приведені в дод. Б [5, дод. 2, табл. 17, С. 187-191].

Для районів Середньої Азії, Казахстану і деяких інших районів застосування регіональної формули допускається для літньо-осінньої межени при $F < 10000 \text{ км}^2$ і зимової – при $F < 5000 \text{ км}^2$.

Тривалість періодів перемерзання й пересихання визначається за регіональними залежностями мінімальної 30-ти добової (середньомісячної) витрати води. Для оцінки відсутності стоку протягом 30 діб може використовуватись формула (2.10). У зв'язку з цим виконують розрахунок $Q_{80\%}$ для деяких значень площі, і та із них, за якої витрата води, обчислена із формули (2.10), буде не вище $0,001 \text{ м}^3/\text{с}$, береться за площу пересихання або перемерзання.

Формулу (2.10) не можливо використовувати для розрахунку мінімального стоку річок зі значним озерним регулюванням, які протікають у районах локального впливу карсту, а також при значно виражених впливах господарчої діяльності на стік річок.

Для окремих районів [5, дод. 1, арк. 19-20] рекомендовано визначати мінімальні 30-добові витрати щорічної ймовірності перевищення $P=80\%$ за формулою

$$q_{80\%} = f(H_e), \quad (2.11)$$

де $q_{80\%}$ - модуль мінімального стоку 80%-ної забезпеченості,

$\bar{H}_e$ - середня висота водозбору.

Мінімальні витрати інших ймовірностей перевищення встановлюють відповідно до табл. 2.8.

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

Якщо треба оцінити мінімальну середньодобову витрату води $P\%$ -ої забезпеченості, то її визначають по залежності з 30-денними (середньомісячними) витратами води:

$$Q_{p,c} = K_c Q_p = K_c \lambda_p Q_{80\%}, \quad (2.12)$$

де $Q_{p,c}$ - мінімальна середньодобова витрата води забезпеченістю Р%;

Q_p - мінімальна 30-денна витрата води тієї ж забезпеченості;

K_c – перехідний коефіцієнт з табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Коефіцієнт K_c для визначення мінімальної середньодобової витрати води ймовірністю перевищення 80% (відповідно табл. 33 СНиП 2.01.14-83 [5, С. 68])

Номер району за картою рис. 2.5	Період	
	Літньо-осінній	Зимовий
I (1)	0,90	0,90
II (2)	0,85	0,84
III (3)	0,80	0,74
IV (4)	0,74	0,64
V (5)	0,64	0,53
VI (6)	0,52	0,41
VII (7)	0,45	0,25
(8)	0,38	-

Примітка: Римськими цифрами позначені номери районів для зимового періоду, арабськими – для літньо-осіннього.



Рисунок 2.5 – Фрагмент карти районування коефіцієнту K_c для визначення середньодобової витрати води 80 %-ої забезпеченості у літньо-осінній та зимовий періоди [5, дод. 1, арк. 22]

Приклад розрахунку 4

Визначити мінімальний зимовий 30-денний стік 80 %-ої забезпеченості р. Сіверський Донець – м. Лисичанськ та р. Калитва – с. Кудинівка за допомогою карти ізоліній або за формулою (2.10) (для малих річок).

Задано:

- 1) р. Сіверський Донець – м. Лисичанськ. Площа водозбору $F = 52400 \text{ км}^2$.
- 2) р. Калитва – с. Кудинівка. Площа водозбору $F = 1110 \text{ км}^2$.

Вихідні дані:

1) Карта мінімального 30-денного зимового стоку забезпеченістю $P = 80 \%$ [5, арк. 17] масштабу 1:10 000 000, ізолінії стоку подані в модулях $q_{80\%}$, л/(с·км²) (рис. 2.6).

2) Карта районів для визначення мінімальної 30-денної витрати води 80 %-ної забезпеченості на малих річках в зимовий період [5, арк. 19] масштабу 1:10 000 000 (рис. 2.7).

Басейн р. Сіверський Донець – м. Лисичанськ знаходиться між 4 ізолініями стоку. У цьому випадку стік визначається як середньозважене значення за формулою (2.8).

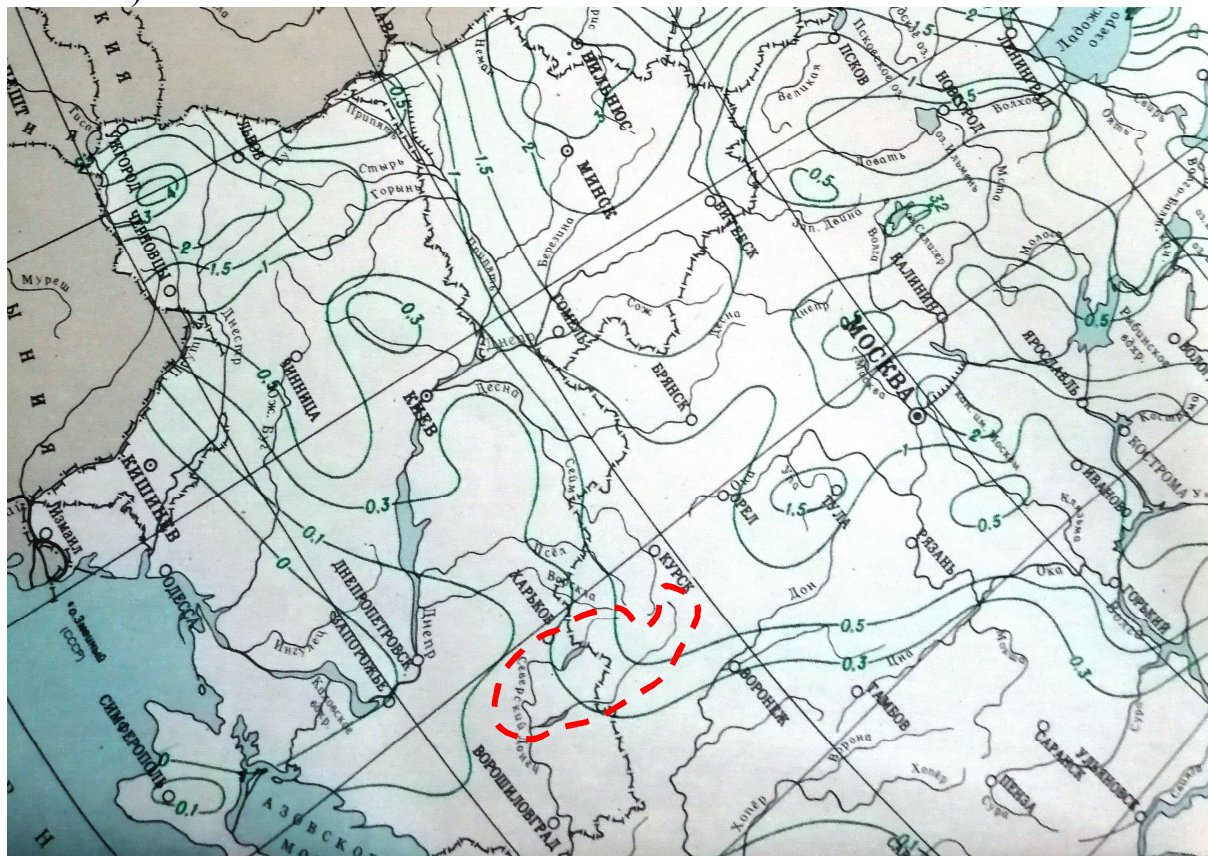
Як видно із рис. 2.4, ізолінія 0,5 л/(с·км²) перетинає водозбір утворюючи контур f_1 , а ізолінія 0,3 л/(с·км²) утворює контури f_2 та f_3 . Площі між ізолініями визначаються за допомогою палетки: $f_1=3,0$, $f_2=4,5$, $f_3=8,5$ поділок палетки. Для розрахунку мінімального стоку за формулою (2.8) складено табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Розрахунок мінімального 30-денного зимового стоку за допомогою карти ізоліній р. Сіверський Донець - м. Лисичанськ, $F=52400 \text{ км}^2$

Значення ізоліній модуля зимового стоку $q_{\min 80\%}$, л/(с·км ²)	Середнє значення модуля $q_{i \min 80\%}$, л/(с·км ²)	Площа водозбору між ізолініями, f_i	$q_{i \min 80\%} \cdot f_i$
1,0-0,5	0,75	3,0	2,25
0,5-0,3	0,40	4,5	1,80
0,3-0,1	0,20	8,5	1,70
$\Sigma=16,0$			$\Sigma=5,75$

Використовуючи дані табл. 2.10, отримаємо модуль мінімального зимового стоку 80 %-ної забезпеченості

А)



Б)



Рисунок 2.6 – Фрагмент карти мінімального 30-ти добового зимового (А) та літньо-осіннього (Б) стоку забезпеченістю $P=80\%$ [5, дод. 1, арк.17-18]

А)



Б)

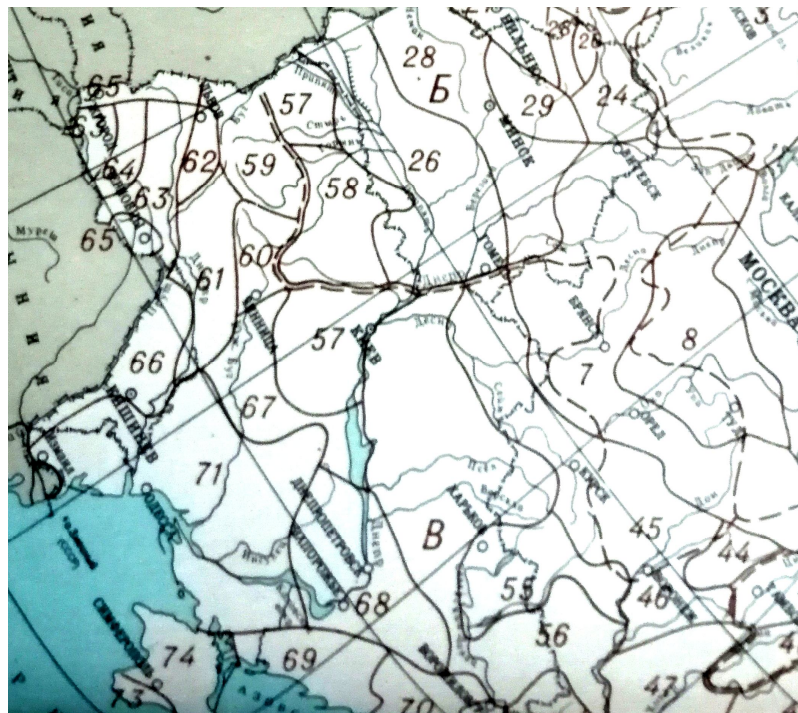


Рисунок 2.7 – Фрагмент карти районування параметрів для визначення мінімальної 30-ти добових витрати води 80 %-ої забезпеченості на малих річках в зимовий (А) та літньо-осінній (Б) періоди [5, дод. 1, арк. 19-20]

А

55

- межа та індекс району для визначення параметра F табл. 2.11 (відповідно табл. 31 СНиПу [5, С.67])
- межа та номер району для визначення параметрів a, f_{03}, n (відповідно дод. 2, табл. 17, [5, С. 187-191])

$$q_{80\%} = \frac{5,75}{16,0} = 0,36 \text{ л/(с·км}^2\text{)}.$$

Для визначення мінімальної витрати $Q_{80\%}$ помножимо отримане значення на площу водозбору, а для переходу к кубічним метрам розділимо на 1000:

$$Q_{80\%} = \frac{0,36 \cdot 52400}{1000} = 18,8 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Річку Калитва до замикаючого створу с. Кудинівка із площею водозбору $F=1110 \text{ км}^2$ слід віднести до малих річок. Як видно із карти районів (рис. 2.5), р. Калитва знаходиться у районі А, а в табл. 2.11 показано, що для цього району річки із площею водозбору $F \leq 1200 \text{ км}^2$ відносяться до категорії малих. Для розрахунку мінімального зимового стоку малих річок, відповідно до рекомендацій СНиП 2.01.14-83, слід використовувати формулу (2.10)

Таблиця 2.11 – Найбільші площі водозборів малих річок, км^2
(відповідно до табл. 31 СНиП 2,01,14-83 [5, С. 67])

Район по картах дод. 1 (арк. 19-20)	Літньо-осінній період	Зимовий період
А	1200	1200
Б	1500	1500
В	2000	1800
Г	2500	2000
Д	5000	2500
Е	10000	5000

Для визначення основних параметрів формули спочатку необхідно визначити номер району до якого віднесений досліджуваний водозбір. Як показано на рис. 2.7 р. Калитва відноситься до району № 55. Далі за даними СНиПу (дод. 2, табл. 17 [5, С. 187-191]) визначаються: $a=0,044$, $n=1,17$, $f=0$.

Тоді

$$Q_{80\%} = 10^{-3} a \cdot (F \pm f)^n = 10^{-3} \cdot 0,044 \cdot 1110^{1,17} = 0,16 \text{ м}^3/\text{с}$$

Таким чином мінімальна зимова витрата 80 %-ної забезпеченості для р. Калитва – с. Кудинівка становить $0,16 \text{ м}^3/\text{с}$.

Звіт з практичної роботи складається з теоретичних основ та практичних розрахунків. У висновках надається аналіз отриманих результатів.

ДОДАТКИ

Додаток А
Ординати кривої трипараметричного гамма-розподілу

Таблиця А.1 – при $C_S = 0.5C_v$

Р %	Коефіцієнт варіації C_v											
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
0,001	1,46	1,94	2,46	2,97	3,47	3,94	4,36	4,73	5,06	5,35	5,88	5,76
0,01	1,38	1,81	2,26	2,70	3,15	3,57	3,59	4,31	4,64	4,92	5,16	5,34
0,03	1,35	1,74	2,15	2,56	2,97	3,37	3,74	4,09	4,41	4,69	4,94	5,16
0,05	1,34	1,71	2,10	2,49	2,89	3,27	3,64	3,98	4,29	4,58	4,83	5,06
0,1	1,32	1,67	2,03	2,40	2,77	3,13	3,48	3,82	4,13	4,42	4,69	4,92
0,3	1,28	1,59	1,91	2,23	2,56	2,89	3,21	3,53	3,84	4,14	4,44	4,74
0,5	1,27	1,55	1,84	2,15	2,46	2,77	3,08	3,38	3,69	3,99	4,29	4,58
1	1,24	1,49	1,76	2,03	2,30	2,59	2,88	3,16	3,46	3,75	4,06	4,36
3	1,19	1,39	1,60	1,82	2,04	2,27	2,50	2,75	3,01	3,29	3,59	3,92
5	1,17	1,34	1,52	1,70	1,90	2,10	2,30	2,53	2,76	3,02	3,31	3,63
10	1,13	1,26	1,40	1,54	1,68	1,83	1,99	2,16	2,35	2,55	2,78	3,03
20	1,08	1,17	1,25	1,34	1,42	1,51	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10
25	1,07	1,13	1,20	1,26	1,33	1,39	1,46	1,52	1,59	1,64	1,68	1,69
30	1,05	1,10	1,15	1,20	1,24	1,29	1,33	1,37	1,39	1,40	1,39	1,34
40	1,02	1,04	1,06	1,08	1,09	1,10	1,10	1,08	1,050	0,995	0,916	0,808
50	0,998	0,993	0,985	0,972	0,954	0,928	0,891	0,836	0,760	0,665	0,559	0,446
60	0,973	0,943	0,909	0,870	0,824	0,768	0,698	0,613	0,512	0,406	0,306	0,216
70	0,946	0,890	0,830	0,764	0,692	0,609	0,515	0,413	0,309	0,215	0,141	0,085
75	0,932	0,861	0,787	0,708	0,622	0,528	0,426	0,321	0,224	0,144	0,086	0,046
80	0,915	0,829	0,740	0,648	0,549	0,445	0,338	0,237	0,151	0,088	0,047	0,023
90	0,873	0,748	0,623	0,500	0,378	0,264	0,165	0,092	0,045	0,01919	0,007	0,002
95	0,838	0,683	0,533	0,392	0,263	0,157	0,081	0,036	0,013	0,004	0,001	$0,3 \cdot 10^{-3}$
97	0,816	0,642	0,478	0,329	0,202	0,107	0,048	0,018	0,005	0,001	$0,3 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-4}$
99	0,775	0,586	0,383	0,229	0,115	0,047	0,015	0,004	0,001	$0,1 \cdot 10^{-3}$	$0,2 \cdot 10^{-4}$	$0,5 \cdot 10^{-5}$

Таблиця А.2 – при $C_s = 1.0C_v$

Р %	Коефіцієнт варіації C_v											
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
0,001	1,46	1,94	2,46	2,97	3,47	3,94	4,36	4,73	5,06	5,35	5,88	5,76
0,01	1,38	1,81	2,26	2,70	3,15	3,57	3,59	4,31	4,64	4,92	5,16	5,34
0,03	1,35	1,74	2,15	2,56	2,97	3,37	3,74	4,09	4,41	4,69	4,94	5,16
0,05	1,34	1,71	2,10	2,49	2,89	3,27	3,64	3,98	4,29	4,58	4,83	5,06
0,1	1,32	1,67	2,03	2,40	2,77	3,13	3,48	3,82	4,13	4,42	4,69	4,92
0,3	1,28	1,59	1,91	2,23	2,56	2,89	3,21	3,53	3,84	4,14	4,44	4,74
0,5	1,27	1,55	1,84	2,15	2,46	2,77	3,08	3,38	3,69	3,99	4,29	4,58
1	1,24	1,49	1,76	2,03	2,30	2,59	2,88	3,16	3,46	3,75	4,06	4,36
3	1,19	1,39	1,60	1,82	2,04	2,27	2,50	2,75	3,01	3,29	3,59	3,92
5	1,17	1,34	1,52	1,70	1,90	2,10	2,30	2,53	2,76	3,02	3,31	3,63
10	1,13	1,26	1,40	1,54	1,68	1,83	1,99	2,16	2,35	2,55	2,78	3,03
20	1,08	1,17	1,25	1,34	1,42	1,51	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10
25	1,07	1,13	1,20	1,26	1,33	1,39	1,46	1,52	1,59	1,64	1,68	1,69
30	1,05	1,10	1,15	1,20	1,24	1,29	1,33	1,37	1,39	1,40	1,39	1,34
40	1,02	1,04	1,06	1,08	1,09	1,10	1,10	1,08	1,050	0,995	0,916	0,808
50	0,998	0,993	0,985	0,972	0,954	0,928	0,891	0,836	0,760	0,665	0,559	0,446
60	0,973	0,943	0,909	0,870	0,824	0,768	0,698	0,613	0,512	0,406	0,306	0,216
70	0,946	0,890	0,830	0,764	0,692	0,609	0,515	0,413	0,309	0,215	0,141	0,085
75	0,932	0,861	0,787	0,708	0,622	0,528	0,426	0,321	0,224	0,144	0,086	0,046
80	0,915	0,829	0,740	0,648	0,549	0,445	0,338	0,237	0,151	0,088	0,047	0,023
90	0,873	0,748	0,623	0,500	0,378	0,264	0,165	0,092	0,045	0,01919	0,007	0,002
95	0,838	0,683	0,533	0,392	0,263	0,157	0,081	0,036	0,013	0,004	0,001	$0,3 \cdot 10^{-3}$
97	0,816	0,642	0,478	0,329	0,202	0,107	0,048	0,018	0,005	0,001	$0,3 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-4}$
99	0,775	0,586	0,383	0,229	0,115	0,047	0,015	0,004	0,001	$0,1 \cdot 10^{-3}$	$0,2 \cdot 10^{-4}$	$0,5 \cdot 10^{-5}$

Таблиця А.3 – при $C_s = 1.5C_v$

P %	Коефіцієнт варіації C_v														
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
0,001	1,47	2,01	2,63	3,30	4,03	4,81	5,64	6,50	7,41	8,39	9,41	10,40	11,50	12,70	13,90
0,01	1,40	1,86	2,38	2,94	3,55	4,19	4,88	5,61	6,38	7,19	8,03	8,92	9,83	10,80	11,80
0,03	1,37	1,79	2,26	2,76	3,30	3,88	4,50	5,14	5,82	6,56	7,33	8,13	8,96	9,80	10,70
0,05	1,35	1,75	2,20	2,68	3,18	3,73	4,31	4,93	5,58	6,26	6,99	7,67	8,43	9,22	10,10
0,1	1,33	1,70	2,11	2,54	3,02	3,52	4,06	4,62	5,22	5,84	6,50	7,18	7,88	8,61	9,38
0,3	1,29	1,61	1,97	2,34	2,74	3,17	3,62	4,10	4,61	5,14	5,72	6,32	6,99	7,60	8,25
0,5	1,27	1,57	1,90	2,24	2,61	3,00	3,41	3,85	4,31	4,80	5,32	5,87	6,44	7,04	7,66
1	1,24	1,51	1,79	2,09	2,42	2,76	3,11	3,49	3,89	4,30	4,74	5,21	5,70	6,24	6,78
3	1,19	1,40	1,62	1,85	2,09	2,34	2,60	2,88	3,16	3,46	3,78	4,12	4,48	4,86	5,27
5	1,17	1,35	1,53	1,72	1,92	2,13	2,34	2,57	2,80	3,03	3,28	3,55	3,83	4,12	4,44
10	1,13	1,26	1,40	1,54	1,68	1,82	1,97	2,11	2,26	2,41	2,56	2,71	2,86	3,00	3,13
20	1,08	1,16	1,25	1,32	1,40	1,47	1,54	1,61	1,67	1,72	1,76	1,80	1,82	1,83	1,83
25	1,07	1,13	1,19	1,25	1,30	1,35	1,39	1,43	1,46	1,48	1,49	1,49	1,48	1,46	1,43
30	1,05	1,10	1,14	1,18	1,21	1,24	1,27	1,28	1,28	1,28	1,26	1,24	1,20	1,16	1,10
40	1,02	1,04	1,06	1,06	1,06	1,06	1,05	1,03	0,994	0,952	0,901	0,840	0,766	0,692	0,622
50	0,988	0,990	0,977	0,958	0,934	0,902	0,862	0,814	0,754	0,690	0,618	0,541	0,463	0,388	0,320
60	0,972	0,940	0,903	0,860	0,812	0,757	0,695	0,627	0,553	0,475	0,398	0,324	0,253	0,193	0,142
70	0,946	0,888	0,826	0,750	0,690	0,616	0,538	0,457	0,376	0,298	0,223	0,168	0,118	0,079	0,051
75	0,931	0,860	0,785	0,708	0,630	0,545	0,460	0,377	0,297	0,223	0,161	0,111	0,072	0,045	0,027
80	0,915	0,829	0,741	0,652	0,562	0,472	0,384	0,299	0,233	0,156	0,105	0,067	0,039	0,022	0,012
90	0,874	0,751	0,632	0,518	0,409	0,310	0,222	0,148	0,092	0,053	0,028	0,014	0,006	0,003	0,001
95	0,840	0,689	0,548	0,419	0,305	0,207	0,130	0,074	0,038	0,018	0,008	0,003	0,001	$0,3 \cdot 10^{-3}$	$0,2 \cdot 10^{-3}$
97	0,819	0,651	0,498	0,363	0,247	0,155	0,088	0,045	0,020	0,008	0,003	0,001	$0,3 \cdot 10^{-3}$	$0,8 \cdot 10^{-4}$	$0,3 \cdot 10^{-4}$
99	0,780	0,581	0,410	0,268	0,160	0,084	0,038	0,015	0,005	0,001	$0,4 \cdot 10^{-3}$	$0,1 \cdot 10^{-3}$	$0,4 \cdot 10^{-4}$	$0,8 \cdot 10^{-5}$	$0,2 \cdot 10^{-5}$

Таблиця А.4 – при $C_s = 2.0C_v$

P %	Коефіцієнт варіації C_v														
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
0,001	1,49	2,09	2,82	3,68	4,67	5,78	7,03	8,40	9,89	11,50	13,20	15,10	17,20	19,30	21,60
0,01	1,42	1,92	2,52	3,20	3,98	4,85	5,81	6,85	7,98	9,21	10,50	11,80	13,20	14,70	16,40
0,03	1,38	1,83	2,36	2,96	3,64	4,39	5,22	6,11	7,08	8,11	9,20	10,30	11,60	12,90	14,30
0,05	1,36	1,79	2,29	2,85	3,46	4,18	4,95	5,77	6,66	7,60	8,61	9,65	10,80	11,90	13,10
0,1	1,34	1,73	2,19	2,70	3,27	3,87	4,56	5,30	6,08	6,91	7,75	8,65	9,60	10,60	11,60
0,3	1,30	1,64	2,02	2,45	2,91	3,42	3,96	4,55	5,16	5,81	6,47	7,10	7,98	8,70	9,50
0,5	1,28	1,59	1,94	2,32	2,74	3,20	3,68	4,19	4,74	5,30	5,90	6,50	7,13	7,80	8,42
1	1,25	1,52	1,82	2,16	2,51	2,89	3,29	3,71	4,15	4,60	5,05	5,53	6,02	6,55	7,08
3	1,20	1,41	1,64	1,87	2,13	2,39	2,66	2,94	3,21	3,51	3,80	4,12	4,42	4,71	4,98
5	1,17	1,35	1,54	1,74	1,94	2,15	2,36	2,57	2,78	3,00	3,22	3,40	3,60	3,80	3,96
10	1,13	1,25	1,40	1,54	1,67	1,80	1,94	2,06	2,19	2,30	2,40	2,50	2,57	2,64	2,70
20	1,08	1,16	1,24	1,31	1,38	1,44	1,50	1,54	1,58	1,61	1,62	1,63	1,62	1,61	1,59
25	1,06	1,13	1,18	1,23	1,28	1,31	1,34	1,37	1,38	1,39	1,39	1,35	1,33	1,31	1,28
30	1,05	1,09	1,13	1,16	1,19	1,21	1,22	1,22	1,22	1,20	1,18	1,14	1,11	1,08	1,04
40	1,02	1,04	1,05	1,05	1,04	1,03	1,01	0,984	0,955	0,916	0,870	0,830	0,770	0,725	0,670
50	0,997	0,986	0,970	0,948	0,918	0,866	0,846	0,800	0,748	0,693	0,640	0,580	0,520	0,460	0,405
60	0,972	0,938	0,898	0,852	0,803	0,748	0,692	0,632	0,568	0,511	0,450	0,390	0,334	0,283	0,234
70	0,945	0,886	0,823	0,760	0,691	0,622	0,552	0,488	0,424	0,357	0,300	0,250	0,203	0,155	0,120
75	0,931	0,858	0,784	0,708	0,634	0,556	0,489	0,416	0,352	0,288	0,241	0,193	0,146	0,106	0,077
80	0,915	0,830	0,745	0,656	0,574	0,496	0,419	0,352	0,280	0,223	0,175	0,130	0,094	0,065	0,046
90	0,847	0,754	0,640	0,532	0,436	0,352	0,272	0,208	0,154	0,105	0,074	0,049	0,030	0,016	0,009
95	0,842	0,696	0,565	0,448	0,342	0,256	0,181	0,120	0,082	0,051	0,030	0,016	0,009	0,004	0,002
97	0,821	0,660	0,517	0,392	0,288	0,202	0,139	0,088	0,046	0,030	0,016	0,008	0,004	0,002	0,001
99	0,782	0,594	0,436	0,304	0,206	0,130	0,076	0,040	0,019	0,010	0,005	0,002	0,001	$0,2 \cdot 10^{-3}$	$0,8 \cdot 10^{-4}$

Таблиця А.5 – при $C_s = 2.5C_v$

Р %	Коефіцієнт варіації C_v																			
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
0,001	1,52	2,18	3,05	4,13	5,41	6,90	8,61	10,5	12,6	14,80	17,20	19,90	22,60	25,60	28,70	32,10	35,80	39,70	43,90	48,40
0,01	1,44	1,98	2,67	3,49	4,45	5,54	6,76	8,10	9,55	11,10	12,80	14,60	16,40	18,40	20,40	22,50	24,70	27,00	29,30	31,90
0,03	1,40	1,88	2,48	3,18	4,00	4,91	5,93	7,02	8,20	9,46	10,80	12,20	13,70	15,20	16,80	18,50	20,20	22,10	24,00	26,00
0,05	1,38	1,83	2,39	3,04	3,79	4,62	5,54	6,53	7,59	8,72	9,92	11,20	12,50	13,80	15,20	16,70	18,20	19,80	21,50	23,20
0,1	1,35	1,77	2,27	2,85	3,51	4,24	5,04	5,90	6,80	7,76	8,76	9,81	10,90	12,00	13,20	14,40	15,70	17,00	18,40	19,80
0,3	1,30	1,66	2,08	2,55	3,07	3,64	4,26	4,91	5,58	6,28	7,02	7,78	8,56	9,36	10,20	11,10	12,00	13,00	14,10	15,20
0,5	1,28	1,61	1,99	2,41	2,87	3,36	3,90	4,46	5,03	5,63	6,25	6,89	7,54	8,20	8,88	9,56	10,3	11,00	11,80	12,60
1	1,25	1,54	1,86	2,21	2,59	3,00	3,42	3,87	4,32	4,78	5,26	5,73	6,22	6,71	7,20	7,70	8,20	8,71	9,22	9,74
3	1,20	1,42	1,65	1,90	2,15	2,42	2,69	2,96	3,23	3,50	3,77	4,04	4,30	4,56	4,81	5,06	5,30	5,54	5,78	6,01
5	1,17	1,35	1,55	1,74	1,95	2,15	2,35	2,55	2,75	2,94	3,13	3,31	3,48	3,65	3,81	3,96	4,11	4,26	4,39	4,52
10	1,13	1,26	1,40	1,53	1,66	1,78	1,90	2,01	2,12	2,22	2,31	2,39	2,46	2,53	2,59	2,64	2,69	2,73	2,76	2,79
20	1,08	1,16	1,23	1,30	1,36	1,41	1,45	1,49	1,52	1,54	1,55	1,56	1,56	1,55	1,54	1,52	1,50	1,47	1,44	1,41
25	1,07	1,12	1,18	1,22	1,26	1,28	1,31	1,32	1,33	1,33	1,32	1,31	1,29	1,27	1,24	1,21	1,17	1,14	1,10	1,05
30	1,05	1,09	1,13	1,15	1,17	1,18	1,18	1,18	1,17	1,16	1,14	1,11	1,08	1,05	1,01	0,972	0,931	0,888	0,843	0,797
40	1,02	1,04	1,04	1,04	1,03	1,01	0,989	0,962	0,930	0,859	0,857	0,816	0,773	0,729	0,684	0,638	0,592	0,545	0,497	0,447
50	0,997	0,984	0,964	0,938	0,906	0,870	0,830	0,787	0,742	0,695	0,648	0,600	0,552	0,505	0,459	0,415	0,373	0,332	0,295	0,259
60	0,972	0,935	0,893	0,847	0,797	0,745	0,692	0,639	0,586	0,533	0,482	0,432	0,385	0,340	0,298	0,259	0,224	0,191	0,162	0,136
70	0,945	0,885	0,822	0,758	0,693	0,629	0,567	0,506	0,449	0,395	0,344	0,297	0,254	0,215	0,180	0,149	0,122	0,099	0,079	0,062
75	0,931	0,858	0,785	0,712	0,640	0,571	0,505	0,443	0,385	0,332	0,283	0,238	0,199	0,164	0,133	0,107	0,085	0,066	0,051	0,039
80	0,915	0,830	0,745	0,663	0,585	0,512	0,444	0,381	0,324	0,272	0,226	0,185	0,149	0,119	0,094	0,072	0,055	0,041	0,030	0,022
90	0,875	0,757	0,648	0,549	0,459	0,381	0,310	0,250	0,198	0,155	0,118	0,089	0,066	0,047	0,033	0,023	0,015	0,010	0,006	0,004
95	0,843	0,702	0,576	0,467	0,373	0,293	0,227	0,172	0,128	0,093	0,066	0,046	0,030	0,020	0,012	0,008	0,004	0,002	0,001	0,001
97	0,823	0,667	0,533	0,420	0,325	0,247	0,184	0,134	0,095	0,065	0,044	0,028	0,018	0,011	0,006	0,003	0,002	0,001	$0,4 \cdot 10^{-3}$	$0,2 \cdot 10^{-3}$
99	0,784	0,606	0,459	0,341	0,248	0,175	0,120	0,080	0,052	0,032	0,019	0,011	0,006	0,003	0,001	0,001	$0,3 \cdot 10^{-3}$	$0,1 \cdot 10^{-3}$	$0,4 \cdot 10^{-4}$	$0,2 \cdot 10^{-4}$

Таблиця А.6 – при $C_s = 3.0C_v$

P %	Коефіцієнт варіації C_v																			
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
0,001	1,54	2,29	3,32	4,63	6,24	8,14	10,30	12,7	15,4	18,20	21,30	24,50	27,90	31,50	35,30	39,30	43,40	47,80	52,50	57,40
0,01	1,46	2,05	2,83	3,80	4,94	6,26	7,70	9,30	11,00	12,80	14,80	16,80	19,00	21,20	23,50	25,90	28,40	31,00	33,70	36,50
0,03	1,41	1,93	2,59	3,42	4,35	5,39	6,58	7,85	9,19	10,60	12,10	13,70	15,30	17,00	18,80	20,60	22,40	24,30	26,30	28,40
0,05	1,39	1,88	2,49	3,24	4,09	5,04	6,08	7,21	8,40	9,65	11,00	12,40	13,80	15,20	16,80	18,30	19,90	21,50	23,30	25,10
0,1	1,36	1,81	2,35	3,01	3,74	4,56	5,44	6,38	7,37	8,41	9,49	10,60	11,80	13,00	14,20	15,40	16,70	18,00	19,40	20,80
0,3	1,31	1,69	2,12	2,65	3,21	3,82	4,48	5,17	5,88	6,61	7,37	8,15	8,94	9,75	10,60	11,40	12,30	13,10	14,00	14,80
0,5	1,28	1,63	2,03	2,48	2,97	3,50	4,06	4,64	5,24	5,84	6,47	7,10	7,75	8,41	9,07	9,74	10,4	11,10	11,80	12,40
1	1,25	1,55	1,90	2,26	2,66	3,07	3,50	3,96	4,41	4,87	5,33	5,79	6,26	6,74	7,21	7,68	8,14	8,61	9,07	9,53
3	1,20	1,42	1,66	1,91	2,17	2,43	2,69	2,95	3,21	3,47	3,73	3,98	4,20	4,44	4,67	4,89	5,10	5,31	5,51	5,70
5	1,17	1,36	1,55	1,75	1,95	2,14	2,34	2,52	2,70	2,88	3,05	3,22	3,37	3,52	3,66	3,80	3,92	4,04	4,15	4,26
10	1,13	1,26	1,40	1,52	1,65	1,76	1,87	1,97	2,06	2,15	2,23	2,30	2,36	2,42	2,47	2,51	2,55	2,58	2,60	2,62
20	1,08	1,16	1,23	1,29	1,34	1,38	1,42	1,45	1,47	1,49	1,50	1,50	1,50	1,49	1,48	1,46	1,45	1,42	1,40	1,37
25	1,07	1,12	1,17	1,21	1,24	1,26	1,28	1,28	1,29	1,29	1,28	1,27	1,25	1,23	1,20	1,18	1,15	1,12	1,08	1,05
30	1,05	1,09	1,12	1,14	1,15	1,16	1,16	1,15	1,14	1,13	1,11	1,08	1,06	1,03	0,997	0,964	0,929	0,892	0,855	0,818
40	1,02	1,03	1,03	1,03	1,01	0,995	0,972	0,946	0,915	0,883	0,848	0,812	0,775	0,736	0,697	0,659	0,620	0,581	0,544	0,507
50	0,997	0,981	0,959	0,980	0,989	0,862	0,823	0,783	0,741	0,699	0,656	0,614	0,572	0,531	0,491	0,452	0,415	0,379	0,345	0,313
60	0,972	0,933	0,890	0,843	0,794	0,745	0,695	0,646	0,597	0,549	0,503	0,459	0,417	0,377	0,339	0,304	0,271	0,240	0,212	0,186
70	0,945	0,884	0,822	0,758	0,696	0,636	0,578	0,523	0,471	0,422	0,375	0,333	0,293	0,257	0,224	0,194	0,166	0,142	0,121	0,102
75	0,931	0,858	0,786	0,715	0,647	0,583	0,522	0,465	0,412	0,363	0,318	0,277	0,239	0,206	0,176	0,149	0,125	0,105	0,087	0,071
80	0,915	0,830	0,748	0,669	0,596	0,528	0,465	0,407	0,354	0,306	0,263	0,224	0,190	0,160	0,133	0,110	0,090	0,073	0,059	0,047
90	0,876	0,761	0,656	0,563	0,479	0,406	0,341	0,284	0,235	0,193	0,158	0,126	0,100	0,078	0,061	0,047	0,035	0,026	0,019	0,014
95	0,844	0,708	0,588	0,487	0,400	0,326	0,263	0,210	0,166	0,129	0,100	0,076	0,057	0,042	0,030	0,022	0,015	0,010	0,007	0,004
97	0,825	0,675	0,548	0,443	0,355	0,282	0,221	0,171	0,131	0,099	0,073	0,054	0,038	0,027	0,018	0,012	0,008	0,005	0,003	0,002
99	0,876	0,618	0,484	0,369	0,283	0,213	0,158	0,116	0,083	0,058	0,040	0,027	0,017	0,011	0,007	0,004	0,002	0,001	0,001	0,4·10 ⁻²

Таблиця А.7 – при $C_s = 3.5C_v$

P %	Коефіцієнт варіації C_v																			
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
0,001	1,56	2,39	3,59	5,23	7,26	9,65	12,30	15,2	18,2	21,60	25,10	28,90	32,80	36,90	41,20	45,70	5,03	55,10	60,10	65,40
0,01	1,48	2,12	2,99	4,12	5,46	6,94	8,60	10,40	12,30	14,40	16,50	18,80	21,10	23,50	26,00	28,60	31,30	34,10	36,80	39,90
0,03	1,43	1,98	2,71	3,63	4,64	5,85	7,17	8,56	10,00	11,60	13,20	14,80	16,60	18,40	22,02	22,10	24,10	26,10	28,10	30,20
0,05	1,40	1,93	2,58	3,41	4,33	5,38	6,54	7,77	9,04	10,40	11,80	13,20	14,70	16,30	17,80	19,40	21,10	22,80	24,50	26,20
0,1	1,37	1,84	2,43	3,14	3,93	4,79	5,75	6,77	7,82	8,90	10,00	11,20	12,40	13,60	14,90	16,10	17,40	18,80	2,01	21,40
0,3	1,31	1,71	2,16	2,75	3,36	4,00	4,60	5,36	6,08	6,83	7,59	8,37	9,17	9,97	10,80	11,60	12,40	13,30	14,10	15,00
0,5	1,29	1,65	2,07	2,55	3,06	3,62	4,18	4,76	5,35	5,97	6,59	7,22	7,84	8,50	9,14	9,79	10,4	11,10	11,80	12,40
1	1,25	1,57	1,93	2,31	2,71	3,13	3,56	4,00	4,45	4,90	5,36	5,80	6,26	6,71	7,16	7,61	8,05	8,49	9,92	9,36
3	1,20	1,43	1,68	1,93	2,18	2,43	2,68	2,94	3,19	3,43	3,67	3,90	4,12	4,34	4,55	4,75	4,95	5,14	5,32	5,50
5	1,17	1,36	1,56	1,75	1,94	2,13	2,31	2,49	2,66	2,83	2,98	3,14	3,28	3,42	3,55	3,67	3,78	3,89	3,99	4,08
10	1,13	1,26	1,39	1,52	1,63	1,74	1,84	1,93	2,02	2,10	2,17	2,23	2,29	2,34	2,38	2,42	2,46	2,48	2,51	2,52
20	1,08	1,16	1,22	1,28	1,32	1,36	1,39	1,42	1,44	1,45	1,46	1,46	1,46	1,45	1,44	1,43	1,41	1,39	1,37	1,35
25	1,07	1,12	1,16	1,20	1,22	1,24	1,25	1,26	1,26	1,26	1,25	1,24	1,22	1,21	1,18	1,16	1,14	1,11	1,08	1,05
30	1,05	1,08	1,11	1,13	1,14	1,14	1,14	1,13	1,12	1,11	1,09	1,07	1,04	1,02	0,989	0,960	0,929	0,897	0,864	0,831
40	1,02	1,03	1,03	1,02	1,00	0,984	0,960	0,935	0,907	0,877	0,845	0,812	0,777	0,743	0,708	0,673	0,638	0,604	0,570	0,537
50	0,997	0,978	0,954	0,925	0,892	0,856	0,819	0,781	0,742	0,703	0,664	0,635	0,587	0,549	0,513	0,477	0,443	0,410	0,379	0,350
60	0,972	0,931	0,887	0,841	0,793	0,745	0,698	0,652	0,606	0,662	0,520	0,479	0,410	0,403	0,368	0,335	0,303	0,274	0,247	0,222
70	0,945	0,883	0,821	0,760	0,700	0,643	0,588	0,537	0,488	0,442	0,398	0,358	0,321	0,286	0,254	0,225	0,199	0,175	0,153	0,134
75	0,931	0,858	0,787	0,719	0,654	0,593	0,536	0,482	0,432	0,386	0,343	0,304	0,268	0,236	0,206	0,180	0,156	0,135	0,116	0,099
80	0,915	0,831	0,751	0,676	0,606	0,541	0,482	0,427	0,377	0,332	0,290	0,253	0,219	0,189	0,163	0,139	0,118	0,100	0,084	0,070
90	0,877	0,764	0,664	0,576	0,490	0,427	0,366	0,311	0,263	0,221	0,185	0,154	0,127	0,104	0,085	0,069	0,055	0,044	0,035	0,027
95	0,840	0,713	0,600	0,504	0,422	0,351	0,290	0,239	0,195	0,158	0,127	0,101	0,080	0,062	0,048	0,037	0,028	0,021	0,016	0,011
97	0,827	0,683	0,563	0,463	0,380	0,309	0,249	0,201	0,160	0,126	0,098	0,070	0,058	0,044	0,033	0,024	0,018	0,013	0,009	0,006
99	0,788	0,629	0,499	0,396	0,312	0,244	0,186	0,145	0,110	0,082	0,061	0,044	0,032	0,022	0,016	0,011	0,007	0,005	0,003	0,002

Таблиця А.8 – при $C_s = 4.0C_v$

P%	Коефіцієнт варіації C_v																			
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
0,001	1,59	2,49	3,90	5,80	8,15	10,90	13,90	17,2	20,8	24,60	28,60	32,80	37,20	41,80	46,60	61,50	66,60	61,80	67,20	72,80
0,01	1,50	2,18	3,17	4,43	5,91	7,58	9,41	11,40	13,40	15,50	17,90	20,30	22,80	25,40	28,00	30,80	33,60	36,50	39,40	42,40
0,03	1,44	2,04	2,86	3,86	5,02	6,30	7,67	9,14	10,70	12,30	14,00	15,80	17,60	19,40	21,30	23,30	25,30	27,30	29,40	31,50
0,05	1,41	1,97	2,72	3,61	4,63	5,76	6,96	8,22	9,56	11,00	12,40	13,90	15,40	18,60	18,60	20,30	21,90	23,70	25,40	27,20
0,1	1,38	1,88	2,53	3,29	4,15	5,07	6,05	7,08	8,15	9,26	10,40	11,60	12,80	15,30	15,30	16,60	17,90	19,20	20,60	21,90
0,3	1,32	1,74	2,24	2,82	3,44	4,09	4,79	5,50	6,22	6,96	7,73	8,53	9,31	10,90	10,90	11,70	12,50	13,30	14,20	15,00
0,5	1,29	1,67	2,12	2,61	3,13	3,68	4,26	4,85	5,43	6,03	6,65	7,29	7,91	9,16	9,16	9,79	10,4	11,00	11,70	12,30
1	1,25	1,58	1,94	2,34	2,75	3,17	3,59	4,03	4,47	4,91	5,34	5,79	6,22	7,09	7,09	7,52	7,95	8,37	8,78	9,19
3	1,20	1,44	1,68	1,93	2,18	2,43	2,68	2,92	3,16	3,39	3,62	3,83	4,04	4,45	4,45	4,64	4,83	5,01	5,18	5,34
5	1,17	1,36	1,56	1,75	1,94	2,12	2,29	2,46	2,62	2,78	2,93	3,07	3,21	3,46	3,46	3,57	3,68	3,78	3,87	3,96
10	1,13	1,26	1,39	1,51	1,62	1,72	1,81	1,90	1,98	2,05	2,12	2,18	2,24	2,32	2,32	2,36	2,39	2,42	2,44	2,45
20	1,08	1,15	1,22	1,27	1,31	1,34	1,37	1,40	1,41	1,42	1,43	1,44	1,43	1,42	1,42	1,41	1,39	1,38	1,36	1,33
25	1,07	1,12	1,16	1,19	1,21	1,23	1,24	1,24	1,24	1,34	1,23	1,22	1,21	1,17	1,17	1,15	1,13	1,10	1,08	1,05
30	1,05	1,08	1,11	1,12	1,13	1,13	1,13	1,12	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	0,99	0,985	0,958	0,929	0,900	0,871	0,841
40	1,02	1,02	1,02	1,01	1,00	0,976	0,954	0,929	0,902	0,873	0,843	0,812	0,781	0,716	0,716	0,684	0,652	0,620	0,588	0,588
50	0,997	0,976	0,950	0,920	0,888	0,853	0,818	0,781	0,744	0,707	0,670	0,634	0,598	0,529	0,529	0,495	0,464	0,433	0,403	0,375
60	0,972	0,929	0,885	0,839	0,793	0,747	0,702	0,658	0,614	0,572	0,532	0,494	0,457	0,388	0,388	0,356	0,327	0,299	0,273	0,249
70	0,945	0,883	0,821	0,761	0,704	0,649	0,597	0,548	0,501	0,457	0,415	0,377	0,341	0,277	0,277	0,248	0,223	0,199	0,177	0,157
75	0,931	0,858	0,788	0,722	0,660	0,601	0,546	0,495	0,448	0,403	0,332	0,325	0,290	0,230	0,230	0,203	0,179	0,158	0,139	0,121
80	0,915	0,832	0,754	0,681	0,614	0,553	0,496	0,443	0,359	0,351	0,311	0,274	0,242	0,165	0,165	0,162	0,140	0,122	0,105	0,090
90	0,877	0,769	0,671	0,586	0,511	0,444	0,384	0,331	0,284	0,243	0,207	0,176	0,148	0,104	0,104	0,087	0,072	0,060	0,049	0,040
95	0,846	0,719	0,611	0,519	0,440	0,372	0,312	0,261	0,217	0,180	0,148	0,121	0,098	0,064	0,064	0,051	0,041	0,032	0,025	0,019
97	0,829	0,690	0,576	0,481	0,400	0,332	0,274	0,224	0,182	0,147	0,119	0,095	0,075	0,045	0,046	0,036	0,028	0,021	0,016	0,012
99	0,790	0,638	0,516	0,417	0,336	0,269	0,214	0,168	0,132	0,102	0,078	0,060	0,045	0,025	0,025	0,018	0,013	0,009	0,006	0,004

Додаток Б
 Параметри a , n , f_0 у формулі (2.10)
 відповідно СНиП 2.01.14-83 дод. 2, табл. 17 [5, С. 187-191]

Номер району по прил. 1, лист 20	Зимний період			Літньо-осінній період		
	a	n	f_0	a	n	f_0
1	0,00004	2,46	0	2,0	1,0	0
2	0,056	1,49	0	10,3	0,88	0
3	0,76	1,19	0	0,56	1,04	0
4	0,56	1,04	0	0,050	1,44	0
5	0,0052	1,73	0	1,14	1,08	0
6	1,14	1,08	0	0,066	1,37	0
7	0,065	1,37	0	0,14	1,26	0
8	0,22	1,15	0	0,005	1,68	0
9	0,003	1,74	0	1,75	1,29	0
10	1,75	1,29	0	0,52	1,18	0
11	0,20	1,28	0	0,11	1,28	0
12	0,076	1,30	0	0,62	1,18	0
13	0,71	1,12	0	0,058	1,50	0
14	0,058	1,50	0	1,46	0,66	0
15	1,86	0,44	0	1,84	0,98	0
16	0,82	1,08	0	0,022	1,53	0
17	0,012	1,61	0	0,026	1,63	0
18	0,0013	2,00	0	0,0004	1,30	0
19	0,0009	1,03	0	0,25	1,30	0
20	2,19	1,00	0	0,60	1,00	100
21	1,23	1,07	0	0,033	1,59	0
22	0,87	1,11	0	0,09	1,33	0
23	0,12	1,35	0	0,12	1,26	0
24	0,53	1,17	0	0,12	1,32	0
25	0,11	1,29	0	0,068	1,25	0
26	0,29	1,17	0	0,025	1,44	0
27	0,22	1,40	0	3,55	0,98	0
28	0,23	1,27	0	0,12	1,33	0
29	0,72	1,14	0	2,05	1,02	0
30	0,54	1,10	0	0,40	1,08	0
31	0,22	1,18	0	0,75	1,10	0
32	0,04	1,30	0	0,22	1,00	0
33	3,00	0,71	0	0,18	1,27	0
34	0,21	0,17	0	0,51	0,93	0

Продовження дод. Б

Номер району по прил. 1, лист 22	Зимний період			Літньо-осінній період		
	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>f₀</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>f₀</i>
35	1,00	0,97	0	1,50	0,80	—700
36	0,11	1,13	0	0,40	1,05	—100
37	4,35	0,82	0	5,25	0,81	0
38	0,08	1,44	0	1,04	0,87	—110
39	0,07	1,40	0	0,016	1,11	—50
40	0,14	1,12	0	0,19	1,27	0
41	0,08	1,26	0	1,38	0,94	0
42	0,008	1,17	—200	0	0	0
43	0,02	1,28	—1000	0,02	1,49	0
44	1,00	0,78	0	0,003	1,28	—100
45	0	0	0	0,32	1,14	0
46	0,067	1,35	0	0,01	1,33	—50
47	0,024	1,38	0	0,002	1,12	—500
48	0,05	1,24	0	0,090	1,05	—200
49	0,024	1,43	0	0,0001	1,93	—200
50	0,41	1,02	0	0,030	1,06	—500
51	0,07	1,20	0	0,040	1,09	0
52	1,8	0,91	0	0,020	1,10	—1000
53	0,02	1,30	0	0,17	0,90	—150
54	0,20	0,96	—400	0,28	0,94	0
55	0,044	1,17	0	0,64	1,00	—70
56	0,007	1,30	0	0,007	1,51	—200
57	0,43	0,74	—800	0,14	1,66	—200
58	0,10	0,90	—500	0,26	1,00	0
59	11,8	0,43	0	0,23	1,24	0
60	0,14	0,94	0	0,040	1,38	0
61	2,46	0,73	0	2,02	0,90	0
62	3,90	0,72	0	0,64	1,15	0
63	0,88	0,85	—1000	2,38	1,05	0
64	0,70	0,84	—160	2,80	1,12	0
65	1,40	0,76	0	0,93	1,12	0
66	1,36	0,55	—150	0,008	1,37	0
67	0,15	1,08	0	0,040	1,30	0
68	5,90	0,50	—100	0,24	0,85	—950
69	0,84	1,04	0	1,13	0,75	0
70	3,10	0,73	0	1,14	0,88	0
71	0,10	1,34	0	0,011	1,31	0

Продовження дод. Б

Номер району по прил. 1, лист 20	Зимний период			Літньо-осінній період		
	α	n	f_0	α	n	f_0
72	0,06	1,48	0	0,82	1,05	0
73	1,42	1,16	-20	1,81	0,82	-15
74	9,74	0,94	0	0,063	1,20	-50
75	1,80	0,87	-180	0,13	1,00	0
76	0,054	1,37	0	4,20	0,70	0
77	0,018	1,34	-150	0,027	1,23	0
78	12,2	0,72	-10	0,10	1,32	0
79	6,05	0,69	-30	3,15	1,04	0
80	2,54	0,64	-60	5,10	0,94	0
81	0,98	1,00	0	0,30	0,78	-900
82	0,34	1,06	0	0,90	1,11	-200
83	0,080	1,11	0	2,86	0,77	0
84	0,65	1,00	0	1,85	0,82	-800
85	4,05	0,88	0	1,10	0,79	-400
86	0,030	1,20	0	0,050	1,00	-1000
87	0,67	0,90	-200	2,03	0,74	-500
88	0,45	1,00	0	1,12	1,00	0
89	1,95	0,98	0	0,045	1,36	0
90	5,32	0,92	0	0,26	1,18	0
91	0,30	1,04	0	0,54	1,39	0
92	2,69	0,74	0	0,14	1,03	-300
93	0,014	1,11	-900	0,15	1,15	0
94	0,007	1,28	-500	0,82	1,06	0
95	0,13	1,06	0	26,5	0,68	0
96	0,004	1,68	-33	0,59	1,15	0
97	0,058	1,30	0	0,55	1,12	0
98	0,22	1,20	0	0,016	1,47	0
99	0,25	1,32	0	0,55	1,05	0
100	0,028	1,15	-100	0,13	1,47	0
101	0,82	1,13	0	1,42	1,18	0
102	0,10	1,26	0	1,72	1,04	0
103	0,30	1,20	0	0,44	1,17	0
104	0,027	1,43	-380	9,20	0,95	0
105	6,67	0,82	0	0,98	1,04	0
106	0,044	1,28	-420	2,47	1,06	0
107	0,21	1,16	-280	0,060	1,26	0
108	1,00	0,90	0	0,004	1,68	-60

Продовження дод. Б

Номер району по прил. 1, лист 20	Зимний период			Летне-осенний период		
	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>f₀</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>f₀</i>
109	0,36	1,18	0	17,1	0,97	0
110	0,080	1,29	—100	0,20	1,09	—300
111	0,23	1,29	0	1,88	1,17	0
112	0,010	1,93	0	0,73	1,12	—150
113	4,73	1,09	0	0,077	1,32	0
114	2,02	1,11	—1000	1,59	1,06	0
115	8,72	0,97	0	0,84	1,10	0
116	0,75	1,16	—20	1,26	1,06	0
117	0,062	1,08	—270	1,74	1,12	0
118	0,080	1,52	0	2,76	1,26	0
119	0,004	1,50	—200	2,10	1,14	0
120	0,11	1,22	0	15,6	0,95	0
121	0,78	1,07	0	27,1	0,94	0
122	0,28	0,83	0	51,1	0,84	0
123	0,041	1,29	—100	3,82	0,96	—300
124	1,25	0,88	0	0,24	1,11	0
125	0,55	0,94	—200	24,6	0,66	0
126	0,51	1,07	0	6,38	0,90	0
127	0,98	1,07	0	0,62	1,21	0
128	0,15	1,12	—768	0,020	1,58	0
129	0,44	1,13	0	0,90	1,16	0
130	95,5	0,63	0	3,92	0,90	0
131				7,35	1,00	—200
132				4,44	1,15	0
133	8,25	0,66	—380	6,60	0,98	0
134	31,5	0,64	0	78,0	0,52	—35
135	8,93	0,72	—60	17,8	0,90	0
136	0,12	1,05	—1000	3,22	1,08	0
137	0,00024	1,56	—109	0,041	8,81	0
138	0,34	1,24	0	11,8	0,96	0
139	4,00	1,03	—193	5,75	1,03	0
140	0,020	1,43	0			
141	1,11	0,74	0			
142	0,18	1,03	—351			
143	0,028	1,25	0			
144	1,73	0,86	—1000			

Продовження дод. Б

Номер району по карт. 1, лист 20	Зимний период			Летис-осенний период		
	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>f₁</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>f₁</i>
145	0,025	1,49	—190	0,32	1,26	0
146				2,08	1,12	0
147				1,02	1,09	0
148				0,65	1,06	0
149				0,070	1,22	0
150				0,14	1,08	0
151				1,50	0,93	0
152				2,20	1,13	0
153						
154						
155				9,75	1,04	0
156				1,02	1,09	0
157				0,24	1,44	0
158				Непромерзающие реки		
				11,0	0,86	0
				Промерзающие реки		
				1,50	1,08	0
				Реки с повышенной налед- ностью		
				15,0	0,86	0
				Реки, промерзающие эпизоди- чески		
				2,30	1,08	0
159				10,0	0,91	0

Примечание. Для районов № 131, 132 зимний и № 140—144, 153—154 летний 30-суточный сток 80%-ной вероятности превышения рассчитывается по формуле $q_{20} = aH^n$, параметры *a*, *n* следующие:

Номер района	Зимний период		Летний период	
	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>
131	1,75	2,98		
132	6,50	—7,29		
140			0,56	2,97
141			1,25	3,50
142			0,23	2,97
143			1,60	5,40
144			9,12	2,20
153			15,8	1,45
154			9,33	0,84

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. - 424с.
2. Шелутко В.А. Статистические модели и методы исследования многолетних колебаний годового стока. -Л.: Гидрометеиздат, 1984.- 160 с.
3. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки : підручник. Одеса: ТЕС, 2014. 484 с.
4. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Спецрозділи з теорії максимального стоку» для магістрів IV та V курсу денної форми навчання за спеціальністю «Гідрологія та гідрохімія» (Складено: проф. Гопченко Є.Д., доц. Овчарук В.А.). Одеса, ОДЕКУ, 2008. 35 с.
5. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик (СНиП 2.01.14-83). Ленинград : Гидрометеиздат, 1984. 447 с.
6. Указания по определению расчетных гидрологических характеристик (СН 435-72). Ленинград : Гидрометеиздат, 1972. 20 с.
7. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003. Москва : Госстрой России, 2003. 74 с.
8. Determinarea caracteristicilor hydrologice pentru Condițiile republicii Moldova. CPD.01.05-2012. 178 p.
9. Гопченко Є.Д., Погорелова М.П. Нормування розрахункових характеристик весняного водопілля в басейні річки Прип'ять на базі моделі об'ємного типу : монографія. Одеськ. держ. екол-ний ун-т. Одеса : ТЕС, 2018. 136 с.

**ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
ПО ВИКОНАННЮ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ
З ДИСЦИПЛІНИ ”СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ З ТЕОРІЇ
МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ”**

Укладачі: проф. Гопченко Є.Д., доц. Овчарук В.А., ст. викл. Гопцій М.В.

Підп. до друку ____ р. Формат 60х84/16
Папір офсетний. Ум.друк.арк. ____
Наклад __ прим. Замовлення ____
Видавництво та друкарня « ____ »
(Свідоцтво № ____)

Надруковано з готового оригінал-макета

Одеський державний екологічний університет
65016, Одеса, вул. Львівська, 15
