

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет Гідрометеорології і екології

(повне найменування факультету)

Кафедра Гідрології суші

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістра»

«Граничні максимуми схилового припливу в період весняного водопілля на річках Вінницької області»

«Maximum Limits of Slope Runoff During Spring Flooding on the Rivers of Vinnytsia Region»

Виконав: здобувач денної форми навчання спеціальності 103, Науки про Землю

(код, назва спеціальності)

Освітня програма Гідрологія і комплексне використання водних ресурсів

Роїк Віталій Васильович

(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача)

Керівник д-р геогр.наук, проф. Овчарук В.А.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент д-р геогр.наук, проф. Тучковенко Ю.С.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

гідрології суші

№ 6 від 26.11. 2024 р.

Завідувачка кафедри

(підпис)

ОВЧАРУК Валерія

(прізвище, ім'я)

Захищено на засіданні ЕК №

протокол № від . .20 р.

Оцінка / /

(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Голова ЕК

(підпис)

ГРИБ Олег

(прізвище, ім'я)

Одеса 2024

ЗМІСТ

	стр
ВСТУП.....	3
1 Сучасні гідролого-кліматичні умови формування весняного водопілля на річках Вінницької області.....	5
1.1 Географічне положення, рельєф.....	5
1.2 Ґрунтовий та рослинний покрив.....	6
1.3 Кліматична характеристика досліджуваної території.....	8
1.3.1 Температура повітря.....	9
1.3.2 Вологість повітря.....	10
1.3.3 Оподи.....	10
1.3.4 Сніговий покрив.....	14
1.3.5 Глибина промерзання ґрунту.....	14
2 Водний режим річок Вінницької області.....	18
2.1 Сучасне гідрографічне районування території України.....	18
2.2 Особливості водного режиму річок досліджуваної території.....	20
2.3 Умови формування весняного водопілля.....	21
3 Водогосподарська діяльність на річках Вінницької області.....	25
4 Методика розрахунку граничних максимумів схилового притоку.....	30
4.1 Розрахунок складових граничних максимумів припливу води.....	32
4.1.1 Статистична обробка часових рядів максимальних витрат води.....	32
4.1.2 Статистична обробка часових рядів сумарного шару стоку за водопілля.....	34
4.1.3 Розрахунок максимальних витрат води і шарів стоку весняного водопілля заданої вірогідності перевищення.....	38
4.1.4 Оцінка точності вихідної інформації по максимальному стоку весняного водопілля.....	40
4.2 Визначення характеристик схилового припливу.....	42

4.3	Граничні модулі схилового припливу на річках Вінницької області.....	49
5	Регіональна методика визначення максимального стоку весняного водопілля на річках Вінницької області.....	54
	Висновки.....	57
	Список використаної літератури.....	59
	Додатки.....	61

ВСТУП

Актуальність теми. В останні роки науковці усього світу досліджують зміни клімату та потенційні наслідки цих змін на різні природні явища та процеси. Практично не визиває дискусії висновок щодо збільшення ймовірності виникнення екстремальних природних явищ. В гідрологічному циклі до таких явищ відносяться паводки різного генетичного походження, зокрема весняне водопілля, яке є основною фазою водного режиму річок Вінниччини.

Мета і завдання магістерської роботи полягають у дослідженні сучасних умов формування максимального стоку весняного водопілля на річках Вінницької області та визначенні граничних максимумів схилового припливу з використанням даних спостережень останніх років.

Об'єкт дослідження - стік весняного водопілля на річках Вінницької області.

Практичне значення. Розрахункові характеристики максимального стоку є важливим інструментом для раціонального використання водних ресурсів. Вони можуть використовуватися при виконанні водогосподарських розрахунків, таких як визначення граничних обсягів забору води для зрошення сільськогосподарських угідь, що має критичне значення для розвитку аграрного сектору регіону.

Крім того, ці характеристики є незамінними при проектуванні гідроелектростанцій, забезпечуючи точні дані для оцінки їхньої потужності та безпеки експлуатації. Також вони знаходять застосування у будівництві гідротехнічних споруд широкого призначення, таких як дамби, канали чи водосховища, які забезпечують потреби в побутовому водопостачанні та сприяють вирішенню питань водозабезпечення у Вінницькій області..

Результати магістерської роботи були представлені автором на конференції молодих вчених ОДЕКУ у 2023р.

1 СУЧАСНІ ГІДРОЛОГО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ НА РІЧКАХ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Географічне положення, рельєф

Вінницька область була заснована 27 лютого 1932 року після затвердження ЦВК СРСР постанови IV позачергової сесії ВУЦВК від 9 лютого 1932 року про утворення п'яти областей на території України.

Адміністративний центр області – місто Вінниця, населення якого станом на 1 січня 2022 року становило 369 739 осіб. Область розташована на правобережжі Дніпра в межах Подільської височини.

На заході область межує з Чернівецькою та Хмельницькою, на півночі – з Житомирською, на сході – з Київською, Кіровоградською та Черкаською, а на півдні – з Одеською областями України та Республікою Молдова (рис. 1.1.) [1].

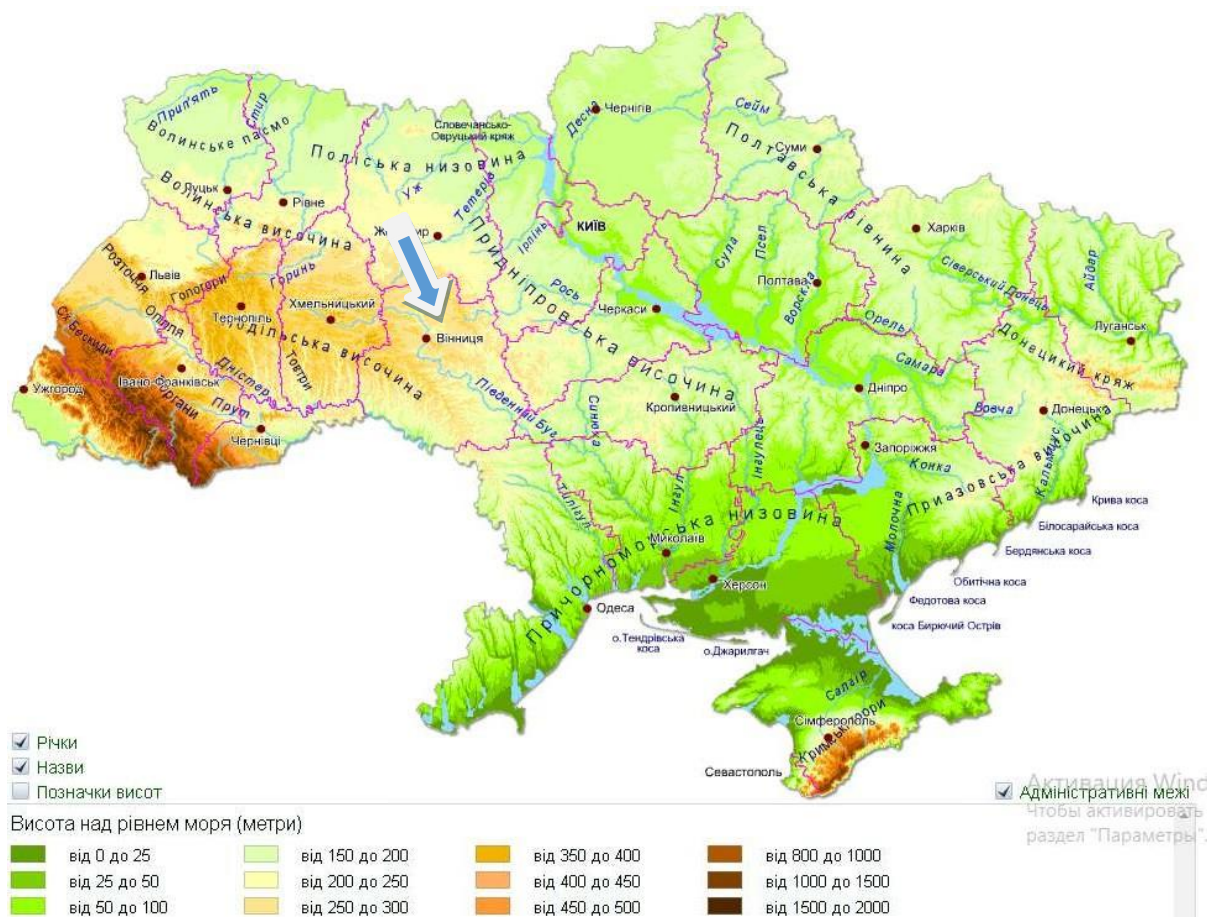


Рисунок 1.1 – Фізико-географічне положення Вінницької області [2]

Більша частина території Вінницької області розташована на Волино-Подільській та Придністровській височинах. Поверхня регіону являє собою підвищене плато, яке поступово знижується з північного заходу на південний схід. Рельєф області представлений хвилястою рівниною, порізаною численними річковими долинами, ярами та балками, особливо в межах Придністров'я.

У басейнах Волино-Подільської та Придніпровської височин рельєф має рівнинний характер. У верхній частині водозбору територія розчленована ярами та балками, глибина ерозії становить 50-100 м. У середній частині водозбору глибина ерозії збільшується до 100-200 м, а густина яружно-балкової мережі сягає 0,50-1,0 км/км². Нижня частина водозбору характеризується плоским рельєфом із численними западинами, відомими як блюдця, при цьому ерозія сягає глибини 50-100 м, а густина яружно-балкової мережі становить 0,50-0,75 км/км²[1,3].

В основі плато залягають давні кристалічні породи, такі як граніти та гнейси, які місцями виходять на поверхню, але здебільшого переkritі морськими та континентальними третинними відкладами – пісками, глинами та мергелями. Верхню частину геологічного розрізу складають четвертинні відкладення, які поширені майже повсюдно, за винятком окремих ділянок, де оголюються корінні породи.

Рельєф має важливе значення для формування річкового стоку, впливаючи на нього через зміну кількості опадів і випаровування.

1.2 Ґрунтовий та рослинний покрив

Ґрунти Вінницької області в основному представлені опідзоленими типами, які займають близько 65 % її території. На північному сході переважають чорноземи, у центральних районах розташовані сірі, темно-сірі та світло-сірі ґрунти, а на південному сході та в Придністров'ї поширені глибокі чорноземи й опідзолені ґрунти. Більшість земель (понад 70 %) активно використовується для сільського господарства [3, 4].

Склад ґрунтів області значною мірою залежить від типу ґрунтоутворюючих

порід. Тут зустрічаються леси, лесовидні суглинки, алювіальні відклади (як стародавні, так і сучасні), делювії, магматичні алювії, глини та дочетвертинні піски. У подах поширені оглинені леси, які через щільну структуру та низьку водопроникність мають несприятливі фізичні властивості. На річкових терасах поширені лесовидні суглинки з легким механічним складом. У місцях, де оголюються граніти та гнейси, можна знайти алювіальні магматичні відклади. У багатьох районах області леси підстилаються червоно-бурими глинами, які вирізняються важким механічним складом і високою водопроникністю.

На рівнинних вододільних ділянках і прилеглих схилах найчастіше зустрічаються чорноземи, які формуються на лесах та лесовидних суглинках, забезпечуючи високу родючість [3, 4].

Гідрологічний режим території області визначається не лише кліматичними, геоморфологічними та ґрунтово-геологічними чинниками, але й рослинним покривом, який відіграє важливу роль у перерозподілі опадів і впливає на формування водного балансу.

Рослинність регіону належить до лісостепової зони. Лісові масиви охоплюють площу близько 313 тис. га, а чагарники займають 10,7 тис. га. Значні лісові території розташовані у центральних і південно-східних частинах області. Найбільшим є Чорний ліс, площа якого перевищує 12 тис. га. Тут домінують широколистяні мішані ліси з грабом, ясенем, липою, кленом і дубом, причому граб є основною деревною породою. Подекуди зустрічаються рідкісні види дерев, такі як платан, веймутова сосна, срібляста ялина та гікорі.

Лісові території області поділяються на дві основні групи. До першої групи належать захисні насадження, розташовані навколо населених пунктів, промислових об'єктів, уздовж доріг і річок, а також лісосмуги, що виконують водоохоронну та ґрунтозахисну функції. Друга група включає експлуатаційні ліси, у яких дозволяється рубка, але лише в межах щорічного приросту деревини.

Трав'янистий покрив Вінницької області вирізняється великою різноманітністю рослинних видів. У дикій природі зустрічається понад тисячу видів рослин, серед яких значна кількість медоносних і лікарських.



Широколистяні ліси

- Букові, дубово-букові та грабово-букові
- Сільськогосподарські землі на місці букових, дубово-букових і грабово-букових лісів
- Дубові з дуба звичайного (*Quercus robur*)
- Грабово-дубові з дуба звичайного (*Quercus robur*) та граба звичайного (*Carpinus betulus*), часто в поєднанні з похідними грабовими лісами
- Кленово-липово-дубові з дуба звичайного (*Quercus robur*), липи серцелистої (*Tilia cordata*) і клена гостролистого (*Acer platanoides*)
- Дубові з дуба скельного (*Quercus petraea*), місцями в поєднанні з буково-дубовими і буково-грабовими
- Сільськогосподарські землі на місці дубових, грабово-дубових та інших широколистяно-дубових лісів

Рисунок 1.2 – Рослинність Вінницької області [2]

1.3. Кліматична характеристика досліджуваної території

Згідно кліматичного районування Вінницька область відноситься до Північної атлантико-континентальної кліматичної області для якій є характерним середньорічна кількість опадів на 600 мм, середня температура січня 6 °С, липня 19 °С, а кількість днів зі сніговим покривом становить 85 діб за рік[5].

1.3.1 Температура повітря

Середньорічна температура повітря, згідно з кліматичним кадастром за 1961-1990 рр., в басейні становить $6,7^{\circ}\text{C}$ (м. Вінниця). У найтеплішому місяці, липні, середньомісячна температура варіюється в межах $18,6-21,4^{\circ}\text{C}$, тоді як від'ємні середньомісячні температури спостерігаються в період з листопада по березень. Найхолодніший місяць – січень, середня температура якого становить від $-4,8^{\circ}\text{C}$ до $-6,0^{\circ}\text{C}$ (рис. 1.3).

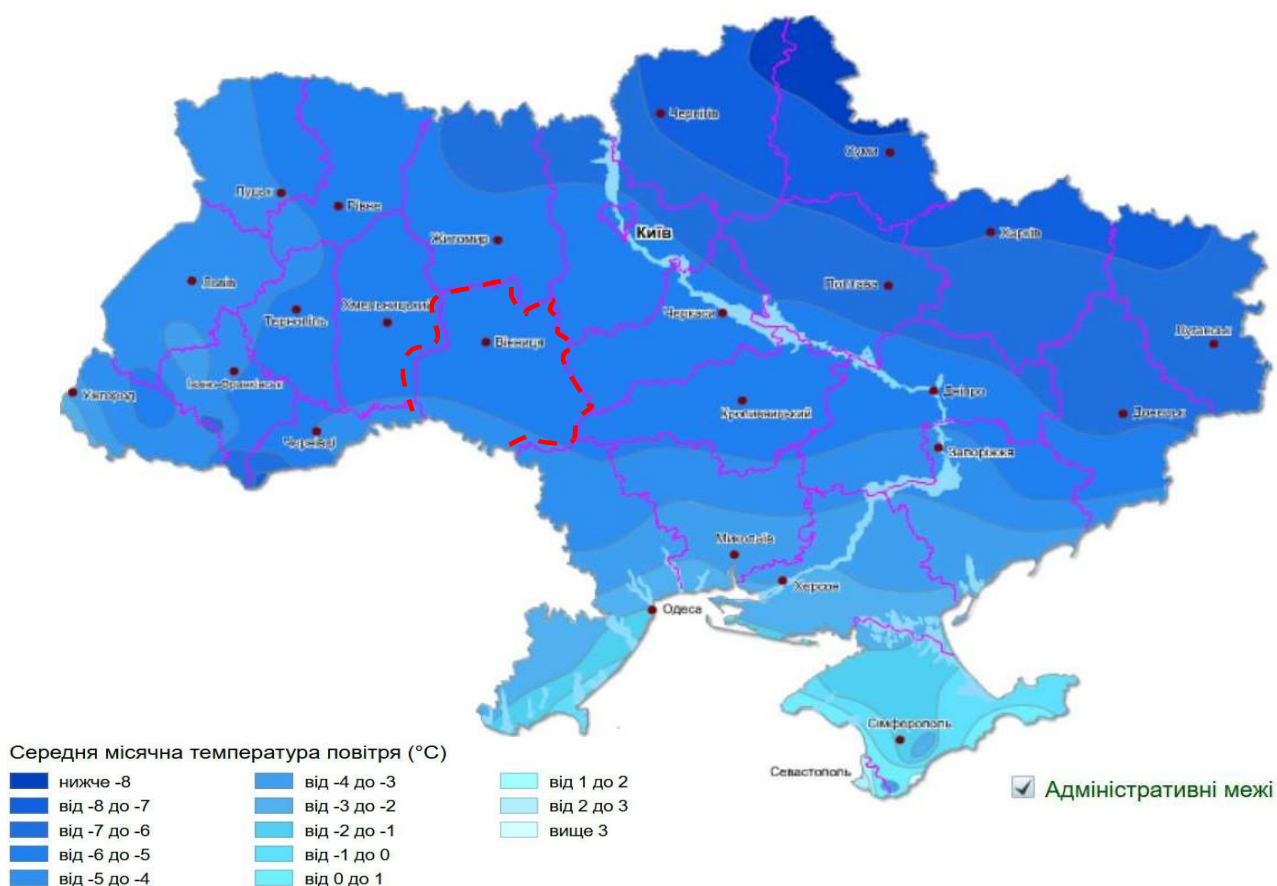


Рисунок 1.3 – Температура повітря на території України у січні [2]

Безморозний період триває до 170 днів. Сума температур для періоду зі стійким потеплінням вище 5°C становить 28°C , а для температур понад 10°C – $26-32^{\circ}\text{C}$. Перехід середньодобової температури через 0°C зазвичай відбувається у третій декаді березня (весною) та третій декаді листопада або першій декаді грудня (восени) [5, 6]. На даний час вже є можливість порвняння даних з новими

кліматичними нормами за період 1991-2020 рр [7]. Порівняння кліматичних показників за різні періоди показало, що за останні 30 років по всій території Вінницької області спостерігається підвищення середньорічної температури повітря на 1.5-2.0 °С (рис. 1.4), табл. 1.1.

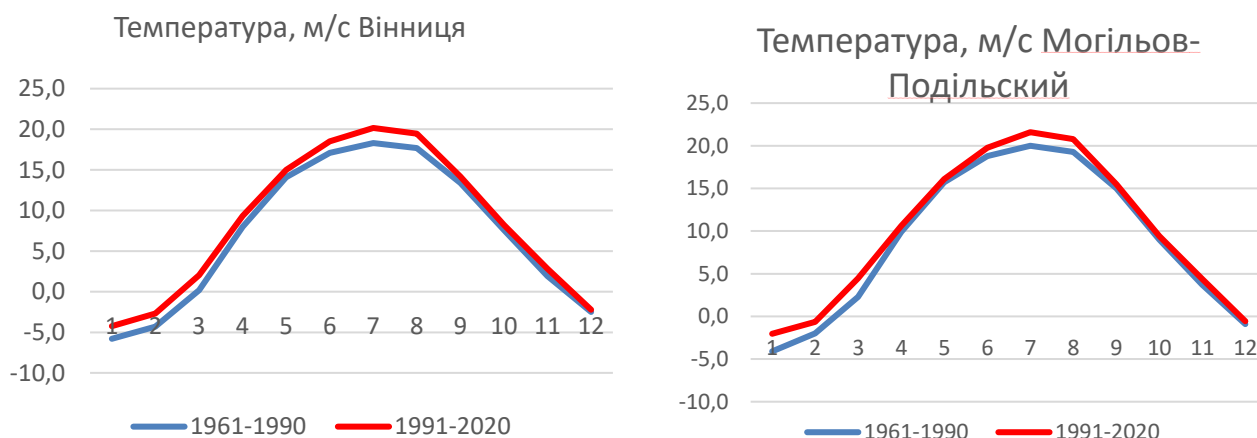


Рисунок 1.4 – Порівняння річного ходу температури повітря за різні кліматичні періоди для метеостанцій Вінницької області

1.3.2 Вологість повітря

Рівень вологості повітря на території басейну доволі однорідний. Максимальна абсолютна вологість припадає на теплий період року, тоді як мінімальні показники спостерігаються у найхолодніші місяці – січень та лютий. Середньомісячна відносна вологість узимку сягає 87 %, тоді як у теплу пору року вона знижується до 62 %, найменших значень – у травні [5].

1.3.3 Опади

Середньорічна кількість опадів становить 583 мм, а місячна варіюється в межах 31-89 мм [5]. Розподіл опадів має зональний характер – їх кількість зменшується в напрямку півдня. Близько 70 % загальної кількості опадів припадає на теплу пору року, тоді як у холодний період випадає від 174 мм до 200 мм (рис. 1.5.).

Таблиця -1.1 Середньомісячна температура повітря по Вінницькій області згідно кліматичних норм 1961-1990 та 1991-2020рр.

Станція	січень		лютий		березень		квітень		травень		червень	
	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
Вінниця	-5,8	-4,2	-4,3	-2,7	0,2	2,0	8,0	9,3	14,1	15,0	17,1	18,5
Хмільник	-5,7	-3,5	-4,3	-2,3	0,2	2,1	7,8	9,2	14,0	15,2	16,9	18,2
Жмеринка	-5,7	-3,5	-4,2	-2,3	0,3	2,3	7,9	9,3	14,0	14,8	17,1	18,3
Гайсин	-5,5	-3,1	-3,9	-2,1	0,7	2,6	8,6	9,7	14,8	15,5	17,7	19,1
Мог.-Подільський	-4,1	-2,0	-2,0	-0,6	2,3	4,5	9,9	10,6	15,7	16,1	18,8	19,8
Білопілля	-6,2	-3,7	-4,8	-2,8	-0,3	1,9	7,6	9,1	14,1	14,5	17,0	18,6

Станція	липень		серпень		вересень		жовтень		листопад		грудень	
	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
Вінниця	18,3	20,2	17,7	19,5	13,4	14,2	7,6	8,2	1,9	2,8	-2,5	-2,2
Хмільник	18,0	19,9	17,4	19,2	13,3	13,9	7,6	8,1	2,0	2,8	-2,6	-2,0
Жмеринка	18,2	20,1	17,7	19,5	13,6	14,2	7,8	8,4	1,9	2,7	-2,6	-2,1
Гайсин	19,0	21,0	18,2	20,2	13,9	14,6	7,9	8,5	2,4	3,0	-2,1	-1,8
Мог.-Подільський	20,0	21,6	19,3	20,8	15,0	15,5	9,0	9,4	3,7	4,4	-0,9	-0,6
Білопілля	18,1	20,0	17,5	19,3	13,2	13,9	7,4	8,4	1,6	2,4	-2,8	-1,6

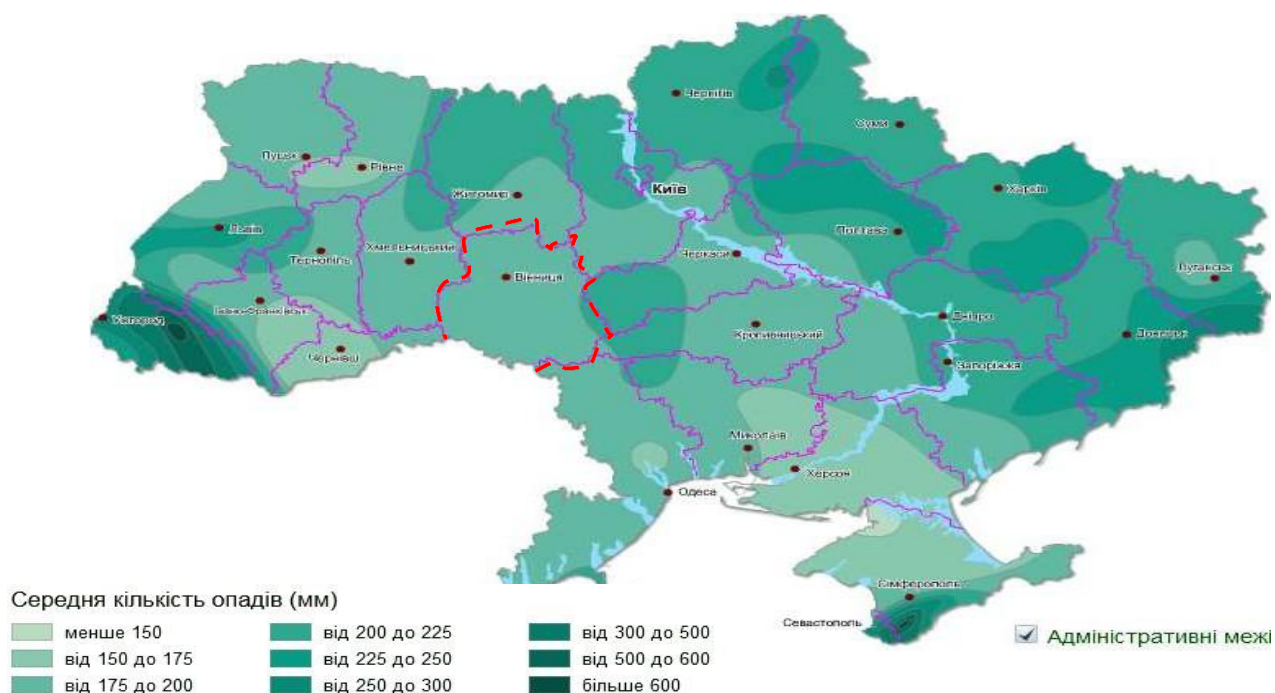


Рисунок 1.5 – Опади холодного періоду року на території України [2]

Поряд із роками, які характеризуються нормальною зволоженістю, нерідко трапляються періоди із значною посухою. Абсолютний мінімум кількості опадів був зафіксований у 1892, 1921 та 1948 роках, коли за місяць випало всього 0-1 мм опадів [6]. На рис. 1.6 представлено порівняння річного ходу опадів за різні розрахункові періоди, а в табл. 1.2 – середньомісячна кількість опадів. На відміну від температури повітря тут тенденції різні – у січні відмічене їх зменшення, а у березні зростання.

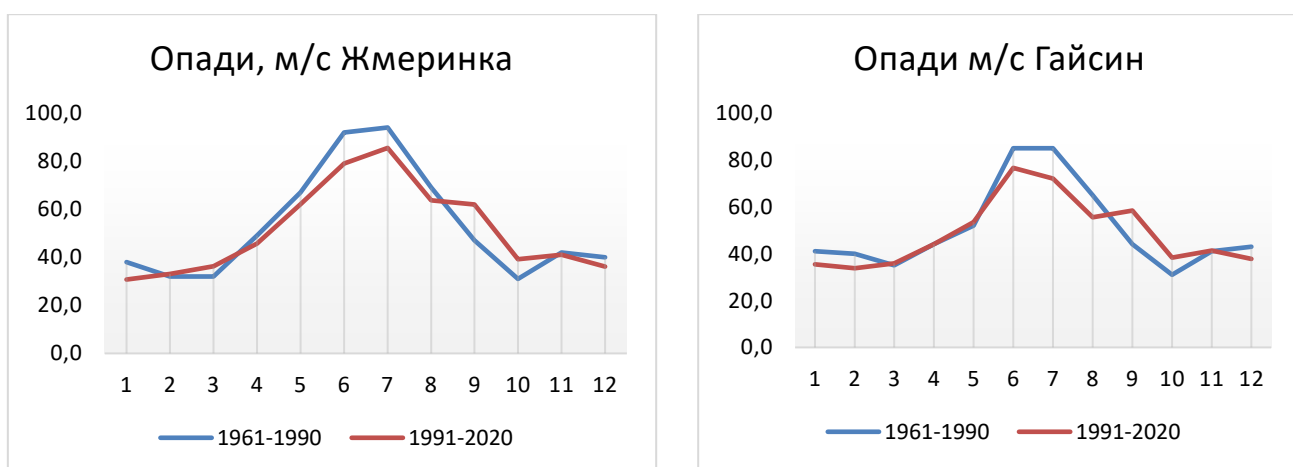


Рисунок 1.6 – Порівняння річного ходу опадів за різні кліматичні періоди для метеостанцій Вінницької області

Таблиця 1.2 – Середньомісячна кількість опадів по Вінницькій області згідно кліматичних норм
(1961-1990 рр. та 1991-2020 рр.)

Станція	січень		лютий		березень		квітень		травень		червень	
	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
Вінниця	40,0	28,6	38,0	31,4	35,0	32,2	49,0	38,1	63,0	54,5	87,0	86,4
Хмільник	39,0	33,5	33,0	34,7	30,0	37,5	49,0	41,4	62,0	56,7	94,0	86,7
Жмеринка	38,0	30,7	32,0	33,1	32,0	36,3	49,0	45,8	67,0	62,1	92,0	79,0
Гайсин	41,0	35,5	40,0	33,8	35,0	35,9	44,0	44,1	52,0	53,4	85,0	76,6
Мог.-Подільський	35,0	28,6	33,0	30,8	31,0	32,5	46,0	41,9	71,0	62,2	92,0	74,4
Білопілля	33,0	30,9	29,0	33,9	29,0	33,1	46,0	41,5	56,0	63,5	84,0	81,7

Станція	липень		серпень		вересень		жовтень		листопад		грудень	
	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
Вінниця	92,0	72,7	68,0	52,0	46,0	59,9	34,0	36,0	42,0	35,6	44,0	35,2
Хмільник	102,0	93,9	73,0	65,9	52,0	57,6	34,0	40,3	43,0	38,9	42,0	38,0
Жмеринка	94,0	85,5	69,0	63,7	47,0	62,0	31,0	39,2	42,0	41,0	40,0	36,1
Гайсин	85,0	72,1	65,0	55,5	44,0	58,4	31,0	38,3	41,0	41,3	43,0	37,8
Мог.-Подільський	95,0	92,7	55,0	50,9	45,0	55,6	31,0	40,7	38,0	38,0	39,0	32,1
Білопілля	94,0	84,5	72,0	57,4	43,0	53,8	32,0	36,8	40,0	37,6	39,0	37,0

1.3.4 Сніговий покрив

Розподіл снігового покриву на території Вінницької області є нерівномірним. Сніговий покрив зазвичай з'являється в третій декаді листопада, а його стійке утворення відбувається в середині грудня. Кількість днів зі сніговим покривом змінюється залежно від місця: на півночі басейну вона становить 90-100 днів за зиму, тоді як на півдні зменшується до 60-70 днів. Середня висота снігового покриву за зиму на півночі становить 20-40 см, а на півдні – 10-30 см. Максимальні значення сягають 50–60 см на півночі та 30 см на півдні. Руйнування стійкого снігового покриву зазвичай розпочинається на початку березня. Окремо розглянемо зміни характеристик снігового покриву, які є визначальними для формування весняного водопілля. Так, наприклад, за 2019-2020 гідрологічний рік на більшості станцій найбільша висота снігового покриву була найменшою за період спостережень і становили лише 1-5 см (табл. 1.3). Суттєво знизилось число днів зі сніговим покривом – з 120-130 до 20-30 (табл. 1.4). Запас води у сніговому покриві при таких умовах в останні роки становив 0-12 мм (табл. 1.5).

1.3.5 Глибина промерзання ґрунту

У помірних широтах замерзання ґрунту починається з його поверхні й поступово поширюється на більші глибини. Завдяки наявності розчинених солей у ґрунтовій волозі замерзання ґрунту відбувається при температурах нижчих за 0 °С. Глибина промерзання визначається низкою факторів, зокрема кліматичними умовами, тепловими характеристиками ґрунту, рівнем його вологості, типом рослинного покриву та товщиною снігового покриву. Наприклад, на досліджуваній території в січні температура поверхні ґрунту коливається в межах від -1...-3 °С до -7...-8 °С, як зображено на рис. 1.7.

Таким чином, можна сказати, що кліматичні умови, які склалися за останні 30 років не сприяють накопиченню снігового покриву і запасів води у ньому, що в свою чергу призводить до формування невисоких водопіль, або взагалі його формування може не спостерігатися у недалекому майбутньому.

Таблиця 1.3 – Найбільша висота (см) снігового покриву за постійною рейкою за зиму у Вінницькій області [7]

Станція	Середня з найбільших	Середнє квадратичне відхилення	Коефіцієнт варіації	Мінімальна	Зима	Максимальна	Зима
86. Білопілля	22,4	13,0	0,58	7	1982-1983, 1992-1993	102	1985-1986
87. Хмільник	22,4	12,2	0,54	5	2019-2020	52	1995-1996
88. Вінниця	25,9	16,6	0,64	7	2014-2015	75	1995-1996
89. Жмеринка	21,2	10,7	0,50	6	2000-2001	64	1979-1980
90. Гайсин	21,5	10,4	0,48	5	1993-1994, 2019-2020	51	1963-1964
91. Могилів-Подільський	20,3	13,7	0,67	1	2019-2020	56	2011-2012

Таблиця 1.4 – Число днів із сніговим покривом за зиму у Вінницькій області [7]

Станція	Середнє	Середнє квадратичне відхилення	Коефіцієнт варіації	Найменше	Зима	Найбільше	Зима
86. Білопілля	79,3	26,7	0,34	25	2019-20	137	1995-96
87. Хмільник	76,5	24,9	0,33	23	2019-20	134	1995-96
88. Вінниця	87,7	23,1	0,26	35	2019-20	142	1995-96
89. Жмеринка	73,6	25,9	0,35	29	2019-20	126	1995-96
90. Гайсин	68,6	25,0	0,36	14	2019-20	119	1998-99
91. Могилів-Подільський	54,2	28,1	0,52	4	2019-20	125	1995-96

Таблиця 1.5 – Запас води (мм) у сніговому покриві за снігомірною зйомкою на останній день декади [7]

XI			XII			I			II			III			Найбільший за зиму						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	середній	середнє квадратичне відхилення	коефіцієнт варіації	міні- мальний	зима	макси- мальний	зима
ВІННИЦЬКА ОБЛАСТЬ																					
86. Білопілля																					
•	•	•	•	•	•	16	•	•	19	20	•	•	•	•	48	35,1	0,73	8	1982-83, 2019-20	138	2012-13
87. Хмільник																					
	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	38	29,4	0,77	0	1993-94, 2019-20	189	1986-87
89. Жмеринка																					
•	•	•	•	•	•	19	21	22	23	•	•	•	•	•	49	32,9	0,67	12	1989-90	146	1995-96
90. Гайсин 33577																					
	•	•	•	•	•	13	14	•	•	•	•	•	•	•	33	24,0	0,72	0	1993-94, 2019-20	122	1963-64
91. Могилів-Подільський																					
	•	•	•	•	•	15	•	•	•	•	•	•	•	•	35	23,7	0,67	0	2019-20	224	1979-80



Рисунок 1.7 – Температура поверхні ґрунту у січні на території України [2]

За умов тривалої холодної зими ґрунт промерзає значно глибше, ніж під час теплої або короткої зими. Вологі ґрунти промерзають на меншу глибину порівняно з сухими, оскільки під час замерзання води виділяється тепло, яке уповільнює процес промерзання. Болота також характеризуються меншою глибиною промерзання, оскільки вода, завдяки високій теплопровідності, передає тепло з глибших шарів ґрунту, зменшуючи його промерзання.

«Піщані ґрунти мають більшу глибину промерзання порівняно з глинистими, оскільки останні краще проводять тепло. Сніговий покрив виступає природним ізолятором, і за його значної товщини глибина промерзання ґрунту помітно зменшується. Розвинений рослинний покрив також відіграє важливу роль у зменшенні промерзання. У лісах ґрунт промерзає значно менше, ніж на розораних ділянках, завдяки лісовій підстилці з опалого листя і дрібних гілок, яка утримує тепло. У середній і нижній частині басейну глибина промерзання ґрунту зазвичай становить 20–50 см». [4].

2. ВОДНИЙ РЕЖИМ РІЧОК ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Річки Вінницької області належать до басейнів трьох головних річок України – Південного Бугу, Дністра та Дніпра, які охоплюють відповідно 62 %, 28 % і 10 % території регіону. Притоки Південного Бугу та Дніпра мають порівняно незначний нахил, тоді як притоки Дністра характеризуються порожистими ділянками. Живлення річок складається з дощових вод (48 %), снігових (25 %) і підземних джерел (27 %). Води річок мають гідрокарбонатно-кальцієву мінералізацію[3].

Річки Вінницької області мають характерний водний режим із вираженим весняним водопіллям. За розмірами річки регіону поділяються на чотири категорії:

- Великі річки – Південний Буг і Дністер, які є основними водними артеріями області.
- Середні річки – Соб, Гірський Тікич, Мурафа та Рось, що забезпечують локальні потреби в водних ресурсах.
- Малі річки – 226 водотоків довжиною понад 10 км.
- Струмки – 3368 дрібних водотоків довжиною менше 10 км, які є важливими для місцевої гідрографічної мережі.

Усього на території Вінницької області протікає близько 3,6 тис. річок із загальною довжиною 11,8 тис. км. Середня густина річкової мережі становить 0,45 км/км².

2.1. Сучасне гідрографічне районування території України

Гідрографічне районування. Районування території за гідрографічним принципом здійснюється з метою гармонізації національної системи управління водними ресурсами з підходами, закріпленими у Водній рамковій директиві Європейського Союзу. Основним завданням цього процесу є розробка інтегрованих планів управління річковими басейнами, що базуються на гідрографо-географічному підході [8].

Межі гідрографічних одиниць визначаються вододілами річкових басейнів і

суббасейнів, без перетинання акваторій водосховищ та озер. Якщо частина басейну виходить за межі України, то межі гідрографічних одиниць збігаються з відповідними ділянками Державного кордону (наприклад, для басейнів Дунаю, Вісли, Дніпра та Дону). Територія України поділена на 9 гідрографічних одиниць басейнового рівня, або районів річкових басейнів, головними річками яких є великі водотоки, що впадають у море або іншу велику річку (рис. 2.1).

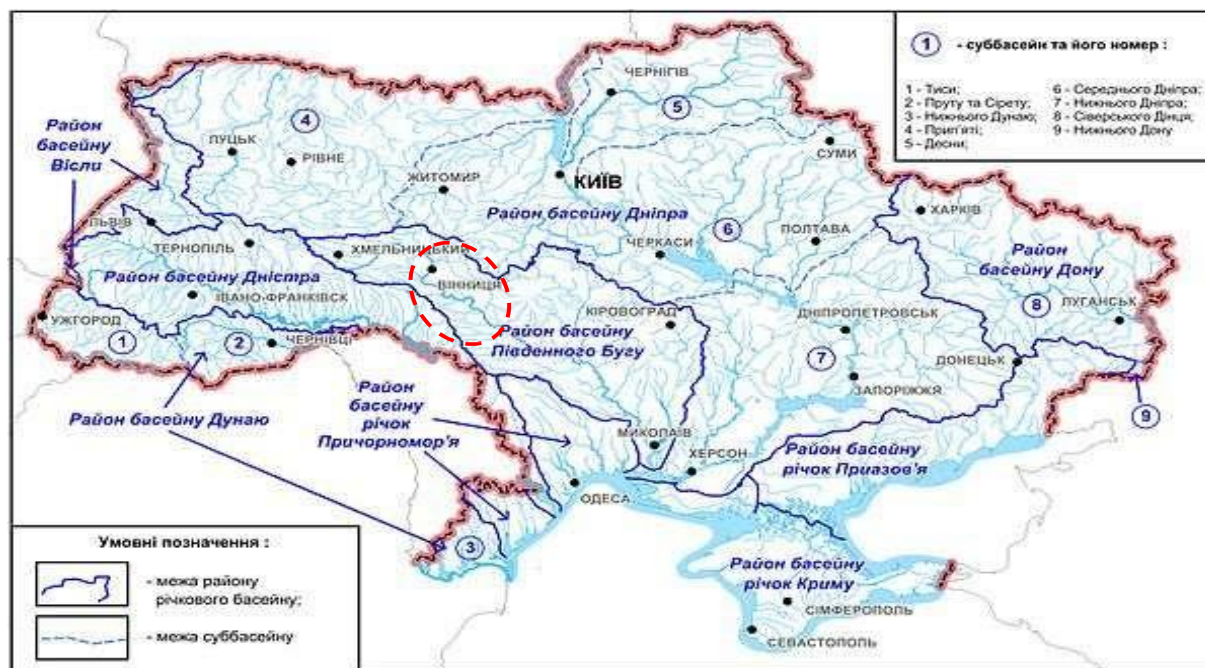


Рисунок 2.1 - Сучасне гідрографічне районування території України [8]

Для реформування та вдосконалення системи управління водними ресурсами, враховуючи досвід європейських країн, було впроваджено нове гідрографічне районування відповідно до положень Водної рамкової директиви (Директива 2000/60/ЄС від 23 жовтня 2000 року). Основним критерієм встановлення гідрографічних одиниць є площа водозбору, яка повинна бути не меншою за площу басейну головної річки, тоді як максимальний розмір не обмежується, якщо він охоплює басейн однієї великої річки [8].

Визначення меж гідрографічних одиниць базується на використанні державних топографічних карт, цифрових моделей рельєфу та геоінформаційних технологій. Процес включає фізико-географічний аналіз рельєфу, гідрографії,

грунтового і рослинного покриву, ландшафтних характеристик, а також врахування мережі транспортних сполучень і географічних назв місцевих об'єктів. Це дозволяє забезпечити точність і деталізацію визначення меж гідрографічних одиниць [8]. Як було показано вище, в межах території України виділено 9 районів, отже на території Вінницької області розташовані частково райони басейну Дністра і Дніпра та район басейну Південного Бугу та (рис. 2.1)

2.2 Гідрологічна вивченість річок на території Вінницької області

Гідрологічний моніторинг має здійснюватися в тих самих контрольних створах, де проводяться вимірювання гідрохімічних та гідробіологічних показників. Це зумовлено необхідністю врахування гідрологічних параметрів, таких як рівні та витрати води, для коректної оцінки стану водних об'єктів. Розташування пунктів спостереження за гідрологічним режимом річок в межах Вінницької області показано на рис.2.2, а список пунктів представлений в табл.2.1.

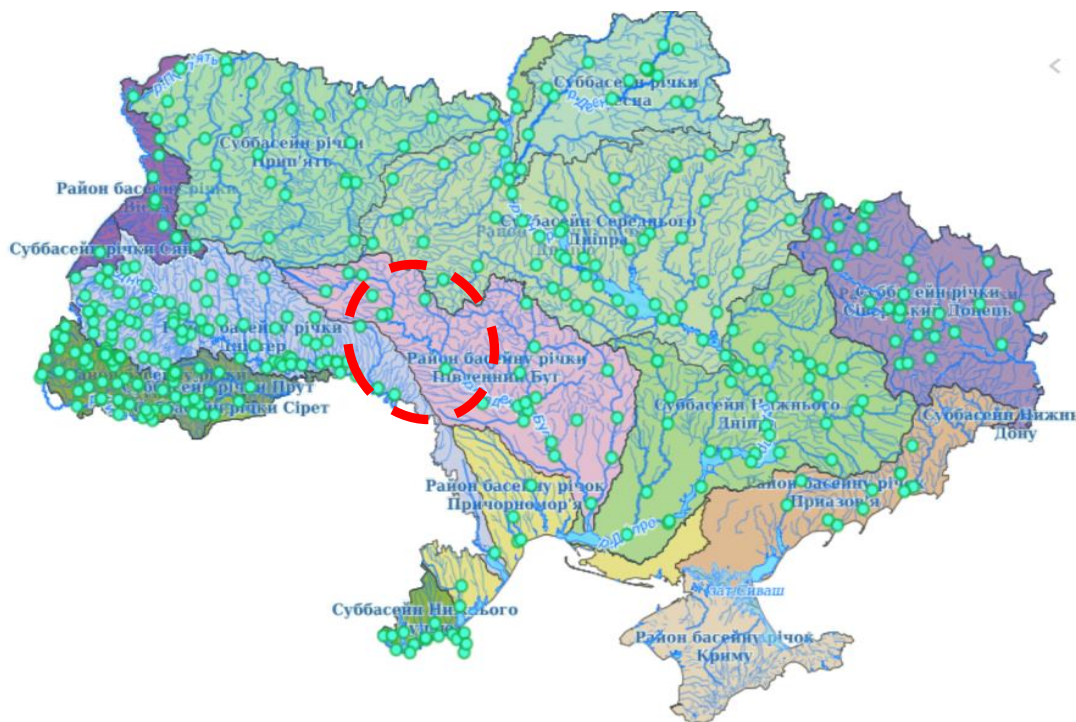


Рисунок 2.2 – Карта-схема гідрологічного моніторингу в межах Вінницької області

Таблиця 2.1 – Список пунктів спостереження в межах досліджуваної території

№ п/п	Код поста	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	Період спостережень, роки
Басейн Південного Бугу				
1	81346	р.Південний Буг – с.Пирогівці	827	1964–2020
2	81348	р.Південний Буг – с.Лелітка	4000	2002–2020
3	81353	р.Південний Буг – с.Селище	9100	
4	81361	р.Південний Буг – с.Тростянчик	17400	1930–1941, 1946–2020
5	81386	р. Згар – смт Літин	692	1931–2020
6	81393	р. Рів – с. Демидівка	1130	1916–1918, 1922–1941, 1945–2020
7	81396	р. Соб – с. Зозів	92,5	1945–2020
Басейн Дністра				
8	81257	р. Лядова – с. Жеребилівка	652	1964–2020
9	81261	р. Мурафа – с. Кудіївці	70,0	1963–2020
Басейн Дніпра				
10	80084	р. Гуйва – с. Городківка	312	1940, 1941, 1944, 1946– 2020
11	80292	р. Рось – с. Круподеринці	618	1950–2020

2.3 Особливості водного режиму річок досліджуваної території

Згідно сучасного ландшафтно-гідрологічного районування [9], річки Вінницької області належать до Дністровсько-Дніпровської ЛГП, яка займає центральну частину правобережжя України в межах Подільської та Придніпровської височин. Як представлено в [9] "...Дністровсько-Дніпровська ЛГП включає басейни лівих приток середньої течії Дністра, верхню та середню течію Південного Бугу (до впадіння р.Савранки), басейни правобережних приток Дніпра (верхів'я Тетеріва, рр. Ірпінь, Стугна, Рось, Вільшанка). В найбільш підвищеній центральній частині провінції розвинуті височинні ландшафти. Для

північної смуги провінції характерні плоскі і слабохвилясті рівнини. Поширені також вододільні рівнинно-хвилясті місцевості. Річкова мережа розвинута помірно, але краще у західній частині провінції – в басейнах Дністра та Південного Бугу, де вона становить 0,43-0,48 км/км². Похили невелики, становлять 0,5-2,0 м/км, і лише для коротких приток Дністра в межах Подільської височини вони досягають 3,0-4,0 м/км. Залісеність басейнів незначна, лише в окремих випадках перевищує 10 % (рр. Згар, Рів, Тетерів, Ірпінь). Заболоченість не перевищує 10 % від площ водозборів. Норма річного кліматичного стоку зменшується в межах провінції у напрямку з північного заходу на південний схід від 120 до 55 мм”. В межах провінції виділяються два ландшафтно-гідрологічні височинні райони – *Подільсько-Придніпровський та Центральодніпровський* (рис.2.3).



Рисунок 2.3 – Ландшафтно-географічне районування України [9]

2.4 Умови формування весняного водопілля

Весняне водопілля на річках України є ключовою фазою їхнього гідрологічного режиму. Його формування зумовлене різноманітними чинниками, які суттєво відрізняються залежно від території, особливо між рівнинними та гірськими водозборами.

Кліматичні, геоморфологічні, ґрунтові та рослинні умови визначають унікальні особливості водопілля в кожному регіоні. Усі фактори, що впливають на весняний стік, поділяються на дві основні групи:

- Метеорологічні фактори – визначають інтенсивність сніготанення, утворення талих вод і втрати на випаровування.
- Фактори підстильної поверхні – впливають на акумуляцію талих вод у басейні, інфільтрацію в ґрунт, розподіл снігу та стікання талих вод у схилах і руслах річок.

Високий рівень водопілля на рівнинних річках формується за умов пізньої весни з інтенсивним таненням значних запасів снігу та тривалими дощами, які посилюють основну хвилю талих вод. Такі умови спостерігались під час історичних повеней у 1845, 1877, 1895, 1908, 1917, 1931, 1932, 1942, 1970 роках.

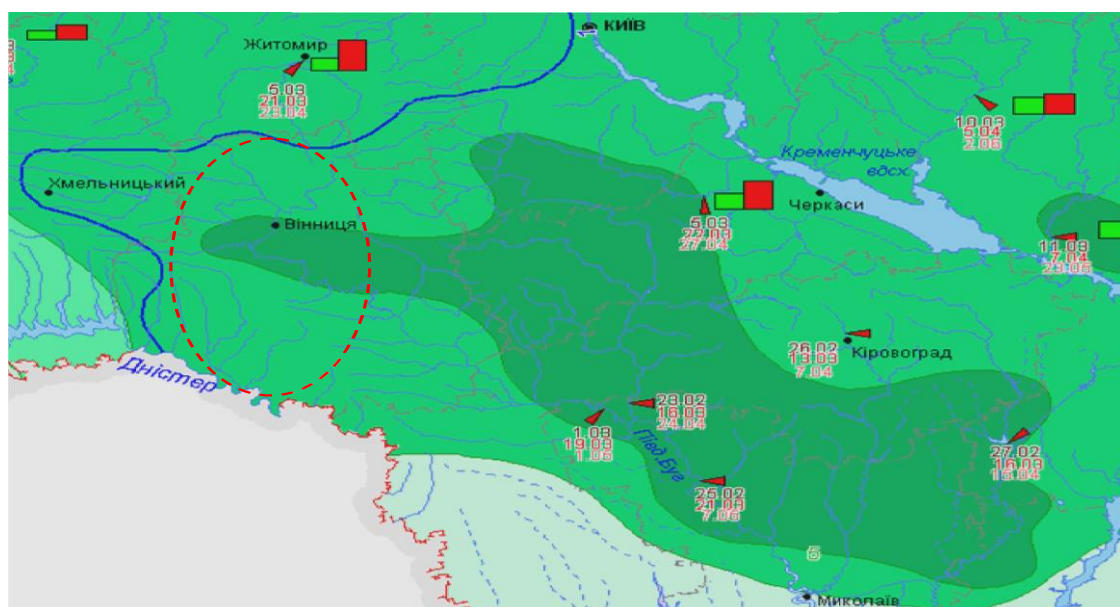
Форма гідрографа водопілля залежить від характеру весни та впливу азональних чинників, зокрема боліт і карсту. Рання весна створює багатопікову форму гідрографа, тоді як пізня – одновершинну. На карстових водозборах водопілля піднімається поступово, пік виражений слабо, а спад відбувається повільно. Вплив водосховищ згладжує гідрограф, створюючи багатопікове та розтягнуте водопілля, а також знижує максимальні витрати води.

Річки Вінницької області належать до басейнів трьох основних річок України – Південного Бугу, Дністра і Дніпра, що охоплюють 62 %, 28 % і 10 % території області відповідно.

Як показано в довідковій літературі [3,9] ”... Весняне водопілля на часто проходить на досліджуваній території у кілька хвиль, особливо при поверненні холодів. Його інтенсивність може зростати за наявності весняних дощів, коли

другий пік перевищує перший. Інтенсивність підйому рівня під час високого водопілля сягає 40-150 см/добу на великих і середніх річках та 10-15 см/добу на малих. У разі низького водопілля ці значення становлять 5-10 см/добу. Весняне водопілля триває в середньому 1,5-2 місяці, після чого спостерігаються літні паводки.

Спад рівня триває до серпня-вересня, досягаючи мінімуму в жовтні. Літні паводки характеризуються середньою інтенсивністю підйому рівня: 0,5-0,7 м/добу на малих річках і 1,5-3,5 м/добу на середніх і великих. Їх тривалість становить 5-10 днів для малих річок і до 1,5 місяця або більше для середніх і великих. Багаторічний модуль стоку в регіоні змінюється від 3,29 до 1,24 л/с·км².” Як добре ілюструє рис. 2.4, підчас високих водопіль підйоми рівнів можуть досягати більше 5 метрів в басейні Південного Бугу та 3-5м на решті території області.



Умовні позначення: ПІДЙОМИ РІВНЕЙ ВОДИ ПІД ЧАС ВОДОПІЛЛЯ (М)	
	слабовиражене
	до 2
	от 2 до 3
	от 3 до 5
	более 5

Рисунок 2.4 - Підйоми рівнів води під час водопілля (м) в на річках Винницької області [4]

3 ВОДОГОСПОДАРСЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ НА РІЧКАХ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Основними джерелами водопостачання Вінницької області є поверхневі та підземні води.

За даними Басейнового управління водних ресурсів (БУВР) Південного Бугу [10] "... на 2020 рік, у басейні річки Південний Буг сумарні ресурси поверхневого стоку в середній за водністю рік становлять 1790 млн м³, у дуже маловодний рік – 880 млн м³, а в 2020 році – лише 430 млн м³. До цих ресурсів включено не тільки воду самої річки, але й 42 водосховища із загальною ємністю 268 млн м³ і 3666 ставків, що сумарно вміщують 181 млн м³.

У басейні річки Дністер сумарні ресурси поверхневого стоку разом із транзитним стоком у середньоводний рік досягають 8500 млн м³, у дуже маловодний – 4970 млн м³, а в 2020 році склали 8000 млн м³. До цих ресурсів також належать 7 водосховищ із загальною ємністю 17,3 млн м³ і 982 ставки, які вміщують 27,5 млн м³.

У басейні річки Дніпро сумарні ресурси поверхневого стоку в середньоводний рік становлять 210 млн м³, у дуже маловодний – 100 млн м³, а в 2020 році – лише 90 млн м³. До них входять 3 водосховища із загальною ємністю 5,4 млн м³ і 682 ставки із загальною ємністю 39 млн м³".

Згідно з державною звітністю про використання води (форма 2ТП-водгосп (річна)), у 2020 році з природних джерел було забрано 100,1 млн м³ води, з яких 85% (85,2 млн м³) припадає на поверхневі води, а 15% (14,9 млн м³) – на підземні.

Розподіл забору води за басейнами річок виглядав наступним чином: у басейні Південного Бугу – 84,4 млн м³, у басейні Дністра – 12,9 млн м³, у басейні Дніпра – 2,76 млн м³.

У 2020 році обсяг забору води в області розподілився по басейнах річок наступним чином: Південний Буг – 84,1 млн м³, Дністер – 12,9 млн м³, Дніпро – 2,76 млн м³ (рис. 3.1).

Таблиця 3.1 – Водокористування по Вінницькій області у 2020 р.[10]

Напрями використання	Всього млн. м ³	В т.ч. по басейнам річок млн. м ³		
		Південний Буг	Дністер	Дніпро
1	2	3	4	5
Забір води, разом	100,1	84,41	12,94	2,760
у тому числі: - з поверхневих джерел	85,18	74,01	9,317	1,847
- з підземних джерел	14,94	10,40	3,630	0,913
Втрати при транспортуванні	14,11	13,28	0,771	0,282
Використано води, разом	79,33	66,31	11,25	1,765
у т.ч. на: - питні та санітарно-гігієнічні потреби	28,78	25,80	2,222	0,755
- виробничі потреби	44,23	38,30	5,057	0,867
- зрошення	4,621	1,212	3,409	-
- інші потреби	1,703	0,997	0,563	0,143
Скинуто стічних вод у водні об'єкти, разом	52,57	46,56	4,576	1,434
забрудненої:	0,133	0,119	0,014	-
нормативно-чистих без очистки	24,88	20,50	3,856	0,785
нормативно очищених на очисних спорудах	27,55	25,94	0,706	0,669
оборотне і повторно-последовне водоспоживання	1073	1051	21,43	0,142
потужність очисних споруд	95,78	81,77	9,538	4,471

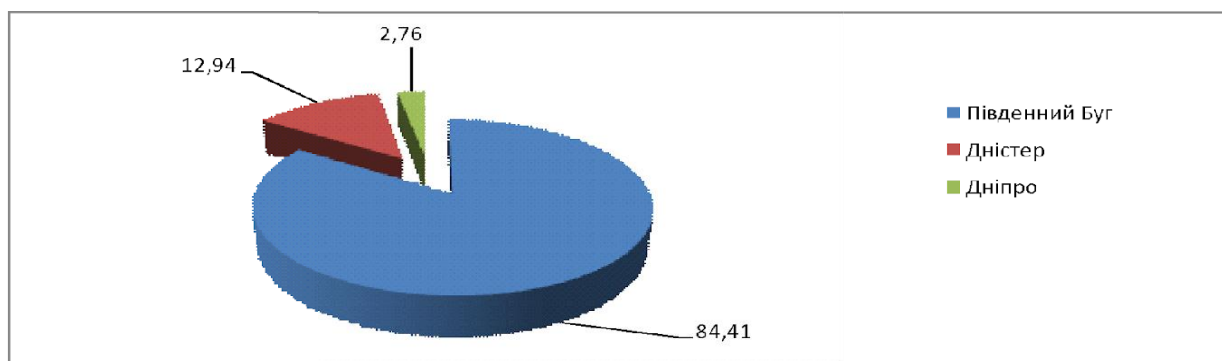


Рисунок 3.1-. Забір води по басейнам річок у Вінницькій області, млн м³ [10].

Загалом у Вінницькій області було використано 79,3 млн м³ води, з яких на виробничі потреби припадає 44,2 млн м³ (56 %), на питні та санітарно-гігієнічні потреби – 28,8 млн м³ (36 %), на зрошення – 4,6 млн м³ (6 %), а на інші потреби – 1,7 млн м³ (2 %) (рис. 3.2).

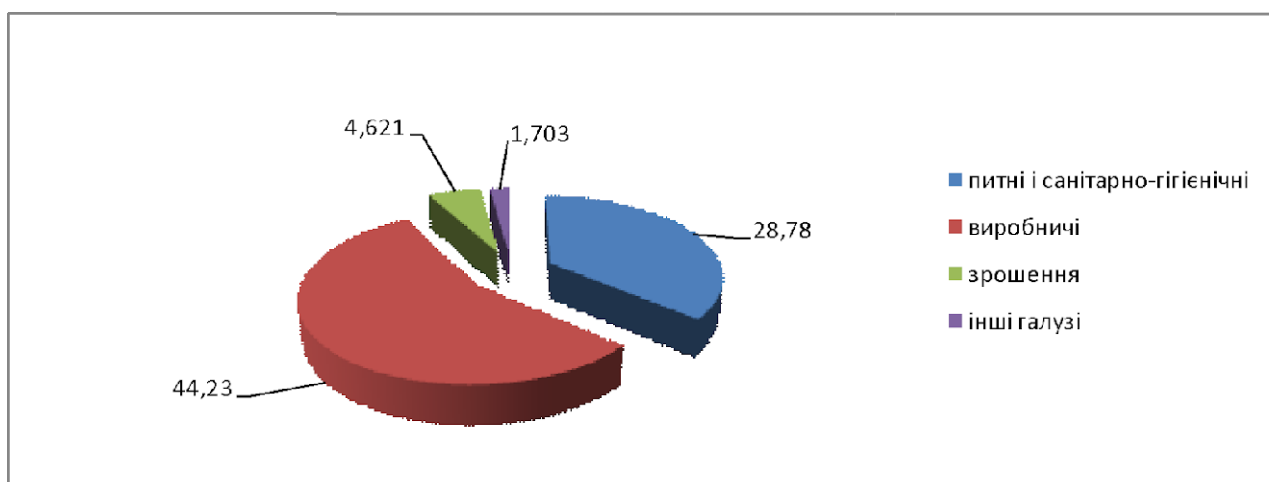


Рисунок 3.2 - Використання води по потребах у Вінницькій області, млн м³ [10].

Основними галузями, які використовують воду, є підприємства водопостачання і каналізації (43 %, 42,5 млн м³) та сільське, лісове й рибне господарство (35 %, 34,9 млн м³). На постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря припадає 11 % (11,4 млн м³), на переробну промисловість – 3 % (3,3 млн м³), на добувну промисловість – 1 % (1,4 млн м³), а на підприємства

інших видів діяльності – 7 % (6,6 млн м³) (рис. 3.3).

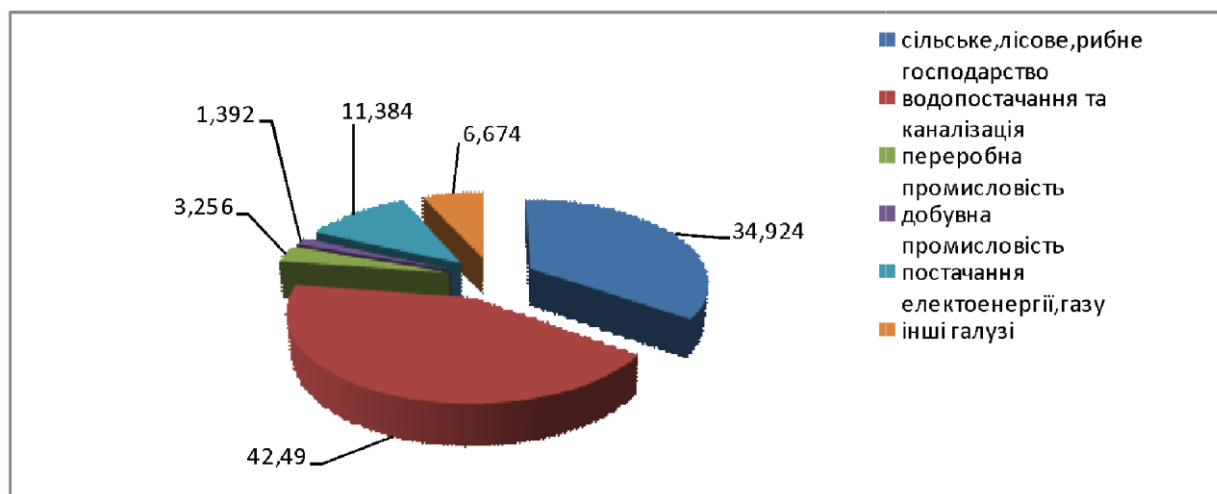


Рисунок 3.3- Забір води по виду діяльності у Вінницькій області, млн м³ [10]

Централізоване водопостачання населених пунктів забезпечують спеціалізовані підприємства водопровідно-каналізаційного господарства. Наприклад, міста Вінниця, Хмільник, Калинівка та Ладижин споживають воду з поверхневих джерел, таких як річка Південний Буг, а населення Козятина – з річки Гнилоп'ять (басейн Дніпра). В інших населених пунктах переважає використання підземних джерел.

У 2020 році підприємства водопроводу та каналізації забезпечили 42,5 млн м³ забору води, з яких 19 % припадало на підземні джерела. З цього обсягу використано 28,3 млн м³ (36 %), тоді як сільське, лісове та рибне господарство спожили 29,7 млн м³ (37 %), а підприємства постачання електроенергії – 12 % (9,6 млн м³). Інші галузі використали менші обсяги: переробна промисловість – 6 % (4,8 млн м³), добувна промисловість – 1 % (0,4 млн м³), підприємства інших видів діяльності – 8 % (6,5 млн м³) (рис. 3.4).

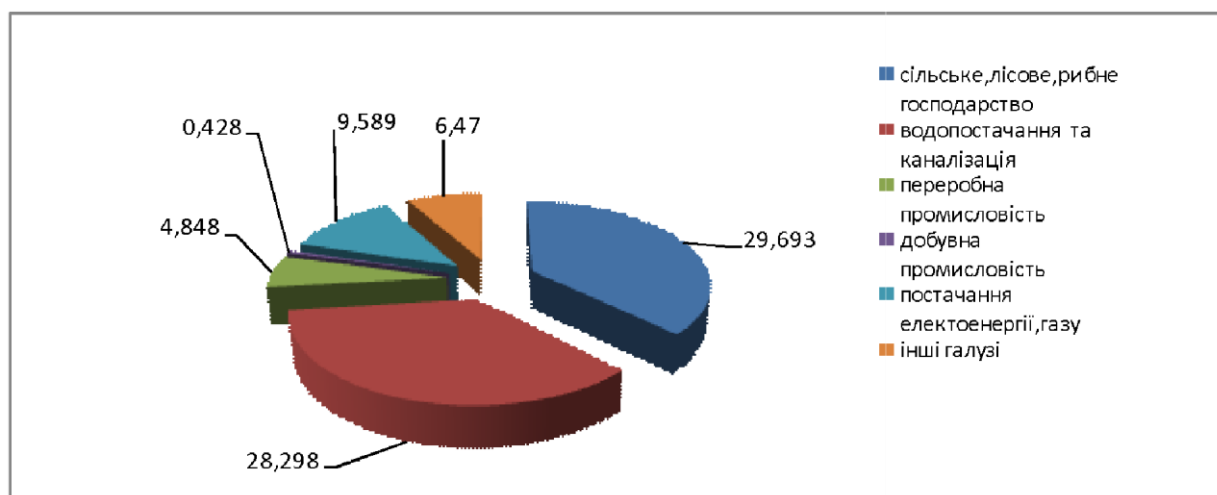


Рисунок 3.4–Використання води по виду діяльності у Вінницькій області, млн м³ [10]

“Найбільшими споживачами води серед регіонів є місто Вінниця (30 % від загального обсягу використання), місто Ладизин (20 %) та Калинівський район (8 %). Серед підприємств найбільше води споживає КП «Вінницяоблводоканал» (30 %), ПАТ «ДТЕК Західенерго» ВП Ладизинська ТЕС (20 %) та ТОВ «Вінницька птахофабрика» (8 %)»[10].

Загалом, у 2020 році забір води зменшився на 6 %, а її використання – на 9 % порівняно з 2019 роком. Зниження обсягів споживання, особливо у сільському господарстві, становило 15 %. Проблемними питаннями залишаються залежність значної частини міського населення від ефективності роботи очисних споруд та водопостачання, високі втрати води й нерівномірне охоплення населення послугами водопостачання [10,11].

4. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ГРАНИЧНИХ МАКСИМУМІВ СХИЛОВОГО ПРИТОКУ

Розрахувати граничні значення максимального стоку водопілля дозволяє операторна модель, в основу якої покладена теорія руслових ізохрон. За цією схемою формування максимального стоку розглядається у вигляді двооператорної моделі трансформації опадів в русловий стік [12,13,14]”...Перший оператор (стік схилу) описується характеристиками підстильної поверхні схилів, а другий – трансформацією схилового припливу річковою мережею (через час руслового добігання, заплавне для русла регулювання і під впливом озер, водосховищ і ставків проточного типу)”. Блок-схема трансформації опадів в русловий стік показана на рис. 4.1

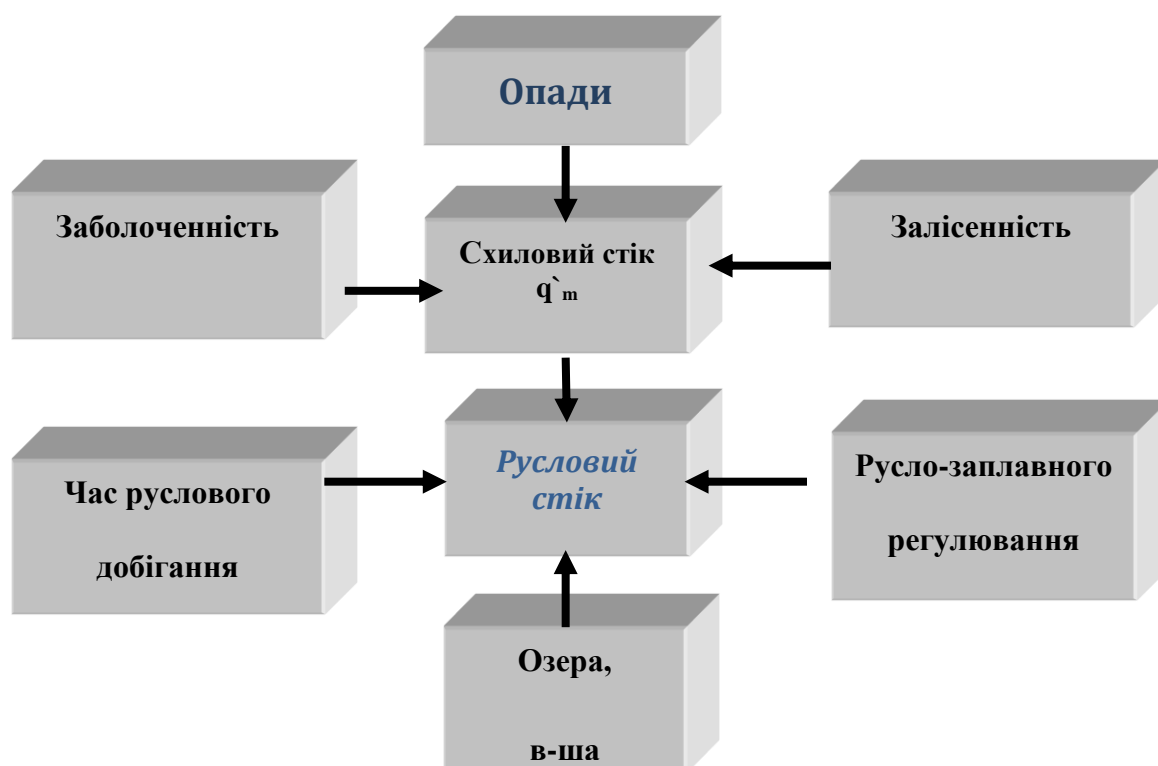


Рисунок 4.1 – Блок-схема трансформації опадів у русловий стік[13].

В чисельних роботах проф. Гопченка Є.Д. з 16учнями [12-15] показано, що “...розрахункове рівняння для визначення максимального стоку в цьому випадку має вигляд:

$$q_m = q'_m \Psi(t_p / T_0) \varepsilon_F r \lambda_p, \quad (4.1)$$

де r – коефіцієнт регулювання максимального стоку озерами, водосховищами і ставками,

λ_p – коефіцієнт забезпеченості;

ε_F – коефіцієнт русло-заплавного регулювання;

q'_m – максимальний модуль схилового припливу, який відображає взаємозв'язок між собою характеристик гідрографів схилового припливу, описується рівнянням вигляду:

$$q'_m = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_m; \quad (4.2)$$

де Y_m – загальний шар припливу;

T_0 – тривалість схилового припливу;

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

$\Psi(t_p/T_0)$ – трансформаційна функція

а) при $t_p < T_0$

$$\Psi(t_p / T_0) = 1 - \frac{m+1}{(n+1)(m+n+1)} \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^n, \quad (4.3)$$

б) при $t_p \geq T_0$

$$\Psi(t_p / T_0) = \frac{n}{n+1} \frac{T_0}{t_p} \left[\frac{m+1}{m} - \frac{n+1}{m(m+n+1)} \left(\frac{T_0}{t_p} \right)^m \right], \quad (4.4)$$

де m і n – показники міри в рівняннях кривих припливу та ізохрон, відповідно. З (4.1) і з врахуванням (4.3-4.4) коефіцієнт ε_F дорівнює:

$$\varepsilon_F = \frac{q_m}{\dot{q}_m} / \psi(t_p / T_0). \quad (4.5)$$

Отже задача визначення граничних модулів схилового припливу може бути вирішена за умови розрахунку складових рівняння (4.2)

4.1 Розрахунок складових граничних максимумів припливу води

Розглянемо кожну складову рівняння (4.2) окремо. Визначення шару стоку за період повені не представляє труднощів, оскільки відомості про величини публікуються в спеціальній і довідковій літературі. Для річок Вінницької області зібрані матеріали по стоку (найбільші строкові витрати, та шари стоку за водопілля) за даними 11 водозборів; проведена стандартна статистична обробка рядів, після чого досліджувався можливий вплив місцевих чинників на отримані величини.

4.1.1. Статистична обробка часових рядів максимальних витрат води

Статистична обробка часових рядів максимальних витрат води проводилась за методами моментів та найбільшої вірогідності, які рекомендовані в нормативній гідрологічній літературі [16].

Середні значення найбільших строкових витрат води, коефіцієнти варіації C_v і асиметрії C_s , а також коефіцієнт автокореляції R_l приведені в табл. 4.1.

Як показано у табл.4.1, максимальне значення витрат води відмічено в пункті 2 (р.Південний Буг – с.Лелітка) і складає 102 м³/с. Найменша строкова витрата весняного водопілля 4,20 м³/с – на посту 9 (р.Мурафа – с.Кудіївці).

Визначені за методом моментів значення коефіцієнтів варіації C_v змінюються від 0,76 (р.Південний Буг – с.Селище) до 1,49 (р.Соб – с.Зозів), середнє

значення при цьому становить 1,12. Водночас коефіцієнти асиметрії змінюються від 1,31 (р.Південний Буг – с.Тростяничик) до 3,66 (р.Соб – с.Зозів) при їх середньому значенні 2,24.

При використанні методу найбільшої правдоподібності чисельні значення коефіцієнтів варіації C_v змінюються від 0,87 (р.Рів – с.Демидівка) до 1,54 (р.Соб – с.Зозів), середнє значення становить 1,15. Ступінь асиметрії C_s змінюються від 1,21 (р. Рів – с. Демидівка) до 4,44 (р. Південний Буг – с. Лелітка) зі середнім значенням 2,87. Відношення C_s / C_v в середньому дорівнює 2,5.

4.1.2. Статистична обробка часових рядів сумарного шару стоку за водопілля

Статистична обробка часових рядів сумарного шару стоку за водопілля виконана аналогічно з максимальними витратами води.

Аналізуючи результати розрахунків по шарах стоку за водопілля, які представлені в табл. 4.2, можна сказати, що найбільше середнє значення шару стоку за повінь спостерігається в пункті 2 (р.Південний Буг – с.Лелітка) і становить 36,2 мм. Найменший шар стоку за період весняного водопілля 16,9 мм – на посту 8 (р.Лядова – с.Жеребилівка).

Розраховані за формулами методу моментів коефіцієнти варіації C_v варіюють від 0,54 (р.Південний Буг – с.Селище) до 1,12 (р.Мурафа – с.Кудіївці), медіанне значення знаходиться на рівні 0,76. Коефіцієнти асиметрії змінюються в діапазоні від 0,90 (р.Гуйва – с.Городківка) до 2,45 (р.Мурафа – с.Кудіївці), середнє значення при цьому дорівнює 1,37.

При розрахунках за методом найбільшої правдоподібності визначені коефіцієнти варіації C_v коливаються практично в тому же що й для методу моментів діапазоні при середньому значенні 0,77. Коефіцієнти асиметрії C_s змінюються від 0,94 (р.Гуйва – с. Городківка) до 3,21 (р.Мурафа – с.Кудіївці) зі середнім значенням 1,59. Середнє співвідношення C_s / C_v дорівнює 2,0.

Таблиця 4.1 – Розрахунок статистичних параметрів найбільших строкових витрат води в період весняного водопілля в межах Вінницької області

№ поста	Річка-пост	F, км ²	n, роки	Q _m , м ³ /с	Метод моментів				Метод найбільшої правдоподібності		
					C _v	C _s	r(1)	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v
1	р. Південний Буг – с. Пирогівці	827	57	14,7	0,98	3,10	0,37	3,1	1,02	4,24	4,2
2	р. Південний Буг – с. Лелітка	4000	77	102	1,27	3,36	0,16	2,6	1,34	4,44	3,3
3	р. Південний Буг – с. Селище	9100	19	77,1	0,76	1,78	0,09	2,3	0,78	2,75	3,5
4	р. Південний Буг – с.Тростяничик	17400	83	339	0,94	1,31	0,30	1,4	0,95	1,40	1,5
5	р. Згар – смт Літин	692	87	21,9	1,06	1,83	0,16	1,7	1,07	2,04	1,9
6	р. Рів – с. Демидівка	1130	95	39,0	0,86	1,16	0,28	1,3	0,87	1,21	1,4
7	р. Соб – с. Зозів	92,5	70	5,58	1,49	3,66	0,27	2,5	1,54	5,11	3,3
8	р. Лядова – с. Жеребилівка	652	50	13,6	1,15	1,96	0,47	1,7	1,18	2,40	2,0
9	р. Мурафа – с. Кудіївці	70	51	4,91	1,34	1,88	0,24	1,4	1,38	2,28	1,7
10	р. Гуйва – с. Городківка	312	76	13,9	1,34	3,08	0,08	2,3	1,37	3,98	2,9
11	р. Рось – с. Круподеринці	618	71	20,9	1,15	1,56	0,37	1,4	1,17	1,74	1,5
Середнє значення				59,3	1,12	2,24	0,25	2,0	1,15	2,87	2,5

Цікаво порівняти коефіцієнти автокореляції для часових рядів максимальних витрат та шарів стоку, як це показано на рис. 4.2. Представлений графік добре ілюструє, що за абсолютними величинами коефіцієнти $r(1)$ в цілому вище для шарів стоку та змінюються в більшому діапазоні.

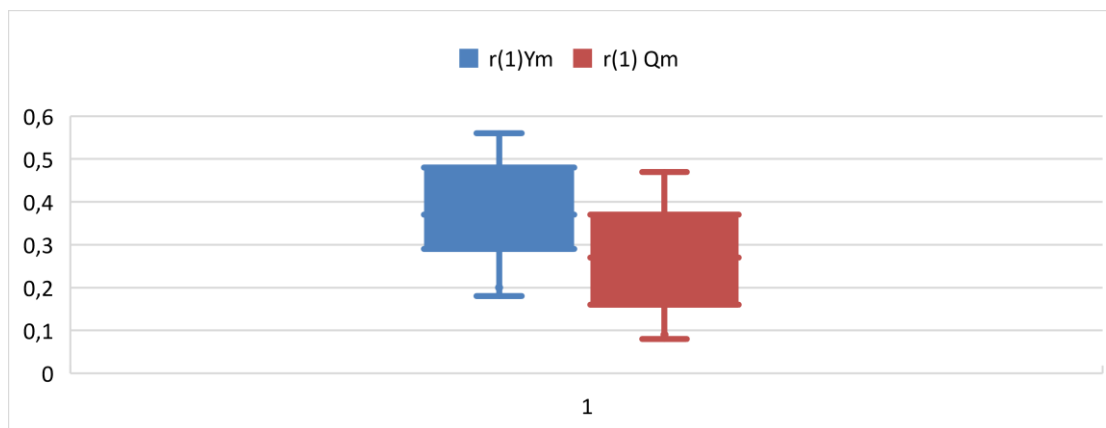


Рисунок 4.2 – Порівняння коефіцієнтів автокореляції для рядів найбільших строкових витрат та шарів стоку водопілля річок в межах Вінницької області

Коефіцієнти варіації, розраховані різними методами, як показано на рис.4.3, мало відрізняються.

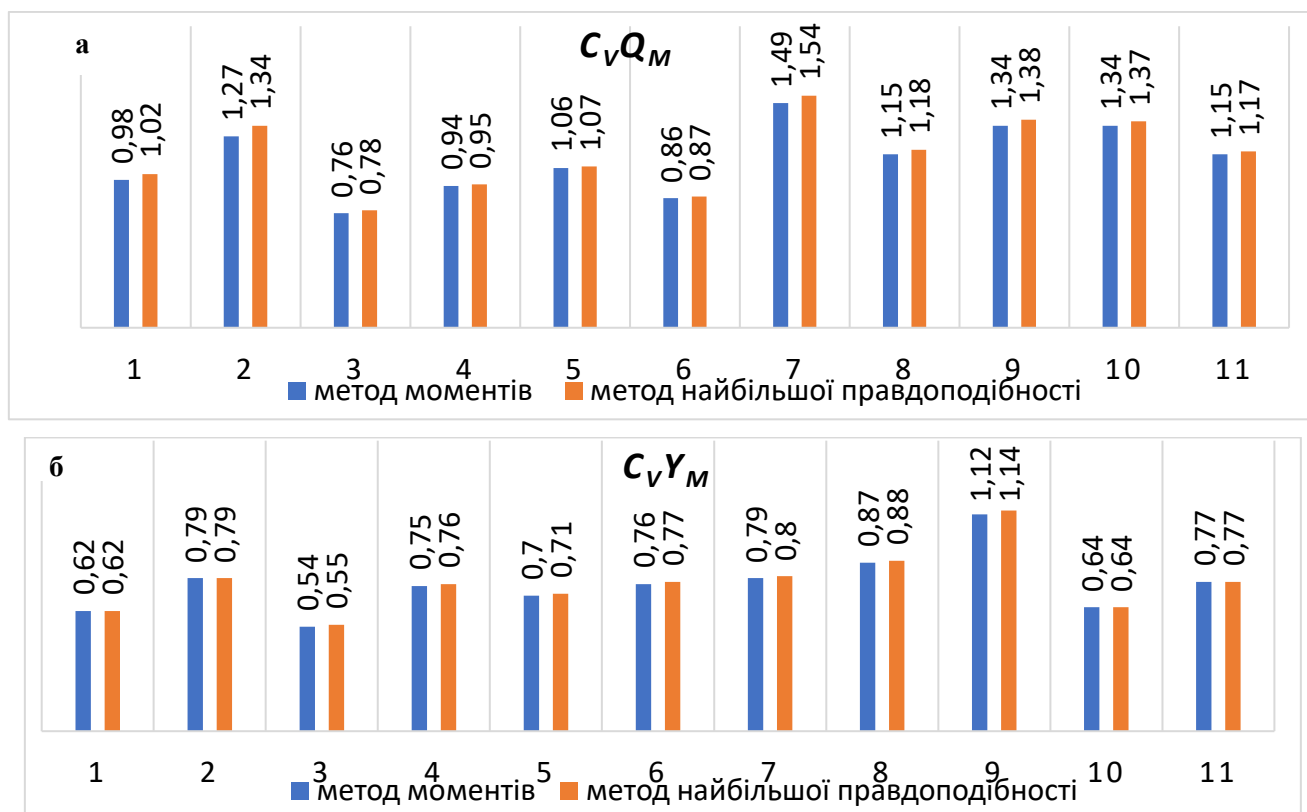


Рисунок 4.3 – Порівняння коефіцієнтів варіації, визначених різними методами для рядів найбільших строкових витрат (а) та шарів стоку водопілля (б).

Таблиця 4.2 – Розрахунок статистичних параметрів сумарного шару стоку за водопілля на річках в межах Вінницької області

№ поста	Річка-пост	F, км ²	n, роки	Y _m , мм	Метод моментів				Метод найбільшої правдоподібності		
					C _v	C _s	r(1)	C _s / C _v	C _v	C _s	C _s / C _v
1	р. Південний Буг – с. Пирогівці	827	57	29,6	0,62	0,96	0,29	1,5	0,62	1,02	1,6
2	р. Південний Буг – с. Лелітка	4000	77	36,2	0,79	1,61	0,37	2,0	0,79	1,78	2,2
3	р. Південний Буг – с. Селище	9100	19	21,9	0,54	1,01	0,18	1,9	0,55	1,26	2,3
4	р. Південний Буг – с.Тростяничик	17400	83	28,8	0,75	1,59	0,45	2,1	0,76	1,74	2,3
5	р. Згар – смт Літин	692	87	35,7	0,70	0,99	0,31	1,4	0,71	1,03	1,5
6	р. Рів – с. Демидівка	1130	95	32,2	0,76	1,30	0,20	1,7	0,77	1,38	1,8
7	р. Соб – с. Зозів	92,5	70	30,7	0,79	1,12	0,48	1,4	0,80	1,19	1,5
8	р. Лядова – с. Жеребилівка	652	50	16,9	0,87	2,17	0,29	2,5	0,88	2,75	3,1
9	р. Мурафа – с. Кудіївці	70	51	33,4	1,12	2,45	0,56	2,2	1,14	3,21	2,8
10	р. Гуйва – с. Городківка	312	76	30,0	0,64	0,90	0,41	1,4	0,64	0,94	1,5
11	р. Рось – с. Круподеринці	618	71	25,8	0,77	1,11	0,49	1,4	0,77	1,17	1,5
Середнє значення				29,2	0,76	1,38	0,37	1,8	0,77	1,59	2,0

4.1.3 Розрахунок максимальних витрат води і шарів стоку весняного водопілля заданої вірогідності перевищення

При наявних значеннях статистичних параметрів \bar{Q}_m , \bar{Y}_m , C_v і C_s величини заданої забезпеченості з використанням біноміальної кривої розподілу Пірсона визначаються по формулах [16]:

$$Q_p = \bar{Q}_m \left[1 + C_v \Phi(P, C_v) \right], \quad (4.6)$$

або

$$Y_p = \bar{Y}_m \left[1 + C_s \Phi(P, C_s) \right]. \quad (4.7)$$

Нормовані ординати розподілу Пірсона III типу наведені в таблиці [16].

Відповідно до трьохпараметричного гамма-розподілу:

$$Q_p = k_p \bar{Q}_m, \quad (4.8)$$

або

$$Y_p = k_p \bar{Y}_m, \quad (4.9)$$

де k_p – модульні коефіцієнти, які обирають в залежності від відношення C_s/C_v . У нашому випадку відношення C_s/C_v складає 2,0, як для витрат води, так й для шарів стоку за водопілля.

По формулах (4.8) і (4.9) визначені найбільші строкові витрати і шари стоку весняного водопілля заданої забезпеченості (табл.4.3 – 4.4). Аналіз отриманих величин показує, що найбільші значення витрат відповідають 1%-ій забезпеченості, найменші – на відповідні величини 10%-ї забезпеченості.

Таблиця 4.3 – Розрахункові величини максимальних витрат води весняного водопілля різної забезпеченості на річках Вінницької області (при $C_s=2,0 C_v$)

№ п/п	Річка – пост	$F, \text{ км}^2$	$n,$ роки	$Q_m,$ $\text{м}^3/\text{с}$	C_v	$k_{1\%}$	$k_{3\%}$	$k_{5\%}$	$k_{10\%}$	$Q_{1\%},$ $\text{м}^3/\text{с}$	$Q_{3\%},$ $\text{м}^3/\text{с}$	$Q_{5\%},$ $\text{м}^3/\text{с}$	$Q_{10\%},$ $\text{м}^3/\text{с}$
1.	р. Південний Буг – с.Пирогівці	827	57	14,7	0,98	4,75	3,46	2,9	2,2	69,8	50,9	42,6	32,3
2.	р. Південний Буг – с.Лелітка	4000	77	102	1,27	5,99	4,33	3,54	2,55	611	442	361	260
3.	р. Південний Буг – с.Селище	9100	19	77,1	0,76	3,84	2,43	2,15	1,8	296	187	166	139
4.	р. Південний Буг – с.Тростянчик	17400	83	339	0,94	4,33	3,33	2,87	2,23	1468	1129	973	756
5.	р. Згар – смт Літин	692	87	21,9	1,06	5,32	3,72	3,05	2,23	117	81,5	66,8	48,8
6.	р. Рів – с. Демидівка	1130	95	39	0,86	3,9	3,05	2,63	2,08	152	119,0	102,6	81,12
7.	р. Соб – с. Зозів	92,5	70	5,58	1,49	7,03	4,95	3,94	2,69	39,2	27,6	22,0	15,0
8.	р. Лядова – с. Жеребилівка	652	50	13,6	1,15	5,29	3,96	3,31	2,45	71,9	53,9	45,0	33,3
9.	р. Мурафа – с. Кудіївці	70	51	4,91	1,34	6,23	4,54	3,68	2,59	30,6	22,3	18,1	12,7
10.	р. Гуйва – с. Городківка	312	76	13,9	1,34	6,23	4,54	3,68	2,59	86,6	63,1	51,2	36,0
11.	р. Рось – с. Круподеринці	618	71	20,9	1,15	5,29	3,96	3,31	2,45	111	82,8	69,2	51,2

Таблиця 4.4 - Розрахункові величини шарів стоку весняного водопілля забезпеченістю $P = 1\%$ на річках Вінницької області (при $C_s = 2,0 C_v$)

№ п/п	Річка – пост	F , км ²	Y_m , мм	C_v	$k_{1\%}$	$Y_{1\%}$, мм
1.	р. Південний Буг – с.Пирогівці	827	29,6	0,62	2,97	87,9
2.	р. Південний Буг – с.Лелітка	4000	36,2	0,79	3,67	133
3.	р. Південний Буг – с.Селище	9100	21,9	0,54	2,66	58,3
4.	р. Південний Буг – с.Тростяничик	17400	28,78	0,75	3,5	101
5.	р. Згар – смт Літин	692	35,7	0,7	3,29	117
6.	р. Рів – с. Демидівка	1130	32,2	0,76	3,54	114
7.	р. Соб – с. Зозів	92,5	30,7	0,79	3,67	113
8.	р. Лядова – с.Жеребилівка	652	16,9	0,87	4,02	67,9
9.	р. Мурафа – с. Кудіївці	70	33,4	1,12	5,15	172
10.	р. Гуйва – с. Городківка	312	30	0,64	3,05	91,5
11.	р. Рось – с.Круподеринці	618	25,8	0,77	3,58	92,4

4.1.4 Оцінка точності вихідної інформації по максимальному стоку весняного водопілля

Для того щоб об'єктивно оцінити точність розрахунків максимальних витрат води з різною вірогідністю перевищення, необхідно обчислити їх середню квадратичну помилку. Ця величина визначається для квантилів, обчислених за допомогою кривої Пірсона III типу, на основі двох перших вибірових статистичних моментів і заданого співвідношення між коефіцієнтами асиметрії та варіації. Розрахунок проводиться за методикою, розробленою Г.А. Алексєєвим [16].

$$\sigma_{Q_{1\%}} = \frac{100}{Q_{P_{1\%}}} \sqrt{\left(1 + C_v \Phi_{P_{1\%}}\right)^2 \frac{C_v^2 \bar{Q}_m^2}{n} + \left(\Phi_{P_{1\%}} + C_s \frac{d\Phi_P}{dC_s}\right) \times \bar{Q}_m^2 C_v^2 \left(\frac{C_v^2}{n} + \frac{1 + 0,75C_s^2}{2n} - \frac{C_s}{C_v}\right)}, \quad (4.10)$$

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

може бути обчислена за формулою:

$$\frac{d\Phi_p}{dC_s} \cong \frac{\Phi(P, C_s + \Delta C_s) - \Phi(P, C_s)}{\Delta C_s} \quad (4.11)$$

за допомогою сусідніх значень $\Phi(P, C_s)$ і $\Phi(P, C_s + \Delta C_s)$ в таблиці нормованих квантилів кривої Пірсона III типу [16].

С.М. Крицький та М.Ф. Менкель [16] розробили номограми для визначення відносної стандартної помилки квантилів трьохпараметричного гамма-розподілу

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

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

$$\frac{\sigma_{Q_p}}{Q_p} = \frac{E_\sigma}{\sqrt{n}} 100. \quad (4.12)$$

Для річок Вінницької області за рівнянням (4.12) розраховані середньоквадратичні помилки 1% -го квантиля $Q_{1\%}$ (табл. 4.5).

Як видно з табл. 4.5, середньоквадратичні похибки варіюють в діапазоні від 11,7 % до 28,4 %. Недостатня тривалість років спостережень закономірно призводить до збільшення значень помилок визначення максимальних витрат води 1%-ої ймовірності перевищення; середня точність розрахунку цих квантилів становить 16,9 %.

Таблиця 4.5 - Розрахунки середньоквадратичних похибок максимальних витрат води річок Вінницької області забезпеченістю $P=1\%$ ($C_s / C_v=2,0$)

№ п/п	Річка – пост	F , км ²	$Q_{1\%}$, м ³ /с	n , роки	C_v	E_σ	$\sigma_{Q_{1\%}}$
1.	р. Південний Буг – с.Пирогівці	827	69,8	57	0,98	1,18	15,6
2.	р. Південний Буг – с.Лелітка	4000	611	77	1,27	1,34	15,3
3.	р. Південний Буг – с.Селище	9100	296	19	0,76	1,24	28,4
4.	р. Південний Буг – с.Тростянчик	17400	1468	83	0,94	1,2	13,2
5.	р. Згар – смт Літин	692	117	87	1,06	1,28	13,7
6.	р. Рів – с. Демидівка	1130	152	95	0,86	1,14	11,7
7.	р. Соб – с. Зозів	92,5	39,2	70	1,49	1,44	17,2
8.	р. Лядова – с.Жеребилівка	652	71,9	50	1,15	1,3	18,4
9.	р. Мурафа – с. Кудіївці	70	30,6	51	1,34	1,45	20,3
10.	р. Гуйва – с. Городківка	312	86,6	76	1,34	1,45	16,6
11.	р. Рось – с.Круподеринці	618	111	71	1,15	1,3	15,4
Середнє значення $\pm 16,9\%$							

4.2 Визначення характеристик схилового припливу

Безпосередньо до характеристик схилового припливу відносяться **тривалість припливу** води зі схилів в руслову мережу T_0 і **коефіцієнта нерівномірності схилового припливу** $(n+1)/n$. Як показано в роботах [13-15] "... проблема полягає в тому, що безпосередній вимір схилової водовіддачі на сучасному етапі досліджень практично не проводиться. Проте, можливе рішення зворотної задачі шляхом ретрансформації руслового гідрографу або в результаті чисельного визначення невідомих параметрів".

У даному дослідженні використаний метод, який запропонований у роботі [14] для визначення $(n+1)/n$ через елементи руслового гідрографу, зокрема, через коефіцієнт нерівномірності руслового стоку $(m_1+1)/m_1$, верхнє граничне значення якого при $F \Rightarrow 0$ представляє собою шуканий параметр нерівномірності схилового

гідрографу $(n+1)/n$.

Для річок Вінницької області коефіцієнти $(m_1 + 1)/m_1$ змінюються в достатньо широкому діапазоні – від 1,74 до 7,3 (табл. 4.6). За даними табл. 4.6 побудована залежність, яка дозволяє досить просто екстраполювати її на вісь ординат з метою встановлення $(n+1)/n$ (рис.3.2). Для річок Вінницької області можна прийняти $(n+1)/n = 12,94$, звідки $n=0,084$.

Таблиця 4.6– Визначення коефіцієнтів часової нерівномірності руслового стоку весняного водопілля на річках Вінницької області

№ п/п	Річка – пост	$F, \text{ км}^2$	$\bar{Q}_m,$ $\text{ м}^3/\text{ с}$	$\bar{Y}_m,$ мм	$\bar{T}_n,$ діб	$\frac{m_1 + 1}{m_1}$	$\lg(F + 1)$
1.	р. Південний Буг – с.Пирогівці	827	14,7	29,6	41	2,11	2,92
2.	р. Південний Буг – с.Лелітка	4000	102	36,2	50	3,06	3,60
3.	р. Південний Буг – с.Селище	9100	77,1	21,9	52	1,74	3,96
4.	р. Південний Буг – с.Тростянчик	17400	339	28,78	68	3,98	4,24
5.	р. Згар – смт Літин	692	21,9	35,7	50	3,83	2,84
6.	р. Рів – с. Демидівка	1130	39	32,2	45	4,17	3,05
7.	р. Соб – с. Зозів	92,5	5,58	30,7	43	7,30	1,97
8.	р. Лядова – с. Жеребилівка	652	13,6	16,9	36	3,84	2,81
9.	р. Мурафа – с. Кудіївці	70	4,91	33,4	35	6,35	1,85
10.	р. Гуйва – с. Городківка	312	13,9	30	42	5,39	2,50
11.	р. Рось – с. Круподеринці	618	20,9	25,8	42	4,76	2,79

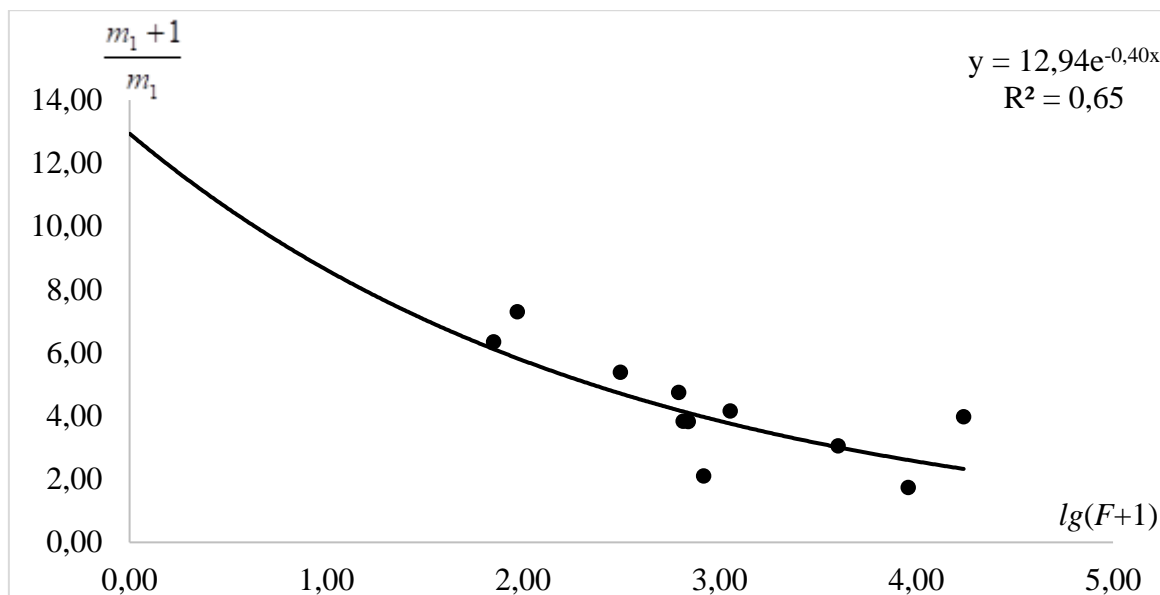


Рисунок 4.4 – Залежність коефіцієнтів часової нерівномірності весняного водопілля від площі водозборів річок Вінницької області

Остання характеристика схилового припливу – його тривалість T_0 . При побудові формул максимального стоку найбільші труднощі пов'язані з визначенням саме цього параметра. Фізичний зміст T_0 визначений досить чітко – це основа гідрографів схилів. Проте, через практичну відсутність мережі воднобалансових станцій і високу варіацію T_0 за територією використання такого прийомом не розповсюджено. Тому заслуговує на увагу спосіб чисельного визначення тривалості в рамках формули А.Н. Бефані, запропонований Е.Д. Гопченко [16] “...Базові рівняння для розрахунку T_0 мають вигляд:

а) при $t_p < T_0$

$$T_0 = \left(\frac{\varepsilon_F Y_m}{n q_m} \right)^{\frac{n+1}{n}} \left[(n+1) T_0 - \frac{m+1}{n+m+1} t_p^n \right]^{\frac{1}{n+1}}; \quad (4.13)$$

б) при $t_p \geq T_0$

$$T_0 = \left[\left(\frac{m+n+1}{n+1} - \frac{q_m}{Y_m \varepsilon_F} t_p \right) \frac{m(n+m+1)}{n+1} t_p^m \right]^{\frac{1}{m}}, \quad (4.14)$$

де q_m – максимальний модуль стоку за водопілля;

t_p – час руслового добігання;

ε_F – коефіцієнт русло-заплавного водообміну та регулювання;

m – показник степені в рівнянні кривої ізохрон”.

Для розрахунку T_0 чисельним методом на кафедрі гідрології суші ОДЕКУ/ОНУ розроблена комп'ютерна програма, за допомогою якої розрахункові значення шуканої величини T_0 отримано для 10 водозборів за двома наближеннями. Усі етапи розрахунків представлені у таблицях 4.7 – 4.9 та на рисунках 4.5 – 4.7.

На першому етапі значення T_0 визначались при заданому коефіцієнті русло-заплавного регулювання та водообміну $\varepsilon_F = 1,0$. Надалі за допомогою рис. 4.5, обирається середнє по району значення тривалості припливу, в нашому випадку це 219 год. За відомого осередненого значення розраховують значення ε_F та узагальнюються в залежності від площі водозборів (рис. 4.6). Таким чином, в процесі розрахунку T_0 ми отримали розрахункове рівняння для визначення коефіцієнтів русло-заплавного водообміну ε_F :

$$\varepsilon_F = e^{-0,351 \lg(F+1)}, \quad (r = 0,52). \quad (4.15)$$

Наступним етапом є визначення T_0 при розрахункових значеннях ε_F (табл. 4.9), отримані значення є остаточними. Для річок Вінницької області значення T_0 змінюються від 136 до 404 год.

Визначені чисельним методом величини T_0 будуть надалі використані при визначенні граничних модулів схилового припливу.

Таблиця 4.7 – Розрахунок T_0 с t_p по програмі Сагуар при
 $a = 1,33$ $\alpha = 0,11$ $\beta = 0,35$ $n = 0,084$ $m = 1$

№ п/п	Річка - пост	F , км ²	L , км	I , ‰	\bar{Y} , мм	\bar{q} , м ³ /с·км ²	ε_F	t_p , ГОД	$\lg(F+1)$	T_0 , ГОД	V_0 , км/ГОД
1.	р. Південний Буг – с.Пирогівці	827	76	0,6	87,9	0,08	1	32,6	2,92	1406	2,33
2.	р. Південний Буг – с.Лелітка	4000	152	0,3	132,9	0,15	1	69,9	3,6	913	2,17
3.	р. Південний Буг – с.Тростянчик	17400	436	0,3	100,7	0,08	1	171	4,24	1104	2,55
4.	р. Згар – смт Літин	692	59	0,7	117,5	0,17	1	24,5	2,84	843	2,41
5.	р. Рів – с. Демидівка	1130	97	0,7	114	0,13	1	38,1	3,05	1033	2,54
6.	р. Соб – с. Зозів	92,5	13	2,9	112,7	0,42	1	4,09	1,97	365	3,18
7.	р. Лядова – с. Жеребилівка	652	73	2,8	67,9	0,11	1	18,8	2,81	767	3,89
8.	р. Мурафа – с. Кудіївці	70	13	4,7	172	0,44	1	3,56	1,85	579	3,65
9.	р. Гуйва – с. Городківка	312	36	1,9	91,5	0,28	1	11,5	2,5	404	3,13
10.	р. Рось – с. Круподеринці	618	38	1,8	92,4	0,18	1	11,5	2,79	670	3,31

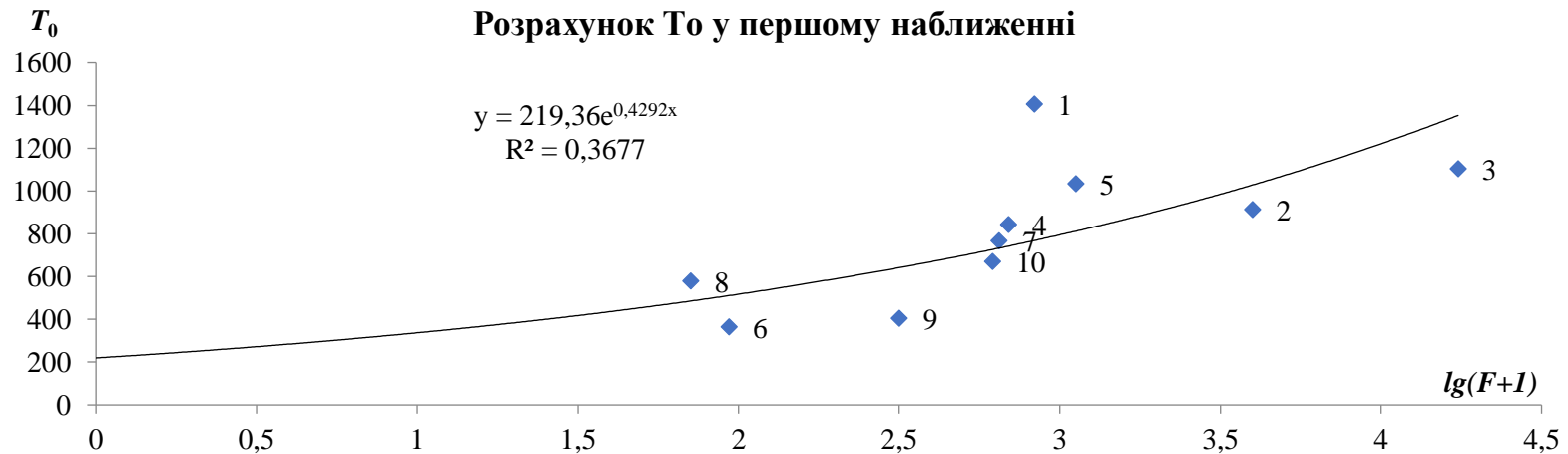
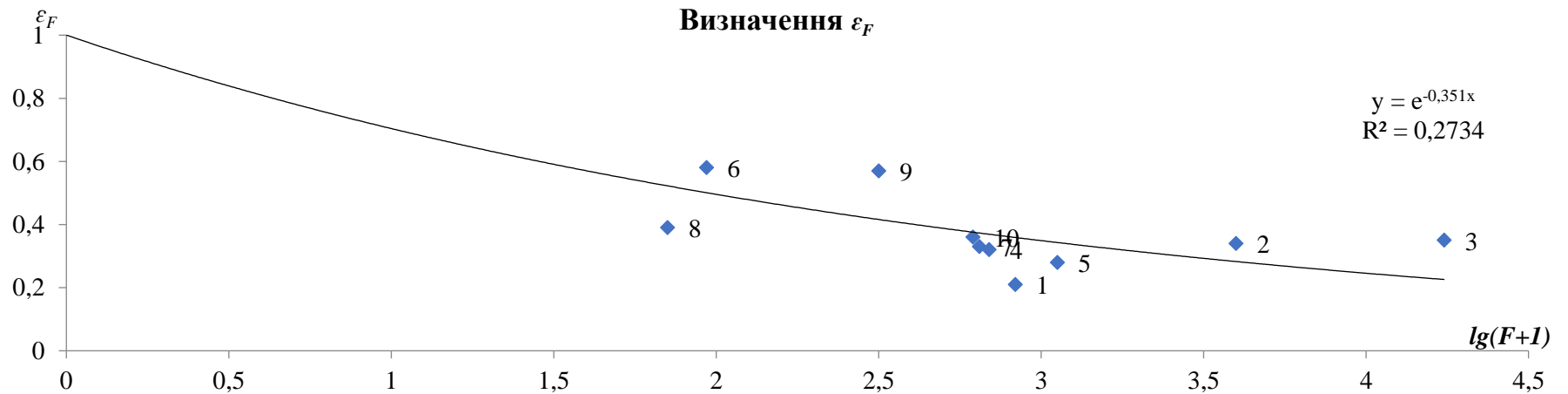


Рисунок 4.5 - Залежність T_0 від площі водозборів річок Вінницької області

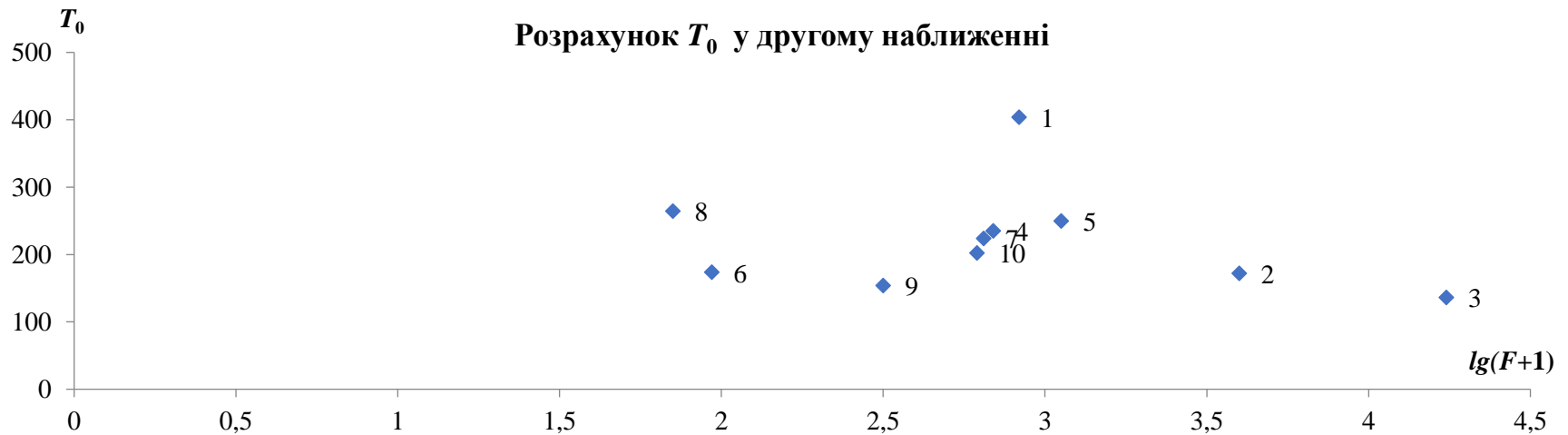
Таблиця 4.8 – Розрахунок ε_F по програмі Сагуар при $T_0 = 219$ $n = 0,084$

№ п/п	Річка - пост	F , км ²	\bar{Y} , мм	\bar{q} , м ³ /с·км ²	t_p , год	m	$T_0 <> t_p$	$lg(F+1)$	ε_F	ε_F з графіка
1.	р. Південний Буг – с.Пирогівці	827	87,9	0,08	32,63	1	>	2,92	0,21	0,36
2.	р. Південний Буг – с.Лелітка	4000	132,9	0,15	69,95	1	>	3,6	0,34	0,28
3.	р. Південний Буг – с.Тростянич	17400	100,7	0,08	170,58	1	>	4,24	0,35	0,23
4.	р. Згар – смт Літин	692	117,5	0,17	24,48	1	>	2,84	0,32	0,37
5.	р. Рів – с. Демидівка	1130	114	0,13	38,13	1	>	3,05	0,28	0,34
6.	р. Соб – с. Зозів	92,5	112,7	0,42	4,09	1	>	1,97	0,58	0,50
7.	р. Лядова – с. Жеребилівка	652	67,9	0,11	18,77	1	>	2,81	0,33	0,37
8.	р. Мурафа – с. Кудіївці	70	172	0,44	3,56	1	>	1,85	0,39	0,52
9.	р. Гуйва – с. Городківка	312	91,5	0,28	11,5	1	>	2,5	0,57	0,42
10.	р. Рось – с. Круподеринці	618	92,4	0,18	11,47	1	>	2,79	0,36	0,38

Рисунок 4.6 - Залежність коефіцієнта ε_F від площі водозборів річок Вінницької області

Таблиця 4.9 – Розрахунок T_0 у другому наближенні по програмі Сагуар при $m = 1$, $n = 0,084$

№ п/п	Річка - пост	F , км ²	\bar{Y} , мм	\bar{q} , м ³ /с·км ²	ε_F	t_p , ГОД	$lg(F+1)$	T_0 , ГОД
1.	р. Південний Буг – с.Пирогівці	827	87,9	0,08	0,36	32,6	2,92	404
2.	р. Південний Буг – с.Лелітка	4000	132,9	0,15	0,28	69,9	3,6	172
3.	р. Південний Буг – с.Тростянчик	17400	100,7	0,08	0,23	170	4,24	136
4.	р. Згар – смт Літин	692	117,5	0,17	0,37	24,5	2,84	235
5.	р. Рів – с. Демидівка	1130	114	0,13	0,35	38,1	3,05	250
6.	р. Соб – с. Зозів	92,5	112,7	0,42	0,49	4,09	1,97	174
7.	р. Лядова – с. Жеребилівка	652	67,9	0,11	0,37	18,8	2,81	224
8.	р. Мурафа – с. Кудіївці	70	172	0,44	0,52	3,56	1,85	264
9.	р. Гуйва – с. Городківка	312	91,5	0,28	0,42	11,5	2,50	154
10.	р. Рось – с. Круподеринці	618	92,4	0,18	0,36	11,5	2,79	202

Рисунок 4.7 – Зміна T_0 у другому наближенні від площі водозборів річок Вінницької області

4.3 Граничні модулі схилового припливу на річках Вінницької області

Як показано у попередніх пунктах, визначені всі складові вихідного виразу (4.2) за якими можна отримати розрахункові значення максимальних модулів схилового припливу q'_m . Результати розрахунків представлені в табл. 4.10. Для річок Вінницької області $q'_{1\%}$ коливаються в широких межах – від 0,79 м³/с·км² (р.Південний Буг – с.Пирогівці) до 2,79 м³/с·км² (р.Південний Буг – с.Лелітка). Отримані розрахункові величини $q'_{1\%}$ були перевірені на факторну обумовленість, зокрема побудовані залежності цієї величини від широти (рис. 4.8) та висоти водозборів (рис. 4.9), а також від залісеності (рис. 4.10). Як добре ілюструють ці рисунки, значуща залежність спостерігається лише від висоти водозборів. З метою подальшого узагальнення, значення $q'_{1\%}$ приведені до умовної висоти 300 м (табл. 4.11), після чого знову побудована залежність від широти центрів тяжіння водозборів (рис. 4.11).

Таблиця 4.10 – Максимальні модулі схилового припливу в період весняного водопілля на річках Вінницької області $\frac{n+1}{n} = 12,9$

№ п/п	Річка-пост	F, км ²	Y _{1%} , мм	T ₀ , год	q' _{1%} , м ³ /с·км ²	φ°, пн.ш.
1.	р.Південний Буг – с.Пирогівці	827	87,9	403,8	0,79	49,49
2.	р. Південний Буг – с.Лелітка	4000	132,9	172,0	2,79	49,44
3.	р.Південний Буг – с.Тростянич	17400	100,7	136,6	2,66	49,12
4.	р.Згар – смт Літин	692	117,5	235,1	1,80	49,28
5.	р.Рів – с. Демидівка	1130	114,0	250,0	1,65	49,12
6.	р.Соб – с. Зозів	92,5	112,7	173,8	2,34	49,33
7.	р.Лядова – с. Жеребилівка	652	67,9	224,2	1,09	48,83
8.	р.Мурафа – с. Кудіївці	70	172,0	264,6	2,35	49,01
9.	р.Гуйва – с. Городківка	312	91,5	153,9	2,15	49,81
10.	р. Рось – с. Круподеринці	618	92,4	202,6	1,65	49,50

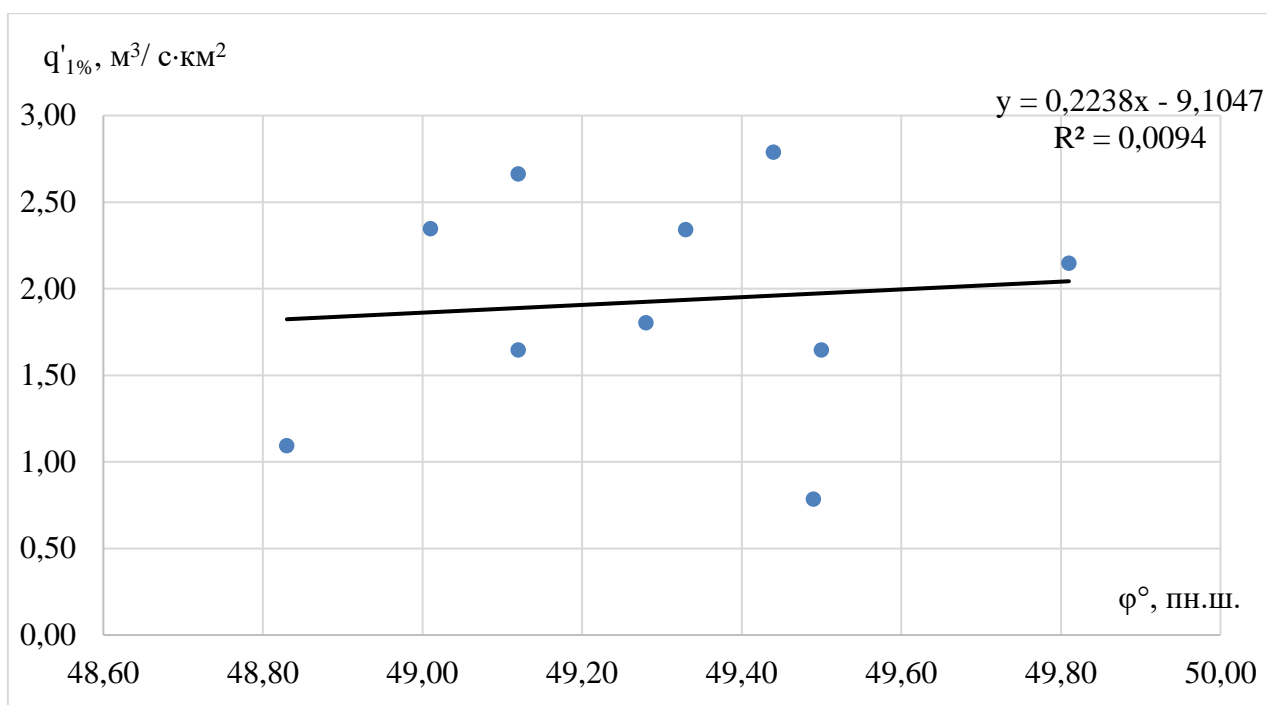


Рисунок 4.8 – Зміна $q'_{1\%}$ від центрів тяжіння водозборів річок Вінницької області

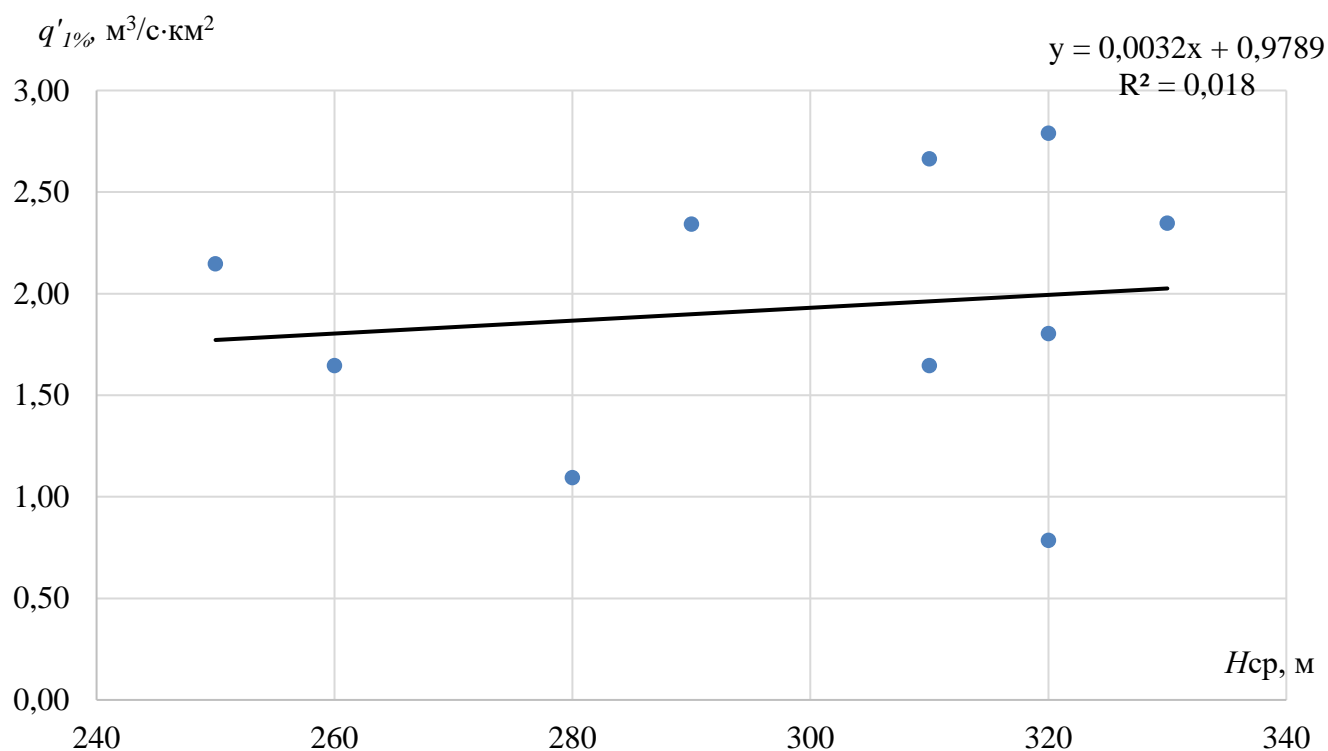


Рисунок 4.9 – Залежність $q'_{1\%}$ від висоти водозборів річок Вінницької області

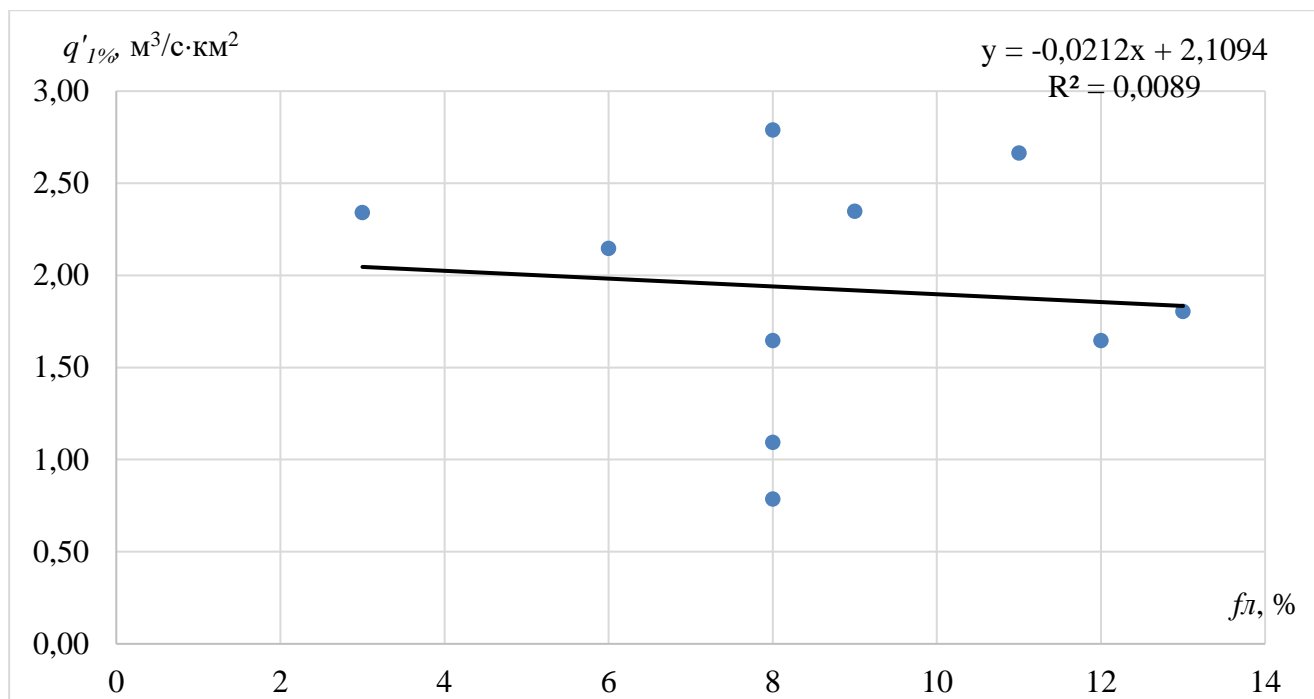


Рисунок 4.10 – Зміна $q'_{1\%}$ від залісеності водозборів річок Вінницької області

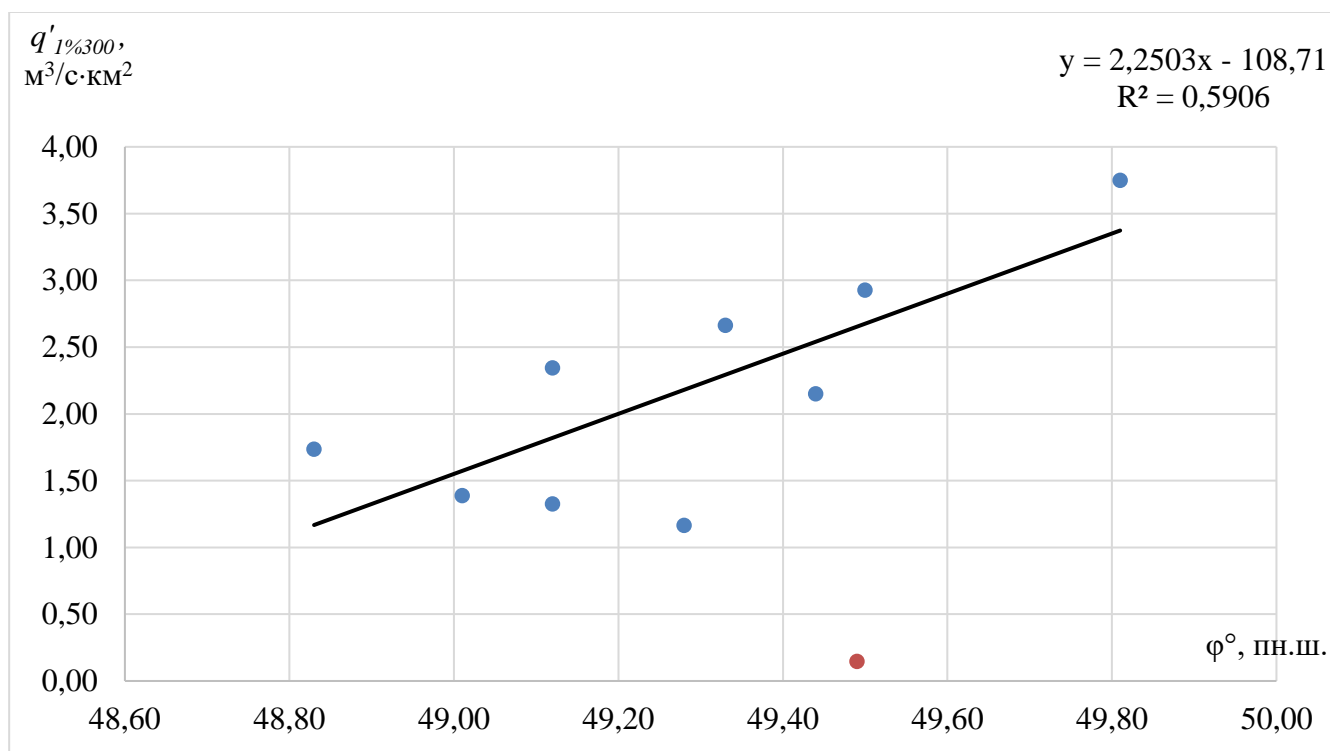


Рисунок 4.11 – Залежність $q'_{1\%300}$ від центрів тяжіння водозборів річок Вінницької області

Таблиця 4.11 – Розрахунок приведених до умовної висоти водозбору граничних модулів схилового припливу

№ п/п	Річка - пост	F , км ²	T_0 , ГОД	$Y_{1\%}$, мм	$q'_{1\%}$, м ³ /с·км ²	φ^0 , ПН. Ш.	f_l , %	H_{cp} , м	$q'_{1\%300}$, м ³ /с·км ²
1.	р. Південний Буг – с.Пирогівці	827	404	87,9	0,79	49,5	8	320	0,15
2.	р. Південний Буг – с.Лелітка	4000	172	133	2,79	49,4	8	320	2,15
3.	р. Південний Буг – с.Тростянчик	1740 0	137	101	2,66	49,1	11	310	2,34
4.	р. Згар – смт Літин	692	235	118	1,80	49,3	13	320	1,16
5.	р. Рів – с. Демидівка	1130	250	114	1,65	49,1	12	310	1,33
6.	р. Соб – с.Зозів	92,5	174	113	2,34	49,3	3	290	2,66
7.	р. Лядова – с.Жеребилівка	652	224	67,9	1,09	48,8	8	280	1,73
8.	р. Мурафа – с.Кудіївці	70	265	172	2,35	49,0	9	330	1,39
9.	р. Гуйва – с.Городківка	312	154	91,5	2,15	49,8	6	250	3,75
10.	р. Рось – с.Круподеринці	618	203	92,4	1,65	49,5	8	260	2,93

Як добре ілюструє рис.4.11, після виключення впливу висоти водозборів залежність від широти центрів тяжіння чітко прослідковується та характеризується значущим коефіцієнтом кореляції ($r=0,77$), що може бути підставою для картування цієї величини. Виключення становить лише водозбір р. Південний Буг – с. Пирогівці, де проявляється вплив карсту.

Просторовий розподіл граничних модулів схилового припливу в межах Вінницької області представлений на рис.4.12. Аналізуючи побудовану карту, можна відмітити найбільші значення $q'_{1\%300}$ спостерігаються на півночі досліджуваної території на річках басейну Дніпра, у верхів'ях Південного Бугу проявляється вплив карсту і значення граничних модулів тут мінімальні.

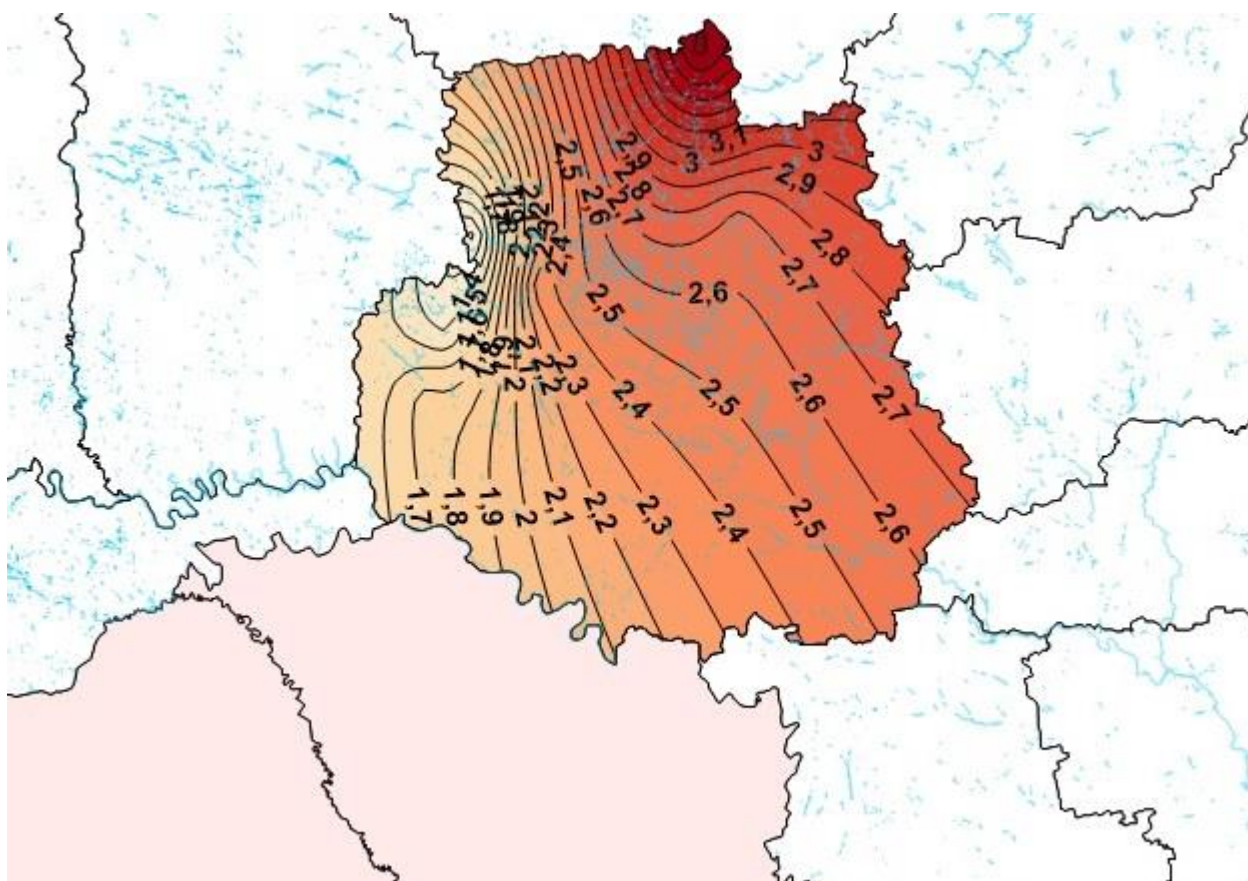


Рисунок 4.12 – Карта-схема розподілу $q'_{1\%300}$ на водозборах річок Вінницької області

5. РЕГІОНАЛЬНА МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ НА РІЧКАХ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

У попередньому розділі визначені та узагальнені за територією граничні модулі схилового припливу. Для того щоб завершити обґрунтування регіональної методики необхідно визначити трансформаційні функції, які преобразують схиловий приплив у русловий стік.

Перша трансформаційна функція враховує трансформацію паводкової хвилі під впливом руслового добігання. Розрахункові рівняння мають вигляд (4.3-4.4). Для річок Вінницької області, з урахуванням визначених регіональних параметрів, мають такий вид:

а) при $t_p < T_0$

$$\psi(t_p/T_0) = 1 - 0,88 \left(\frac{t_p}{T_0}\right)^{0,084}, \quad (4.3)$$

б) при $t_p \geq T_0$

$$\psi(t_p/T_0) = 0,077 \frac{T_0}{t_p} \left[2 - 0,52 \left(\frac{T_0}{t_p}\right) \right], \quad (4.4)$$

Результати розрахунків трансформаційної функції представлені в табл. 4.12., а сама трансформаційна функція представлена на рис. 4.13.

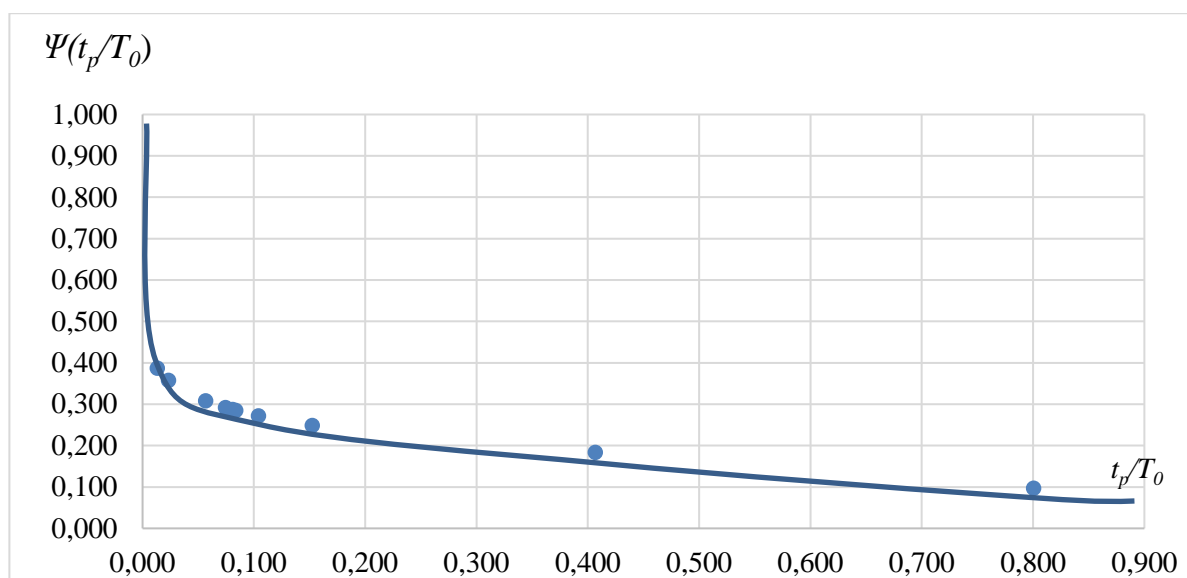


Рисунок 4.13 – Трансформаційна функція для річок Вінницької області

Таблиця 4.12– Розрахункові величини трансформаційної функції $\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right)$ весняного водопілля на річках Вінницької області (m=1; n=0,084)

№ п/п	Річка-пост	$F, \text{ км}^2$	$V_d, \text{ км/год}$	$t_p, \text{ год}$	$T_0, \text{ год}$	$\frac{t_p}{T_0}$	$\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right)$
1.	р. Південний Буг – с. Пирогівці	827	2,33	32,6	403,8	0,081	0,288
2.	р. Південний Буг – с. Лелітка	4000	2,17	70,0	172,0	0,407	0,184
3.	р. Південний Буг – с.Тростяничик	17400	2,55	170,6	136,6	0,801	0,098
4.	р. Згар – смт Літин	692	2,41	24,5	235,1	0,104	0,272
5.	р. Рів – с. Демидівка	1130	2,54	38,1	250,0	0,152	0,249
6.	р. Соб – с. Зозів	92,5	3,18	4,1	173,8	0,024	0,358
7.	р. Лядова – с. Жеребилівка	652	3,89	18,8	224,2	0,084	0,285
8.	р. Мурафа – с. Кудіївці	70	3,65	3,6	264,6	0,013	0,387
9.	р. Гуйва – с. Городківка	312	3,13	11,5	153,9	0,075	0,292
10.	р. Рось – с. Круподеринці	618	3,31	11,5	202,6	0,057	0,309

Друга трансформаційна функція, яка враховує русло-заплавне регулювання, була визначена в процесі обґрунтування тривалості схилового припливу та може

бути розрахована за рівнянням (4.15). Отже всі складові операторної методики відомі і можна виконати перевірні розрахунки.

Результати перевірочних розрахунків представлені в табл.4.13 та свідчать про те, що розроблена методика характеризується достатньо високою точністю визначення максимальних модулів стоку підчас весняного водопілля $|\Delta| = \pm 6,8 \%$.

Представлену методику можна рекомендувати для визначення граничних максимумів та максимальних модулів стоку в період весняного водопілля на річках Вінницької області.

Таблиця 4.13– Перевірочні розрахунки

№ п/п	Річка – пост	$q_{1\%300}^{\cdot}$, м ³ /с·км ² з карти	$q_{1\%}^{\cdot}$, м ³ /с·км ² розрах.	ε_F	$\psi(t_p/T_0)$	$q_{1\% \text{ розрах}}$, м ³ /с·к м ²	$q_{1\% \text{ факт}}$, м ³ /с·к м ²	$ \Delta $, %
1.	р. Південний Буг – с.Пирогівці	0,2	0,84	0,36	0,288	0,09	0,08	2,7
2.	р. Південний Буг – с.Лелітка	2,2	2,84	0,28	0,184	0,15	0,15	3,3
3.	р. Південний Буг – с.Тростяничик	2,4	2,72	0,23	0,098	0,06	0,08	28,9
4.	р. Згар – смт Літин	1,1	1,74	0,37	0,272	0,17	0,17	3,8
5.	р. Рів – с.Демидівка	1,4	1,72	0,34	0,249	0,15	0,13	8,9
6.	р. Соб – с.Зозів	2,6	2,28	0,50	0,358	0,41	0,42	3,7
7.	р. Лядова – с.Жеребилівка	1,7	1,06	0,37	0,285	0,11	0,11	2,3
8.	р. Мурафа – с.Кудіївці	1,4	2,36	0,52	0,387	0,48	0,44	9,2
9.	р. Гуйва – с.Городківка	3,8	2,20	0,42	0,292	0,27	0,28	3,7
10.	р. Рось – с.Круподеринці	2,8	1,52	0,38	0,309	0,18	0,18	1,5
Середнє значення								$\pm 6,8$

ВИСНОВКИ

- Річки Вінниччини протікають по території трьох районів річкових басейнів – Південного Бугу, Дністра і Дніпра; найбільшу територію охоплює басейн Південного Бугу (62%), Дніпра, й 28 % приходить на притоки і 10 % -Дністра.

- Водний режим річок Вінницької області характеризується добре вираженим весняним водопіллям, яке в окремі роки може досягати небезпечних відміток рівня та витрат води.

- На території Вінницької області гідрологічний моніторинг здійснюється на 11 гідрологічних постах, з яких 7 розташовані в басейні Південного Бугу, 2 – в басейні Дністра, та 2 – в басейні Дніпра.

- Одним із основних чинників, від яких залежить гідрологічний режим басейну є кліматичні умови території. Згідно кліматичного районування Вінницька область відноситься до Північної атлантико-континентальної кліматичної області для якій є характерним середньорічна кількість опадів на 600 мм, середня температура січня 6 °С, липня 19 °С, а кількість днів зі сніговим покривом становить 85 діб за рік.

- Порівняння кліматичних показників за різні періоди показало, що за останні 30 років по всій території Вінницької області спостерігається підвищення середньорічної температури повітря на 1,5-2,0 °С. Що стосується опадів, то тут тенденції різні – у січні відмічене їх зменшення, а у березні зростання.

- Окремо розглянуті зміни характеристик снігового покриву, які є визначальними для формування весняного водопілля. Так, наприклад, за 2019-2020 гідрологічний рік на більшості станцій найбільша висота снігового покриву була найменшою за період спостережень і становили лише 1-5 см. Суттєво знизилось число днів зі сніговим покривом – з 120-130 до 20-30. Запас води у сніговому покриві при таких умовах в останні роки становив 0-12 мм.

- Таким чином, можна сказати, що кліматичні умови, які склалися за останні 30 років не сприяють накопиченню снігового покриву і запасів води у ньому, що в свою чергу призводить до формування невисоких водопіль, або взагалі його

формування може не спостерігатися у недалекому майбутньому.

- З метою визначення граничних максимумів схилового припливу, в магістерській роботі виконана статистична обробка часових рядів максимальних витрат води та шарів стоку весняного водопілля. В результаті визначені стокові величини рідкої ймовірності перевищення.

- З використанням чисельних методів визначені всі характеристики схилового припливу. Для річок Вінницької області можна прийняти $(n + 1)/n = 12,94$, звідки $n = 0,084$, а значення T_0 змінюються від 136 до 404 год.

- Для річок Вінницької області $q'_{1\%}$ коливаються в широких межах – від $0,79 \text{ м}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$ (р.Південний Буг – с.Пирогівці) до $2,79 \text{ м}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$ (р.Південний Буг – с.Лелітка). Отримані розрахункові величини $q'_{1\%}$ були перевірені на факторну обумовленість, виявлено значущий вплив висоти водозборів.

- Просторовий розподіл граничних модулів схилового припливу в межах Вінницької області представлений на рис.4.12. Аналізуючи побудовану карту, можна відмітити найбільші значення $q'_{1\%300}$ спостерігаються на півночі досліджуваної території на річках басейну Дніпра, у верхів'ях Південного Бугу проявляється вплив карту і значення граничних модулів тут мінімальні.

- Використовуючи граничні модулі схилового припливу та дві трансформаційні функції, обґрунтована регіональна методика для визначення максимального стоку весняного водопілля.

- Результати перевірочних розрахунків представлені свідчать про те, що розроблена методика характеризується достатньо високою точністю визначення максимальних модулів стоку підчас весняного водопілля $|\Delta| = \pm 6,8 \%$.

- Представлену методику можна рекомендувати для визначення граничних максимумів та максимальних модулів стоку в період весняного водопілля на річках Вінницької області.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. [Гідрографічна мережа басейну річки Південний Буг \[Гідрографічна мережа Вінницької області\]](http://buvr.vn.ua). buvr.vn.ua — [Басейнове управління водних ресурсів річки Південний Буг](http://buvr.vn.ua) (офіційний сайт).
2. Електронний ресурс: Портал «Природа України» <http://nature.land.kiev.ua/>, <https://geomap.land.kiev.ua/index.html>
3. [Реєстр річок Вінницької області \[Архівовано 28 жовтня 2019 у Wayback Machine.\]](#) (Довідковий посібник, 2-ге видання, доповнене). —2018
4. Атлас України / кер. проекту Л.Г. Руденко, В.С. Чабанюк, А.І. Бочковська / Інститут географії Національної академії наук України і Товариство з обмеженою відповідальністю «Інтелектуальні системи ГЕО», Інтелектуальні Системи ГЕО, 1999–2000. URL: <http://www.isgeo.kiev.ua>
5. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ: Раєвського, 2003. 343 с.
6. Кліматичний Кадастр України (електронна версія) Державна гідрометеорологічна служба УкрНДГМІ, Центральна Геофізична Обсерваторія. Київ. 2006.
7. Кліматичний Кадастр України (електронна версія) Державна гідрометеорологічна служба УкрНДГМІ, Центральна Геофізична Обсерваторія. Київ, 2022.
8. [Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу](#) / [В. В. Гребінь](#), В. Б. Мокін, В. А. Сташук, [В. К. Хільчевський](#), М. В. Яцюк, О. В. Чунарьов, Є. М. Крижановський, В. С. Бабчук, О. Є. Ярошевич — К.: Інтерпрес, 2013. — 55 с.
9. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ: Ніка–Центр, 2010. 316 с.
10. План управління річковим басейном Південного Бугу: аналіз стану та першочергові заходи / Афанасьєв С., Бедзь Н., Боднарчук Т., Васильєв С., Вікторов М., Власова Т., Войтюк І., Гавриков Ю., Гайдук К., Дмитришина В., Коноваленко О., Коржик О., Крижанівський Є., Летицька О., Лисюк О., Манівчук

В., Марушевська О., Мокін В., Мудра К., Осадча Н., Скоблей М., Сташук В., Чунар'ов О., Ярошевич О. За ред. С. Афанасьєва, А. Петерс, В. Сташука та О. Ярошевича. — Київ: Вид-во ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2014. — 188 с

11. Електронний ресурс: <https://buvrpb.davr.gov.ua/vodni-resursy/analiz-zabezpechennia-vodnymy-resursamy-naselennia-i-haluzei-ekonomiky>

12. Valeriya Ovcharuk, Eugene Gopchenko, Nataliya Kichuk, Zhannetta Shakirzanova, Liliia Kushchenko and Mariia Myroschnichenko. Extreme hydrological phenomena in the forest steppe and steppe zones of Ukraine under the climate change. Published by Copernicus Publications on behalf of the International Association of Hydrological Sciences IAHS, 2020. Vol. 383, P. 229–235, <https://doi.org/10.5194/piahs-383-229-2020>

13. Овчарук В. А., Гопченко Є. Д. Сучасна методика нормування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок України. Український географічний журнал. 2018. № 2 (102). С. 26-33. <https://doi.org/10.15407/ugz2018.02.026>

14. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Романчук М.Є., Траскова А.В. Науково-методична база для визначення тривалості схилового припливу під час дощових паводків і весняних водопіль. Український гідрометеорологічний журнал. 2014. № 14. С. 205-212.

15. Valeriya Ovcharuk, Eugene Gopchenko. Chapter 18 – Engineer substantiation of estimated characteristics of maximum rivers runoff during floods under climate change, Editor(s): Sughosh Madhav, Shyam Kanhaiya, Arun Srivastav, Virendra Singh, Pardeep Singh, Ecological Significance of River Ecosystems, Elsevier, 2022, Pages 351-382, ISBN 9780323850452, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85045-2.00018-2>.

16. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки: Підручник. – Одеса: ТЕС, 2014. – 484 с.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Вихідні данні для розрахунків р. Південний Буг – с.Пирогівці

Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
1964	19,2	27	53
1965	27,5	69	70
1966	30,5	41	-
1967	27,7	45	-
1968	34,6	33	-
1969	92,2	89	-
1970	22,0	48	-
1971	30,7	50	35
1972	7,25	17	57
1973	32,0	35	22
1974	5,40	6,6	17
1975	6,30	12	23
1976	28,6	53	34
1977	4,43	10	33
1978	10,1	31	43
1979	36,5	75	62
1980	36,2	52	35
1981	25,1	42	31
1982	9,81	20	25
1983	3,94	8,9	25
1984	15,0	25	31
1985	17,8	30	39
1986	7,74	23	41
1987	26,7	36	34
1988	18,2	43	42
1989	4,69	11	28
1990	4,93	12	32
1991	5,59	19	37
1992	8,33	17	27

Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
1993	17,9	57	43
1994	7,36	26	41
1995	5,26	15	32
1996	21,5	46	32
1997	6,60	24	44
1998	9,51	31	41
1999	19,1	54	46
2000	10,5	39	51
2001	12,3	40	39
2002	11,4	42	53
2003	17,9	42	36
2004	5,84	14	28
2005	10,0	27	33
2006	15,6	45	49
2007	5,92	16	31
2008	4,42	14	39
2009	6,65	24	47
2010	7,15	26	53
2011	3,36	9,1	42
2012	4,44	13	58
2013	9,58	32	55
2014	2,88	8,7	46
2015	5,77	13	48
2016	2,01	7,7	51
2017	5,53	17	44
2018	5,77	14	49
2019	1,82	7,4	49
2020	1,55	5,4	54

Таблиця А.2 – Вихідні данні для розрахунків р.Південний Буг – с.Лелітка

Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
1926	75,4	29	50
1927	69,2	32	57
1928	148	49	80
1929	257	96	72
1930	35,0	29	88
1931	80,8	35	46
1932	801	95	34
1933	171	30	31
1934	87,1	43	45
1935	157	58	62
1936	32,0	6,5	65
1937	331	40	51
1938	80,8	31	70
1939	34,5	23	87
1940	262	99	64
1941	245	130	101
1942	673	136	55
1943	36,1	21	67
1944			
1945	331	76	53
1946	86,7	39	74
1964	42,8	16	58
1965	128	57	71
1966	140	63	91
1967	138	59	61
1968	142	38	39
1969	296	92	62
1970	202	55	40
1971	119	30	41
1972	17,7	15	63
1973	168	31	23
1974	20,7	14	43
1975	34,0	11	22
1976	120	41	34
1977	97,9	34	36
1978	122	44	43
1979	222	102	62
1980	162	50	40
1981	102	29	31

Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
1982	37,9	16	28
1983	30,5	8,9	25
1984	66,7	19	33
1985	59,00	24	40
1986	39,7	19	41
1987	102	23	35
1988	44,2	29	51
1989	22,1	10	33
1990	12,2	8,2	38
1991	17,3	9,9	39
1992	31,7	14	28
1993	35,3	25	43
1994	26,8	14	35
1995	15,6	11	42
1996	194	75	32
1997	24,5	17	47
1998	25,3	17	41
1999	142	82	47
2000	37,7	49	92
2001	34,9	28	47
2002	35,2	33	60
2003	104	47	40
2004	18,1	10	38
2005	51,0	25	35
2006	97,3	47	48
2007	28,7	16	36
2008	18,2	12	40
2009	32,4	25	47
2010	32,4	30	61
2011	27,9	21	44
2012	24,9	21	58
2013	62,4	48	60
2014	28,4	20	48
2015	17,4	12	48
2016	10,3	8,7	59
2017	21,2	15	53
2018	18,6	10	50
2019	7,72	5,9	52
2020	4,83	5,4	64

Таблиця А.3 – Вихідні данні для розрахунків р. Південний Буг – с.Селище

Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
2002	71,7	26	62
2003	250	46	46
2004	44,7	14	42
2005	124	31	39
2006	179	45	52
2007	78,5	19	38
2008	30,3	10	41
2009	63,3	23	47
2010	89,3	26	61
2011	62,7	20	51
2012	74,6	23	59
2013	132	43	60
2014	58,5	18	50
2015	38,2	14	55
2016	22,2	10	59
2017	46,8	15	53
2018	53,4	14	52
2019	16,8	7,0	58
2020	28,7	13	66

Таблиця А. 4 – Вихідні данні для розрахунків р. Південний Буг – с.Тростяничк

Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб	Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
1930	81,2	18	89	1972	86,3	18	60
1931	491	47	61	1973	758	30	33
1932	-	-	-	1974	77	11	45
1933	662	36	46	1975	88	8,4	26
1934	306	36	65	1976	306	26	36
1935	554	51	66	1977	461	38	40
1936	56,8	12	80	1978	368	41	45
1937	746	38	56	1979	740	70	66
1938	276	34	76	1980	945	53	41
1939	1290	112	64	1981	372	33	38
1940	681	103	105	1982	78,3	12	37
1941	301	32	71	1983	79,3	11	39
1946	1070	66	80	1984	207	18	53
1947	486	64	99	1985	469	25	40
1949	286	37	94	1986	223	16	50
1950	403	24	52	1987	473	13	37
1951	637	47	89	1988	229	24	51
1952	722	29	45	1989	55,0	5,8	37
1953	517	30	54	1990	50,0	7,1	42
1954	55,8	10	72	1995	Повінь не була виражена		
1955	212	22	71	1996	584	34	33
1956	1430	76	54	1997	38,8	6,1	47
1957	277	19	62	1998	71,1	13	47
1958	141	23	105	1999	200	26	47
1959	114	14	72	2000	91,7	29	93
1960	403	33	75	2001	79,9	15	48
1961	126	20	70	2002	93,8	17	63
1962	963	56	61	2003	335	29	50
1963	552	71	89	2004	55,4	17	74
1964	137	8,1	70	2005	201	21	40
1965	587	42	70	2006	308	41	56
1966	545	46	86	2007	81,5	11	39
1967	836	48	51	2008	76,5	12	57
1968	749	30	36	2009	90,9	14	47
1969	1110	73	72	2010	88,8	21	72
1970	649	56	52	2011	77,5	12	50
1971	350	24	35	2011	77,5	12	50

Кінець таблиці А.4

Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб		Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
2012	50,9	12	60		2017	58,2	9,2	54
2013	206	26	64		2018	67,7	9,4	52
2014	62,6	10	53		2019	42,4	6,0	58
2015	65,0	10	58		2020	Повінь не була виражена		
2016	43,2	8,6	59					

Таблиця А.5 – Вихідні данні для розрахунків р.Згар – смт Літин

Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб	Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
1931	11,6	43	60	1967	53,2	66	51
1932	95,4	89	56	1968	41,7	26	20
1933	17	32	54	1969	79,0	75	64
1934	10,8	29	62	1976	11,8	41	43
1935	37,9	63	71	1977	16,2	31	28
1936	2,83	13	67	1978	14,4	40	40
1937	34,3	41	40	1979	37,7	86	53
1938	14,5	38	71	1980	42,7	52	32
1939	8,12	24	87	1981	15,5	38	34
1940	48,4	90	62	1982	5,46	12	23
1941	42,2	96	108	1983	6,88	12	21
1942	72,1	107	67	1984	17,8	36	49
1943	10,1	26	74	1985	22,6	37	38
1944	13,0	51	106	1986	15,0	31	33
1945	78,5	88	90	1987	15,8	17	23
1946	17,3	36	64	1988	21,9	52	48
1947	102	97	61	1989	Повінь не була виражена		
1948	34,3	86	114	1990	5,10	8,9	30
1949	14,7	49	89	1991	6,20	8,5	34
1950	19,7	31	55	1992	3,06	6,9	25
1951	61,1	52	72	1993	15,2	38	44
1952	32,2	30	39	1994	8,19	17	28
1953	38,4	41	56	1995	Повінь не була виражена		
1954	1,60	9,1	71	1996	32,0	65	34
1955	9,55	26	62	1997	8,18	19	32
1956	97,3	75	50	1998	6,29	26	42
1957	11,4	24	69	1999	16,2	57	49
1958	8,98	13	68	2000	7,83	36	56
1959	4,48	11	63	2001	7,53	27	47
1960	7,75	30	79	2002	7,36	22	42
1961	8,37	10	51	2003	16,6	50	47
1962	46,3	20	60	2004	9,94	15	36
1963	14,9	56	66	2005	13,6	32	41
1964	6,2	16	79	2006	13,2	32	34
1965	27,8	52	69	2007	6,34	9,0	22
1966	61,1	49	35	2008	3,11	11	36

Кінець таблиці А.5								
Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб		Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
2009	4,96	13	36		2015	4,07	11	45
2010	7,02	23	57		2016	0,92	4,1	44
2011	4,33	14	39		2017	2,40	12	53
2012	1,44	3,8	33		2018	5,55	14	51
2013	9,00	32	51		2019	0,98	5,1	55
2014	3,93	14	47		2020	Повінь не була виражена		

Таблиця А.6 – Вихідні данні для розрахунків р.Рів – с.Демидівка

Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб	Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
1916	54,9	17	57	1959	25,5	18	59
1917	106	72	74	1960	44,8	28	65
1918	7,35	7,2	59	1961	23,1	18	55
1922	103	68	77	1962	73,8	68	61
1923	68,7	58	52	1963	63,1	55	45
1924	99,8	57	41	1964	38,6	20	64
1925	2,2	3,9	59	1965	68,5	42	58
1926	27,5	11	43	1966	34,6	26	37
1927	14,2	6,1	41	1967	59,3	35	23
1928	47,3	30	37	1968	66,3	21	22
1929	94,8	74	63	1969	142	109	69
1930	19,8	12	60	1970	56,1	44	29
1931	42,0	23	51	1971	54,7	37	36
1932	141	67	47	1972	28,2	15	42
1933	53,2	28	55	1973	63,4	38	24
1934	40,7	26	59	1974	12,1	6,2	27
1935	59,4	50	41	1975	10,7	9,7	33
1936	3,20	10	64	1976	29,0	27	22
1937	77,2	47	43	1977	47,5	44	29
1938	50,5	36	58	1978	37,4	35	27
1939	17,1	16	56	1979	95,3	104	55
1940	112	94	47	1980	60,1	47	30
1941	69,3	100	60	1981	21,2	25	33
1945	92,8	80	37	1982	8,76	9,8	22
1946	36,9	30	39	1983	7,2	12	30
1947	116	80	51	1984	19,1	28	48
1948	56,7	72	109	1985	44,8	17	30
1949	48,5	35	74	1986	22,4	25	40
1950	48,2	31	51	1987	44,2	22	24
1951	65,5	43	55	1988	29,0	47	43
1952	46,0	27	56	1989	Повінь не була виражена		
1953	40,6	27	58	1990	5,42	8,9	32
1954	12,5	7,2	55	1991	5,30	6,8	31
1955	31,1	19	67	1992	5,89	6,8	26
1956	123	87	50	1993	9,38	24	48
1957	25,5	28	66	1994	6,83	7,4	23
1958	28,8	29	76				

Кінець таблиці А.6								
Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб		Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
1995	Повінь не була виражена				2008	6,26	7,6	32
1996	34,6	52	36		2009	11,4	25	43
1997	10,1	15	44		2010	9,82	29	57
1998	7,01	12	37		2011	8,49	20	45
1999	26,9	42	44		2012	5,02	7,6	33
2000	9,68	21	50		2013	13,5	32	57
2001	14,0	18	30		2014	7,52	13	39
2002	8,70	16	47		2015	3,80	10	54
2003	26,3	46	50		2016	2,68	7,7	49
2004	3,18	8,6	39		2017	4,46	8,7	39
2005	11,6	18	35		2018	3,87	7,5	51
2006	21,1	36	43		2019	Повінь не була виражена		
2007	7,44	12	31		2020	Повінь не була виражена		

Таблиця А.7 – Вихідні данні для розрахунків р. Соб – с. Зозів

Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
1945	17,4	56	41
1946	3,16	43	70
1947	20,2	62	28
1948	21,8	72	94
1949	15,9	61	67
1950	6,80	27	53
1951	12,5	62	72
1952	15,9	81	42
1953	9,84	66	68
1954	4,64	16	55
1955	11,0	30	49
1956	56,2	114	39
1957	5,40	27	64
1958	3,62	23	71
1959	0,86	11	48
1960	12,5	45	58
1961	0,60	21	60
1962	15,2	81	58
1963	17,5	64	89
1964	3,63	29	41
1965	2,07	40	80
1966	2,39	60	94
1967	4,94	64	45
1968	5,67	52	44
1969	18,5	79	50
1970	5,02	62	39
1971	6,42	30	29
1972	0,76	16	41
1973	7,17	29	25
1974	0,44	8,3	28
1975	0,38	6,4	29
1976	2,17	16	23
1977	8,92	43	25
1978	6,58	43	38
1979	2,70	37	55
1980	8,87	35	33
1981	1,84	15	19
1982	0,38	8,2	37
1983	0,34	7,0	27
1984	5,91	26	24
1985	8,87	32	26
1986	1,67	19	27
1987	7,69	27	34
1988	2,60	12	16
1989	0,41	5,5	26
1990	Повінь не була виражена		
1991	0,79	10	18
1992	0,63	16	38
1993	1,03	10	22
1994	0,44	9,5	31
1995	Повінь не була виражена		
1996	6,08	48	29
1997	0,54	9,0	27
1998	0,52	12	35
1999	0,58	14	32
2000	0,66	15	34
2001	0,82	21	42
2002	0,76	21	55
2003	4,35	67	43
2004	0,60	14	33
2005	1,85	18	21
2006	1,08	22	29
2007	Повінь не була виражена		
2008	0,19	3,7	28
2009	Повінь не була виражена		
2010	0,30	9,1	41
2011	0,34	12	42
2012	0,34	12	42

Кінець таблиці А.7								
Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб		Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
2013	0,25	11	52		2017	0,20	7,2	44
2014	Повінь не була виражена				2018	0,18	5,8	47
2015	0,18	7,2	46		2019	0,14	3,7	48
2016	0,19	7,6	46		2020	Повінь не була виражена		

Таблиця А.8 – Вихідні данні для розрахунків р. Лядова – с. Жеребилівка

Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
1964	7,40	8,3	22
1965	29,1	42	37
1966	8,92	12	26
1967	31,6	33	41
1968	20,6	21	23
1969	63,2	80	52
1970	59,1	31	36
1971	28,7	28	27
1972	5,15	9,5	29
1973	28,7	23	21
1974	3,67	5	31
1975	3,12	9,9	42
1976	14,2	19	34
1977	18,6	23	47
1978	25,5	36	50
1979	35,0	56	53
1980	64,8	33	25
1981	14,6	21	33
1982	5,73	11	35
1983	3,00	5,3	26
1984	4,82	9,9	29
1985	12,3	19	35
1986	6,15	13	30
1987	9,88	12	23
1988	12,3	23	36
1989	Повінь не була виражена		
1990	Повінь не була виражена		
1991	2,66	4,6	32
1992	1,74	4,8	37

Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
1993	2,64	8,5	44
1994	Повінь не була виражена		
1995	2,26	5,4	35
1996	30,7	30	32
1997	3,44	6,8	29
1998	2,47	4,9	20
1999	16,8	30	35
2000	Повінь не була виражена		
2001	2,12	6,1	32
2002	3,45	10	50
2003	29,5	36	27
2004	Повінь не була виражена		
2005	16,1	13	26
2006	9,84	16	38
2007	2,53	6,0	27
2008	Повінь не була виражена		
2009	4,33	11	42
2010	4,20	9,2	37
2011	2,89	7,7	41
2012	4,71	9,0	42
2013	2,84	9,4	49
2014	1,64	5,4	50
2015	1,58	4,0	47
2016	2,37	4,3	38
2017	8,50	8,7	36
2018	4,03	5,4	41
2019	1,46	6,8	62
2020	Повінь не була виражена		

Таблиця А.9 – Вихідні данні для розрахунків р.Мурафа – с.Кудіївці

Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
1963	10,5	91	49
1964	5,78	43	33
1965	8,93	79	36
1966	3,79	20	15
1967	12,2	45	62
1968	2,3	20	43
1969	16,8	134	58
1970	14,8	67	34
1971	15,7	49	37
1972	1,31	25	45
1973	16,0	37	23
1974	1,86	23	28
1975	0,41	4,6	25
1976	11,3	50	30
1977	4,59	59	45
1978	7,12	103	50
1979	29,7	193	56
1980	11,7	123	26
1981	3,95	30	27
1982	2,47	21	19
1983	Повінь не була виражена		
1984	22,6	20	15
1985	3,84	21	21
1986	2,03	23	39
1987	6,11	30	31
1988	3,54	34	31
1989	Повінь не була виражена		
1990	Повінь не була виражена		

Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
1991	0,47	10	31
1992	0,74	12	37
1993	0,61	16	40
1994	0,41	8,0	30
1995	0,089	1,3	21
1996	14,6	53	30
1997	1,17	8,6	24
1998	Повінь не була виражена		
1999	0,94	18	29
2000	0,64	21	73
2001	0,44	10	34
2002	0,27	7,0	39
2003	1,98	37	32
2004	Повінь не була виражена		
2005	0,41	7,9	24
2006	1,68	23	38
2007	0,36	8,0	37
2008	Повінь не була виражена		
2009	0,74	17	36
2010	0,50	12	40
2011	0,64	8,1	28
2012	0,95	5,6	26
2013	1,41	19	45
2014	0,26	10	49
2015	0,34	7,0	34
2016	0,32	5,7	24
2017	0,54	13	33
2018	0,48	13	50
2019	0,27	6,5	31
2020	Повінь не була виражена		

Таблиця А.10 – Вихідні данні для розрахунків р.Гуйва – с.Городківка

Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб	Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
1940	40,8	81	28	1979	19,7	77	58
1941	23,7	70	54	1980	40,5	58	38
1944	10,2	20	26	1981	26,6	57	38
1946	6,91	21	63	1982	5,93	39	66
1947	29,2	60	34	1983	4,67	24	46
1948	7,15	17	46	1984	12,3	26	32
1949	8,27	29	69	1985	16,3	38	40
1950	37,4	31	29	1986	5,62	22	27
1951	4,14	21	62	1987	15,4	18	19
1952	11,3	30	24	1988	16,9	31	35
1953	16,1	44	47	1989	2,30	5,0	18
1954	9,46	22	27	1990	1,22	7,2	28
1955	3,40	12	35	1991	1,63	8,2	27
1956	107	63	13	1992	2,03	26	70
1957	1,54	22	108	1993	4,25	22	40
1958	4,89	24	80	1994	2,04	14	31
1959	1,64	17	67	1995	Повінь не була виражена		
1960	10,5	24	59	1996	22,1	58	28
1961	3,37	18	48	1997	Повінь не була виражена		
1962	87,2	69	14	1998	4,78	31	60
1963	6,48	35	76	1999	10,6	43	28
1964	13,2	21	45	2000	4,05	35	47
1965	21,1	30	63	2001	3,37	25	39
1966	28,3	49	43	2002	6,34	36	51
1967	16,1	56	39	2003	20,1	35	31
1968	27,4	41	26	2004	1,54	10	35
1969	73,3	72	39	2005	6,70	32	29
1970	41,8	71	51	2006	6,10	41	43
1971	8,53	30	36	2007	4,48	20	28
1972	7,25	14	54	2008	2,80	5,9	24
1973	19,6	36	84	2009	1,79	11	33
1974	3,03	8,9	32	2010	7,92	24	49
1975	1,35	7,7	35	2011	1,81	6,7	24
1976	13,9	28	46	2012	1,81	7,1	24
1977	28,3	36	27	2013	6,86	35	39
1978	15,1	46	41	2014	2,65	18	49

Кінець таблиці А.10

Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб		Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
2015	1,96	13	46		2018	4,34	17	35
2016	1,71	12	63		2019	1,72	6,9	35
2017	1,76	10	31		2020	0,80	1,7	45

Таблиця А.11 – Вихідні данні для розрахунків р. Рось – с. Круподеринці

Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
1950	40,4	32	59
1951	90,9	44	43
1952	60,8	48	36
1953	52,3	38	25
1954	20,6	8,1	37
1955	29,2	19	22
1956	97,2	74	32
1957	29,2	19	63
1958	19,0	23	50
1959	4,82	12	68
1960	20,1	40	64
1961	5,60	12	43
1962	93,0	62	44
1963	38,0	55	57
1964	10,4	17	32
1965	17,5	34	50
1966	21,00	34	36
1967	48,5	59	30
1968	41,2	51	33
1969	53,2	87	68
1970	34,3	72	49
1971	14,5	25	36
1972	5,74	22	59
1973	66,0	36	28
1974	6,32	22	68
1975	2,25	6,4	31
1976	20,6	32	41
1977	54,0	49	30
1981	18,2	33	39
1982	4,58	24	59
1983	4,74	13	44
1984	22,5	27	44
1985	38,7	36	38
1986	8,63	13	23

Рік	Q_m , м ³ /с	Y_m , мм	T , діб
1987	35,3	28	28
1988	26,2	25	30
1989	1,08	2,9	22
1990	1,27	2,9	22
1991	1,64	5,3	31
1992	1,60	8,8	58
1993	1,72	9,4	50
1994	1,16	5,6	37
1995	1,74	9	49
1996	37,9	28	34
1997	2,08	5,4	28
1998	1,43	7,6	43
1999	11,6	29	34
2000	3,86	27	67
2001	2,82	11	38
2002	3,25	13	58
2003	25,4	38	31
2004	4,98	9,4	41
2005	14,5	23	25
2006	24,3	49	44
2007	4,67	12	29
2008	2,86	8,4	30
2009	3,00	12	39
2010	5,24	12	27
2011	3,18	11	39
2012	2,21	5,6	26
2013	3,94	14	49
2014	2,48	10	44
2015	2,76	8,7	43
2016	1,97	8,5	45
2017	3,21	17	66
2018	2,62	11	49
2019	2,44	8,5	47
2020	0,77	3,6	55