

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий
гідрометеорологічний інститут
Кафедра гідрології суші

Кваліфікаційна робота магістра
на тему: **Просторове довгострокове прогнозування максимального стоку**
весняного водопілля річок басейну Десни та
лівогобережжя Середнього Дніпра

Виконав: магістр 2-го року навчання
групи МЗГ-22
спеціальності 103 «Науки про
Землю»
освітньо-професійної програми
«Гідрологія і комплексне
використання водних ресурсів»
Шевченко Олексій Павлович

Керівник: д-р геогр. наук, професор
Шакірманова Жаннетта Рашидівна

Рецензент: д-р геогр. наук, професор
Лобода Наталія Степанівна

Одеса 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Т.в.о. завідувач кафедри гідрології суші
д-р геогр. наук, проф. **Овчарук В.А.**
“ 23 ” жовтня 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

студенту Шевченку Олексію Павловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Просторове довгострокове прогнозування максимального стоку весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра

керівник роботи д-р геогр. наук, професор Шакірманова Жаннетта Рашидівна

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

затверджені наказом ОДЕКУ від “ 16 ” жовтня 2023 року № 215«С»

2. Строк подання студентом роботи 10.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи щорічні дані характеристик снігового покриву, опадів, глибини промерзання ґрунту, температури повітря, гідрографічні та морфометричні характеристики території.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити 1. Фізико-географічні умови формування весняного водопілля в басейнах Десни і лівобережжя Середнього Дніпра. 2. Аналіз методик прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля. 3. Визначення характеристик максимального стоку весняного водопілля невивчених у гідрологічному відношенні річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра. 4. Прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Карто-схеми: географічного положення річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра, ґрунтово-рослинний покрив, хронологічні графіки ходу метеорологічних характеристик, розташування гідрологічних постів, карти прогнозних модулів максимального стоку та їх забезпеченостей. Графіки щодо визначення та узагальнення характеристик максимального стоку річок.


6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 23.10.2023 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Вступ. Фізико-географічні умови формування весняного водопілля в басейнах Десни і лівобережжя Середнього Дніпра	23.10. 2023 р.- 27.10.2023 р.	95	відм.
2	Характеристика водного режиму річок. Гідрометеорологічна мережа спостережень та створення багаторічної бази гідрометеорологічних даних	28.10. 2023 р.- 3.11.2023 р.	95	відм.
3	Основні науково-методичні підходи до прогнозування максимального стоку рівнинних річок	4.11. 2023 р.- 7.11.2023 р.	90	відм.
4	Визначення характеристик максимального стоку весняного водопілля невивчених у гідрологічному відношенні річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра.	8.11. 2023 р.- 16.11.2023 р.	92	відм.
	Рубіжна атестація	13 -17.11.2023 р.	80%	
5	Гідрометеорологічні умови формування весняного водопілля 2022-2023 р.	17.11. 2023р.- 23.11.2023 р.	95	відм.
6	Прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра.	24.11. 2023 р.- 30.11.2023 р.	90	відм.
7	Висновки	01.12. 2023 р.- 7.12.2023 р.	93	відм.
	Перевірка роботи на плагіат, підписання авторського договору	8.12- 10.12.2023 р.		
	Підготовка доповіді, презентації	11.12- 15.12.2023 р.		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		93	відм.

Студент


 (підпис)
Шевченко О.П.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


 (підпис)
Шакірзанова Ж.Р.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра гр. МЗГ-22 Шевченко Олексія Павловича за темою: «Просторове довгострокове прогнозування максимального стоку весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра».

Актуальність теми. В мовах зміни клімату й водного режиму весняного водопілля річок важливою є задача прогностичної оцінки характеристик максимального стоку за сучасними прогностичними методами, зокрема методикою територіальних довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля, яка реалізована у програмному комплексі.

Мета і задачі дослідження. Проаналізувати гідрометеорологічні умови зимово-весняного періоду і, за певних умов, зробити довгостроковий прогноз максимальних витрат води, а потім статистично оцінити прогнозовані максимальні витрати води.

Виконати картографічне представлення максимальних модульних коефіцієнтів весняного стоку та прогностичної забезпеченості настання максимумів водопіль у багаторічному періоді.

Об'єкт і предмет дослідження – Максимальний стік весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра.

Методи дослідження. Модель типового редуційного гідрографа водопілля, узагальнення характеристик гідрологічних і морфометричних характеристик; метод територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля річок при використанні моделі дискримінантного аналізу.

Результати, їх новизна, теоретичне та практичне значення: Реалізована модель типового редуційного гідрографа водопілля та модель територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля річок басейну р. Десна та лівобережжя Середнього Дніпра.

Рекомендації щодо використання результатів роботи з зазначенням галузі застосування: Результати роботи по довгостроковому прогнозуванню максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Десна та лівобережжя Середнього Дніпра використовуються в УкрГМЦ при аналізі прогнозованих величин за різними прогностичними моделями.

Структура і обсяг роботи:

Кількість сторінок – 141

Кількість рисунків – 27

Кількість таблиць – 20

Кількість літературних джерел – 42

Ключові слова: басейн Десни, максимальний стік, весняне водопілля, довгострокове прогнозування.

ABSTRACT

Master's qualification work of the student gr. MZG-22 Shevchenko Oleksii Pavlovych on the topic: "Spatial long-term forecasting of the maximum flow of the spring flood of the rivers of the Desna basin and the left bank of the Middle Dnipro".

Relevance of the topic. In terms of climate change and the water regime of spring floods, the task of prognostic assessment of the characteristics of the maximum flow using modern prognostic methods, in particular the methodology of territorial long-term forecasts of maximum water flows of spring floods, which is implemented in the software package, is important.

The purpose and objectives of the study. To analyze the hydrometeorological conditions of the winter-spring period and, under certain conditions, to make a long-term forecast of maximum water flows, and then statistically evaluate the predicted maximum water flows.

To perform a cartographic representation of the maximum modular coefficients of spring runoff and the prognostic security of the onset of maximum floods in a multi-year period.

Object and subject of the study - Maximum spring flood runoff of the rivers of the Desna basin and the left bank of the Middle Dnipro.

Research methods. The model of a typical reduction hydrograph of floods, generalization of hydrological and morphometric characteristics; the method of territorial long-term forecasts of spring flood characteristics of rivers using the model of discriminant analysis.

Results, their novelty, theoretical and practical significance: For the rivers, the model of a typical reduction hydrograph of the flood and the model of territorial long-term forecasts of spring flood characteristics of rivers of the Desna River basin and the left bank of the Middle Dnipro River was implemented.

Recommendations for the use of the results of the work with an indication of the field of application: The results of the work on long-term forecasting of the maximum spring flood runoff in the Desna River basin of the left bank of the Middle Dnipro will be used in the UkrHMC to analyze the predicted values by various forecasting models.

Structure and scope of the work:

Number of pages - 141

Number of figures - 27

Number of tables - 20

Number of references - 42

Keywords: Desna basin, maximum runoff, spring flood, long-term forecasting.

ЗМІСТ

	С.
Вступ.....	9
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ В БАСЕЙНАХ ДЕСНИ ТА ЛІВОБЕРЕЖЖЯ СЕРЕДНЬОГО ДНІПРА.....	12
1.1 Аналіз комплексу фізико-географічних чинників формування весняного стоку в басейнах Десни та лівобережжя Середнього Дніпра.....	12
1.1.1 Фізико-географічне положення території.....	12
1.1.2 Геолого-геоморфологічна характеристика та рельєф.....	14
1.1.3 Карст.....	16
1.1.4 Ґрунтовий покрив.....	18
1.1.5 Рослинність.....	21
1.2 Кліматичні умови формування весняного стоку в басейнах Десни і Середнього Дніпра	24
1.2.1 Температурний режим.....	26
1.2.2 Атмосферні опади.....	31
1.2.3 Сніговий покрив.....	32
1.2.4 Вітровий режим.....	35
1.3 Характеристика водного режиму річок у весняний період року за даними багаторічних спостережень	36
1.4 Гідрометеорологічна мережа спостережень та створення багаторічної бази гідрометеорологічних даних.....	41
2 МЕТОДИ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО ДОВГОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ.....	44
2.1 Відомі методи передбачення максимумів весняного водопілля...	44
2.2 Практичні методи для просторового передбачення максимумів	

	7
весняного стоку річок	46
2.3 Основи методу просторового довгострокового прогнозування максимумів стоку весняного періоду	48
2.3.1 Положення методу передбачення максимумів стоку весняного періоду	48
2.3.2 Визначення ймовірності настання у багаторічному періоді прогнозних максимумів стоку весняного періоду.....	50
2.3.3 Картографічне надання просторових довгострокових прогнозів максимумів стоку весняного періоду.....	51
2.4 Сучасна модель для довгострокових гідрологічних прогнозів характеристик весняного водопілля рівнинних річок «СЛОЙ-2» (автор М. М. Сусідко).....	52
2.4.1 Методика просторових довгострокових гідрологічних прогнозів шарів стоку весняного водопілля рівнинних річок в моделі «СЛОЙ-2».....	52
2.4.2 Методика просторового передбачення максимумів стоку весняного періоду рівнинних річок в моделі «СЛОЙ-2».....	55
2.4.3 Застосування моделі «СЛОЙ-2» для прогнозу максимальних витрат води для невивчених у гідрологічному відношенні водозборів	56
3 РОЗРАХУНОК СКЛАДОВИХ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ НЕВИВЧЕНИХ РІЧОК БАСЕЙНУ ДЕСНИ ТА ЛІВОБЕРЕЖЖЯ СЕРЕДНЬОГО ДНІПРА	57
3.1 Методика визначення середньо багаторічної величини максимального модуля весняного водопілля	57
3.2 Визначення середньо багаторічної величини максимального	

модуля весняного водопілля для невивчених у гідрологічному відношенні річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра.....	63
4 ПРОГНОЗУВАННЯ МАКСИМУМІВ СТОКУ ВЕСНЯНОГО ПЕРІОДУ РІЧОК БАСЕЙНУ ДЕСНИ ТА ЛІВОБЕРЕЖЖЯ СЕРЕДНЬОГО ДНІПРА	69
4.1 Гідрометеорологічні умови формування весняного водопілля 2022-2023 р. у басейнах річок Десни та лівих приток Середнього Дніпра	69
4.1.1 Гідрометеорологічна ситуація на річках.....	70
4.1.2 Гідрометеорологічну умови формування весняного водопілля 2022-2023 р.	71
4.2 Складання бази вихідної та оперативної гідрометеорологічної інформації.....	81
4.3 Методика довгострокового прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля.....	83
4.4 Результати довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. та їх оцінка.....	89
4.5 Застосування моделі прогнозу максимальних витрат води для невивчених у гідрологічному відношенні водозборів при побудові карто-схем очікуваних модульних коефіцієнтів максимальних витрат води весняного водопілля та їх забезпеченостей.....	105
Висновки.....	116
Перелік джерел посилання.....	119
Додатки.....	124

ВСТУП

Актуальність. У гідрологічному режимі більшості рівнинних річок України й зокрема басейну р. Десна і лівих приток Середнього Дніпра, весняне водопілля відноситься до характерної багатоводної фази. Весняне водопілля супроводжується підйомом рівня води та виходом її у заплаву.

В мовах змін клімату й водного режиму весняного водопілля річок важливою є задача прогностичної оцінки характеристик максимального стоку за сучасними прогностичними методами, зокрема методикою територіальних довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля, яка реалізована у програмному комплексі.

Реалізація методики територіальних довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля ускладнюється необхідністю розрахунку величини середньо багаторічної величини максимального модуля весняного водопілля. За відсутності даних спостережень за стоком води річок середньо багаторічні величини максимального модуля весняного водопілля можуть бути визначені за методикою, яка спирається на модель типового редуційного гідрографа водопілля.

Об'єкт дослідження. Максимальний стік весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра.

Вихідні матеріали. Використані матеріали багаторічних гідрологічних спостережень на станціях і постах системи Державної гідрометеорологічної служби України: характеристиками весняних водопіль і морфометричними характеристиками водозборів; оперативні дані гідрологічних, метеорологічних, агрометеорологічних спостережань у 2021-2023 рр., що отримані з автоматизованих систем АРМ-гідро та АРМ-агро.

Мета роботи:

- визначення характеристик максимального стоку весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра за методикою, яка спирається на модель типового редуційного гідрографа водопілля;

- аналіз гідрометеорологічних умов зимово-весняного періоду при формуванні весняних водопіль на річках;
- в визначених умовах довгострокове прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля при використанні автоматизованого програмного комплексу «СЕЙМ», статистична оцінка прогнозованих максимальних витрат води весняного водопілля при порівнянні зі спостережними величинами;
- картографічне представлення максимальних модульних коефіцієнтів весняного стоку та прогностичної забезпеченості настанням максимумів водопіль у багаторічному періоді.

Методи досліджень. Модель типового редуційного гідрографа водопілля, узагальнення характеристик гідрологічних і морфометричних характеристик; метод територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля річок.

Наукова новизна одержаних результатів. Для річок басейну р.Десна та лівобережжя Середнього Дніпра реалізована модель типового редуційного гідрографа водопілля Є.Д.Гопченка і В.А.Овчарук при використанні багаторічних даних гідрологічних спостережень та модель територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля річок при використанні моделі дискримінантного аналізу.

Практичне використання. Результати роботи по довгостроковому прогнозуванню максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Десна лівобережжя Середнього Дніпра будуть використовуватися в УкрГМЦ при аналізі прогнозованих величин за різними прогностичними моделями. За відсутності даних спостережень за стоком води річок середньо багаторічні величини максимального модуля весняного водопілля рекомендовано використовувати модель типового редуційного гідрографа водопілля.

Апробація результатів – основні результати представлені на наукових студентських семінарах кафедри гідрології суші та на науковій конференції

молодих вчених ОДЕКУ у 2023 р. Підготовлено наукову статтю у фаховому виданні України, доповіді з презентацією та тези конференцій.

Публікації. Наукова стаття (у співавторстві) у фаховому журналі *Український гідрометеорологічний журнал*, 2023, № 31 «Застосування методу територіальних довгострокових прогнозів для визначення максимальних витрат води в умовах формування весняного водопілля 2022-2023 року в басейні р. Десна» [1], а також тези міжнародної конференції та університетських конференцій у 2022, 2023 рр. [2-4].

Робота відповідає напряму наукового дослідження кафедри гідрології суші «Гідрологічний і гідрохімічний режими річок України в сучасних умовах водокористування і зміни клімату», номер реєстрації № ДР 0123U101578 (термін виконання: 2023- 2027 рр.).

Оригінальність роботи за [Uncheck](#) становить – 79%.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ В БАСЕЙНАХ ДЕСНИ І ЛІВОБЕРЕЖЖЯ СЕРЕДНЬОГО ДНІПРА

1.1 Аналіз комплексу фізико-географічних чинників формування весняного стоку в басейнах Десни та лівобережжя Середнього Дніпра

Основні риси формування характерної фази водного режиму річок досліджуваного району – весняного водопілля, визначаються складним різноманіттям фізико-географічних чинників (таких як клімат, геолого-літологічна будова, розмір і конфігурація басейнів, їх рельєф, ґрунтовий та рослинний покрив, озерність і заболоченість території, господарська діяльність людини та ін.) та їх проявом і взаємозв'язком у кожному конкретному році. Так, фізико-географічне положення водозбору визначає характерне співвідношення тепла і вологи, проте, в залежності від особливостей осінньо-зимового періоду та типу весни, водопілля кожного року відрізняється за розмірами та характером розвитку в залежності від величини накопичених за зиму снігових запасів, стану підстильної поверхні (і відповідно втрат тало-дощових вод), погодних умов періоду сніготанення та періоду весняного стоку загалом (інтенсивність наростання тепла, кількість та режим випадіння опадів) [1, 5].

Величина стоку водопілля, його максимальні витрати та форма гідрографів, строки проходження водопіль на річках визначаються складною і безперервною взаємодією всіх перелічених вище факторів.

1.1.1 Фізико-географічне положення території

Розглядувана територія охоплює басейни річок Десна, Сейм та лівобережних притоків Середнього Дніпра: Сула, Псел, Ворскла (див. рис. 1.1). Ці басейни розташовані у північно-східній частині України, в межах

Чернігівської, Сумської, Полтавської областей, лівобережних частин Київської і Черкаської областей, а також північно-західній частині Харківської області. Верхів'я рік Десна, Сейму, Псла і Ворскли розташовані на території Брянської, Курської і Белгородської областей Російської Федерації. Фізико-географічну характеристику досліджуваної території подано за джерелами [5-10] і висвітлено в роботах автора [1, 2].

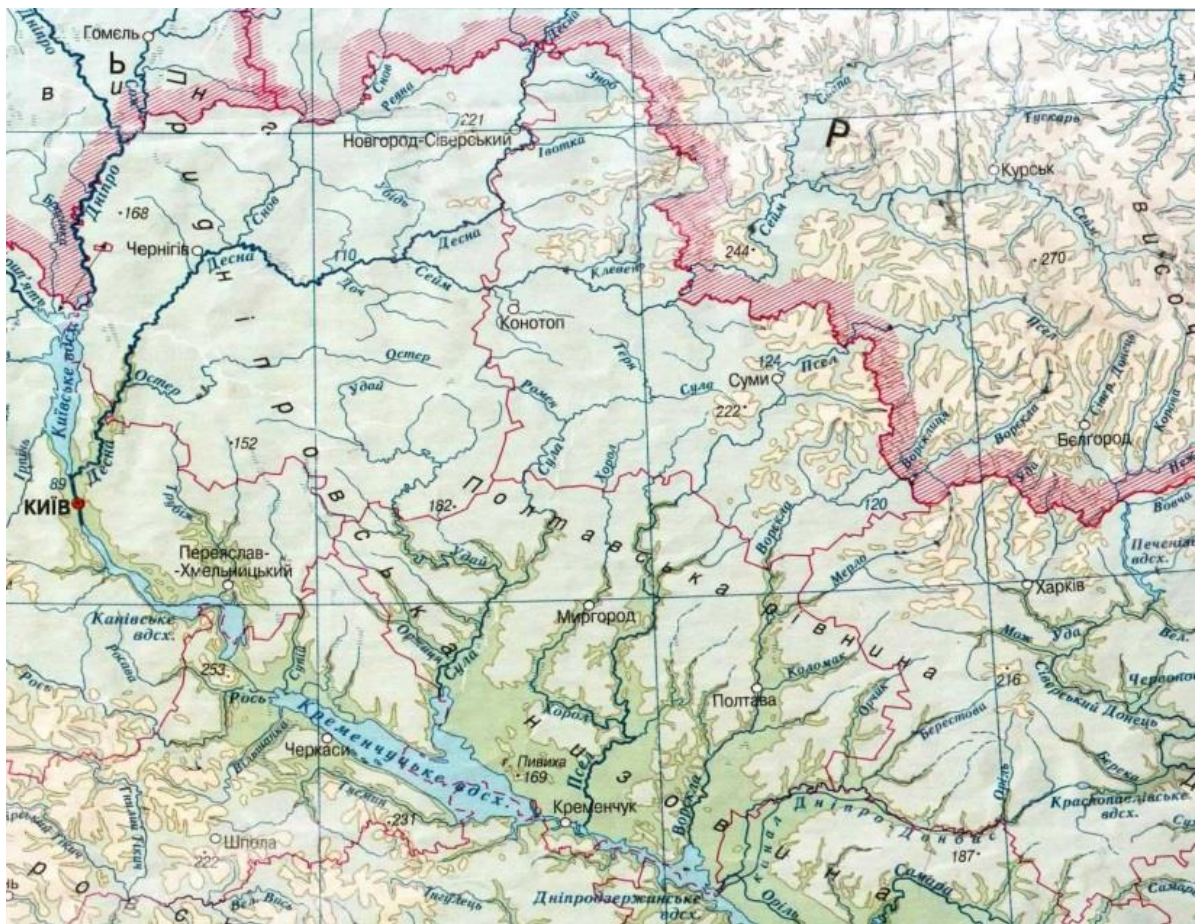


Рис. 1. 1 – Карта географічного положення досліджуваної території [6]

Географічно розглядувана територія знаходиться в південно-західній частині Східноєвропейської рівнини. Згідно з фізико-географічним районуванням [5], територія майже повністю розташована у двох географічних зонах: зоні мішаних лісів (іноді визначають області мішаних і листяних лісів [6] або мішаних і широколистяних лісів [7]) і лісостеповій зоні. Басейн Десни (за винятком р. Сейм) відноситься до зони з надмірним і

достатнім зволоженням (Чернігівський, Новгород-Сіверський і Брянський – Жиздринський Полісся провінції Українського Полісся), тоді як басейни р. Сейм і інших рік знаходяться в лісостеповій зоні з недостатнім зволоженням. При цьому західна і центральна частини території в межах лісостепової зони відносяться до Лівобережно-Дніпровської провінції, а східна частина – до Середньоросійської провінції. Лише невелика частина досліджуваної території (низов'я р. Ворскли) належить до степової посушливої зони.

1.1.2 Геолого-геоморфологічна характеристика і рельєф

Формування системи водотоків та режиму поверхневого стоку суттєво залежать від геолого-геоморфологічних особливостей рельєфу водозборів на досліджуваній території, яка розташована на Східноєвропейській докембрійській платформі. Фундамент цієї платформи складений метаморфічними і магматичними породами докембрію, розчленованими глибинними розломами на тектонічні блоки. Рельєф платформи відповідає Східноєвропейській рівнині. У геологічному складі Східноєвропейської платформи взяли участь породи докембрійського, палеозойського, мезозойського та кайнозойського віку, формуючи три структурні поверхи: докембрійський, палеозойський, мезокайнозойський. Формами рельєфу цієї тектонічної структури є височини і низовини.

На розглядуваній території, за геологічною будовою, виділяються такі регіони: Дніпро-Донецька западина, що займає більшу частину території, північно-східний схил Українського кристалічного щита і південно-західний схил Воронізького кристалічного масиву.

В сучасному рельєфі представлені західні і південно-західні схили Середньоросійської та Смоленської височин. В багатьох місцях Сумщини і Харківщини відкриваються крейдові мергелі, вапняки, крейда та палеогенові глауконітові піски, пісковики та глини. Тектонічна будова південно-західного схилу Воронізького кристалічного масиву не є особливо складною,

хоча не досліджена докладно. Поверхня кристалічного фундаменту цієї території нахилється в південно-західному напрямку. Глибина залягання цієї поверхні на північ від міста Суми становить 600-700 м, у районі Глухова майже 300 м, а на півдні області поблизу глибинних розломів - 3000-3500 м і більше. Поверхня розглядуваної території формувалась протягом багатьох геологічних епох, під впливом новітніх тектонічних рухів, обледенінь, лісових відкладень, ерозійної діяльності річок та вітру, господарської діяльності та інше. Згідно з геоморфологічним районуванням [9], розглядувана територія відноситься до Східноєвропейської полігенної рівнини. Більша частина досліджуваної території розташована в межах Придніпровської геоморфологічної області пластово-аккумулятивних низовинних рівнин.

Верхів'я річок Десна, Сейм, Псел і Ворскла розташовані в Середньоросійській області пластово-денудаційних підвищених рівнин (рис.1.2). Щодо висот поверхні досліджуваної території, то в межах Поліської низовини вони не перевищують 200 м. Абсолютні висоти Придніпровської низовини, яка має хвилястий характер рельєфу.



Рис. 1.2 – Схема геоморфологічного районування [9]

1.1.3 Карст

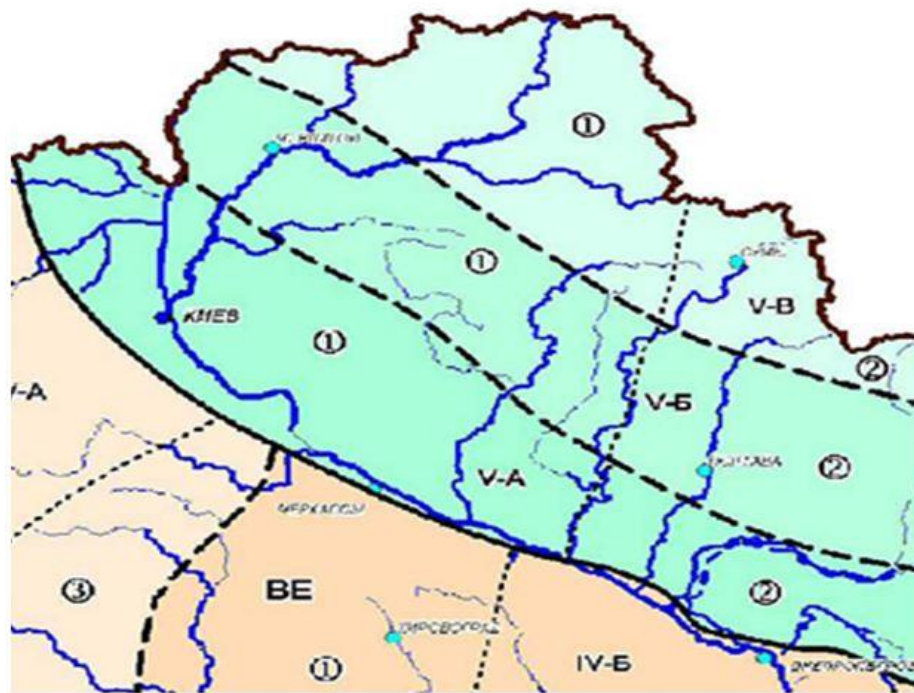
Карстові явища сприяють глибокому проникненню атмосферних опадів під земну поверхню і, тим самим, зберігають їх від випаровування. Значна частина води втрачається в карстових пустотах не тільки на поверхні басейну, а й у руслах річок. Суттєвий вплив карсту проявляється в перерозподілі річкового стоку між основними фазами гідрологічного режиму та зменшенні максимумів водопілля. В деяких випадках цей фактор може бути сильнішим за кліматичні умови і значно порушувати зональні особливості гідрологічного режиму на річках [10].

На розглядуваній рівнинній території України мають місце карстові явища, які розвинені у крейдових, вапнякових та ін. породах. Вони нерівномірно розповсюджені по території: широко розвинуті на великих площах або зустрічаються у вигляді майже непомітних розміщень окремих форм у долинній і ерозійній мережі.

Згідно зі схемою карстологічного районування [10], розробленою В.Н. Дублянським і Г.Н. Дублянською (1992), Лівобережжя Середнього Дніпра відноситься до Східно-Європейської карстової країни і розташовано в межах карстової провінції Дніпровсько-Донецької западини (з прилягаючими схилами Українського щита і Воронежської антеклізи). Дана провінція включає 3 карстові області (рис. 1.3).

Дніпровська карстова область (BE-V-A) розташовується на південно-західному борту Дніпровсько-Донецької западини і охоплює Придніпровську низовину в межах Чернігівської, Київської, Черкаської і Полтавської областей. Тут виділяються два карстових райони: Переяславський і Павлоградський, розділені Кременчуцько-Сомовским розломом.

Карстові прояви представлені закарстованими тріщинами, зонами кавернозності і розущільнення, зустріченими при бурінні свердловин.



Умовні позначення:

Районування: Карстові країни: BE - Східноєвропейська. Карстові провінції: V - Дніпровсько-Донецька західна з прилягаючими схилами Українського щита і Воронежської антеклизі. Карстові області: V-A - Дніпровська; V-B - Дніпровсько-Донецька; V-B - Донецько-Воронезька. Карстові райони: V-A-1 - Переяславський, V-A-2 - Павлоградський, V-B-1 - Ніжинський, V-B-2 - Полтавський, V-B-1 - Новгород-Сіверський, V-B-2 - Сумський.

Рис. 1. 3 – Схематична карта районування карсту (за Дублянським і Дублянською, 1992) [10]

Дніпровсько-Донецька карстова область (BE-V-B) розташовується у Дніпровсько-Донецькій західині і охоплює Чернігівське Полісся і Полтавську рівнину в межах Чернігівської, Сумської, Харківської і Полтавської областей. Дніпровська і Дніпровсько-Донецька карстові області відповідають акумулятивній рівнині – низовині Чернігівського Полісся, акумулятивній Черкасько-Прилуцькій рівнині та акумулятивній Полтавській рівнині.

Виділяються два карстові райони: Ніжинський і Полтавський. Породи, що карстуються, відомі у девоні (соленосна товща), карбоні (вапняки) і верхній крейді (крейдяно-мергельна товща). Численні соляно-купольні структури піддавалися закарстуванню в докрейдовий час, про що свідчать скорочені потужності відкладень у надкупольних частинах і наявність

карстових брекчій потужністю від 40 до 300 м. Широко поширені крейджано-мергельні відкладення, з якими пов'язані просідання, розширені тріщини, зони кавернозності та дезінтеграції. Карст розвивається в закритих умовах, проте вивчений недостатньо.

Донецько-Воронезька карстова область (ВЕ-V-Б) розташовується на північно-східному схилі Української антеклізи і охоплює Новгород-Сіверське Полісся і південний схил Середньоросійської височини в межах Чернігівської, Сумської і Харківської областей. Відповідає акумулятивно-денудаційній рівнині Новгород-Сіверсько-Поліської низовини та акумулятивно-денудаційній рівнині Середньоросійської височини. На території басейнів лівобережних приток Середнього Дніпра знаходяться два карстових райони даної області: Новгород-Сіверській і Сумський, розділені Кременчуцько-Сомовським розломом. Породи, що карстуються, відомі під покривом палеогенових відкладень у карбоні (товща перешарування вапняків і аргілітів потужністю до 250 м) і крейді (крейджано-мергельна товща до 200 м).

1.1.4 Ґрунтовий покрив

Властивості гідрологічної ролі ґрунтового покриву визначаються його водопроникністю та здатністю утримувати воду, що впливає на розміри поверхневого стоку, випаровування та живлення підземних вод. Ґрунти, виступаючи посередником між кліматичними і гідрологічними явищами, виявляють типові властивості в залежності від місцевих умов ґрунтоутворення, клімату, рельєфу та літології порід на даній території.

Ґрунти розглядуваної області характерні для конкретних фізико-географічних зон, з врахуванням широтної зональності розповсюдження ґрунтового покриву. Відмінності у природних умовах, рельєфі, складі ґрунтоутворюючих порід та впливі антропогенних чинників призводять до неоднорідності ґрунтів і їхніх сучасних змін [1,5, 8].

Ґрунти Полісся сформувалися на породах із легким механічним складом, що складаються з водно-льодовикових, льодовикових, глинистих річкових, піщаних та супіщаних відкладів без вмісту карбонатів. Різні типи ґрунтів, такі як дерново-підзолисті та болотні, є характерними для цього регіону. Особливості їхньої підзолистості та водопроникності варіюють в залежності від місцевості, наприклад, слабо- і середньо підзолисті розташовані на річкових терасах і відрізняються великою водопроникністю, тоді як дерново-підзолисті на вододілах річок мають кращу водопроникну здатність. Територія Чернігівського Полісся характеризується також поширеністю дерново-підзолистих ґрунтів разом із дерново-глеєвими та болотними (рис.1.4).

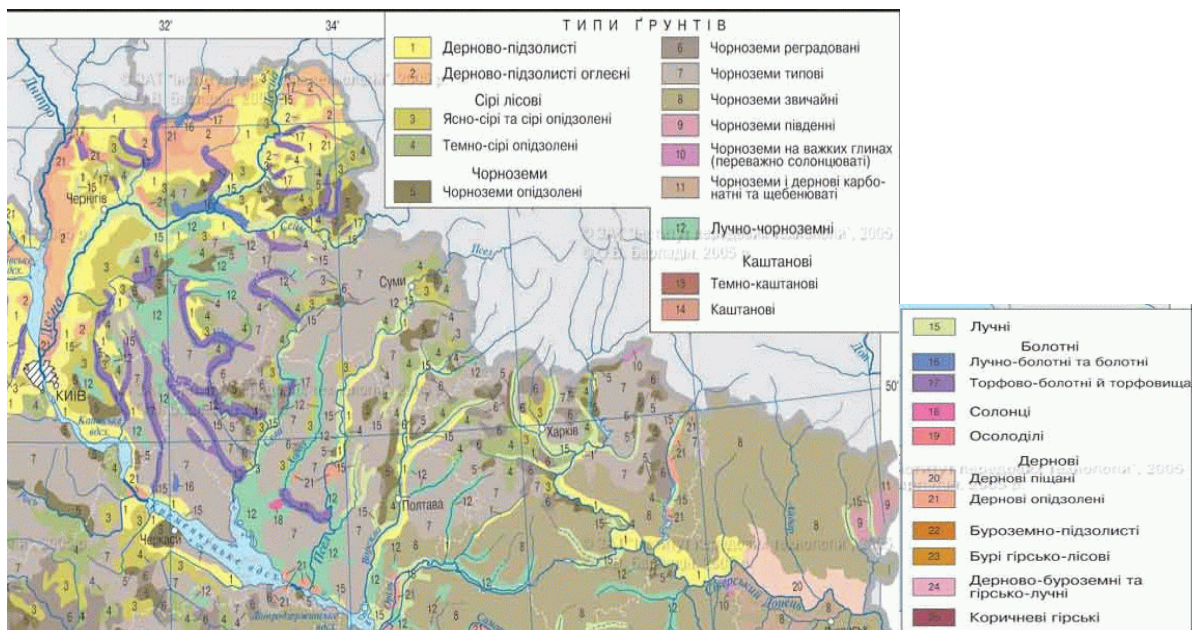


Рис. 1. 4 – Ґрунтовий покрив території [6]

У річкових долинах та низьких ділянках поверхні Полісся виявляються різноманітні ґрунти, включаючи лучні та лучно-болотні, а також торфювища. Серед підзолистих та болотних ґрунтів спостерігаються окремі ділянки родючих сірих лісових, перегнійно-карбонатних, лучно-чорноземних, і, рідше, опідзолених чорноземів. На лісових легко- і середньо суглинистих відкладеннях минулого виникали світло-сірі, сірі і темно-сірі лісові ґрунти

(лівобережжя Десни) [1, 5, 8]. Умови формування ґрунтів в Лісостепу відрізняються від Полісся. Клімат тут характеризується меншою кількістю опадів і вищою середньорічною температурою повітря. Територія Лісостепу – це рівнина з добре розвиненим давнім водно-ерозійним рельєфом. Основні ґрунтоутворюючі породи – леси та лесовидні суглинки, які мають більший мінеральний і хімічний склад, і містять до 15% CaCO_3 , що робить їх пористими та здатними накопичувати вологу. Ґрунтовий покрив лісостепової зони складається з двох основних типів: чорноземів (типових, опідзолених, вилужених, реградованих), що утворилися під трав'янистою рослинністю, і сірих опідзолених (ясно-сірих, сірих і темно-сірих), що розвинулися під лісовою рослинністю [1,5,8].

Чорноземи покривають основну частину терасової низинної рівнини Лівобережжя, за винятком відрог Середньоруської височини. Між типовими чорноземами переважають малогумусні надпотужні різновиди. На стародавніх терасах Дніпра, на лівобережній рівнині широко розповсюджені процеси засолення. Чорноземи реградовані розповсюджені на межі між чорноземами, опідзоленими і типовими. На терасах Сули, Псла і Ворскли сформувались чорноземно-лучні солонцюваті ґрунти.

Болотні ґрунти в Лісостепу розповсюджені обмежено і зустрічаються в долинах невеликих річок і балок. У річкових долинах, окрім болотних ґрунтів, зустрічаються дернові, глеюваті або глеєві ґрунти. В притерасних частинах заплавл, якщо вони не заболочені, а також в пониженнях центральної частини, розповсюджені лучні, глеюваті. Широкі давні і сучасні долини річок зайняті низинними торф'яниками. Значну частину площі давньодолинних понижень займають солонці. Борові тераси річок Псла і Сули, а також борова тераса Дніпра покриті дерново-слабопідзолистими піщаними ґрунтами, які характеризуються високою водопроникністю і низькою вологоємність.

1.1.5 Рослинність

Рослинний покрив на вивченій території, так само як і обґрунтований, підпорядковується відповідним фізико-географічним закономірностям. Стан і характер рослинного покриву змінюють важливу роль у запобіганні ерозії підстави, збільшення шорсткості поверхні, сповільнення руху води та перенесення частин поверхневого стоку в підземний. Лісові та болотні ландшафти відзначаються особливою гідрологічною роллю [1, 8, 9].

Територія Середнього Подніпров'я, простягаючись від півночі на південь, знаходиться у межах мішано-лісової хвойно-широколистої та лісостепової зон. Згідно з геоботанічним районуванням [9], західна частина басейну Десни входить до складу Східно-Поліського (Чернігівсько-Новгород-Сіверського) округу Поліської підпровінції. Тут переважають дубово-соснові, соснові, липово-дубові ліси, а також значні площі вкриті низинними болотами. Східна частина басейну відноситься до Глухівсько-Курського округу Середньо-руської під провінції і характеризується наявністю дубових лісів, справжніми та степовими луками.

Територія вододілу річки Десна, завдяки достатньо родючим ґрунтам, широко використовується у сільськогосподарському відношенні (приблизно 70% площі басейну в Україні призначено для орних сільськогосподарських земель), що викликає зміни в рослинному покриві та зменшення площі неперервних лісів. В даний час значні площі, де раніше розташовувалися широколисті ліси (на правому березі басейну), а також лучні степи (на лівому березі), використовуються для сільського господарства [5,8,9].

Більшість лісів у зоні широколистого лісу зосереджена на території Поліської та Середньоруської підпровінцій. Хоча загалом ліси в межах басейну Дніпра в широколистовому лісі займають близько 23% площі, на об'єкті дослідження залісеність різних вододільських областей коливається від 1% до 96%. Найбільше залісені території розташовані у верхній та середній частині басейну річки Десна. Наприклад, в басейнах її притоків,

річок Ветьма та Болва, залісеність становить 30-61%, в верхів'ях Десни - 27-40%, а в басейні річки Соля - 96% поверхні вододільної області покрито лісами. За переважання одного або кількох видів дерев ліси тут утворюють такі формації: соснові, дубові, дубово-соснові, грабово-дубові, вільхові, грабові, липово-дубово-соснові, грабово-дубово-соснові, березові та ялинкові. У підліску поширені рослини, такі як чорниця, брусниця, снігур, орляк, копитень європейський, папороть, бальзамін. Вільшаники зустрічаються на вологих та сирі ділянках з дерново-підзолисто-глеєвими ґрунтами. Підлісок включає вербу попелясту, жостірник вільховидний, чорну смородину та хміль (рис. 1.5).

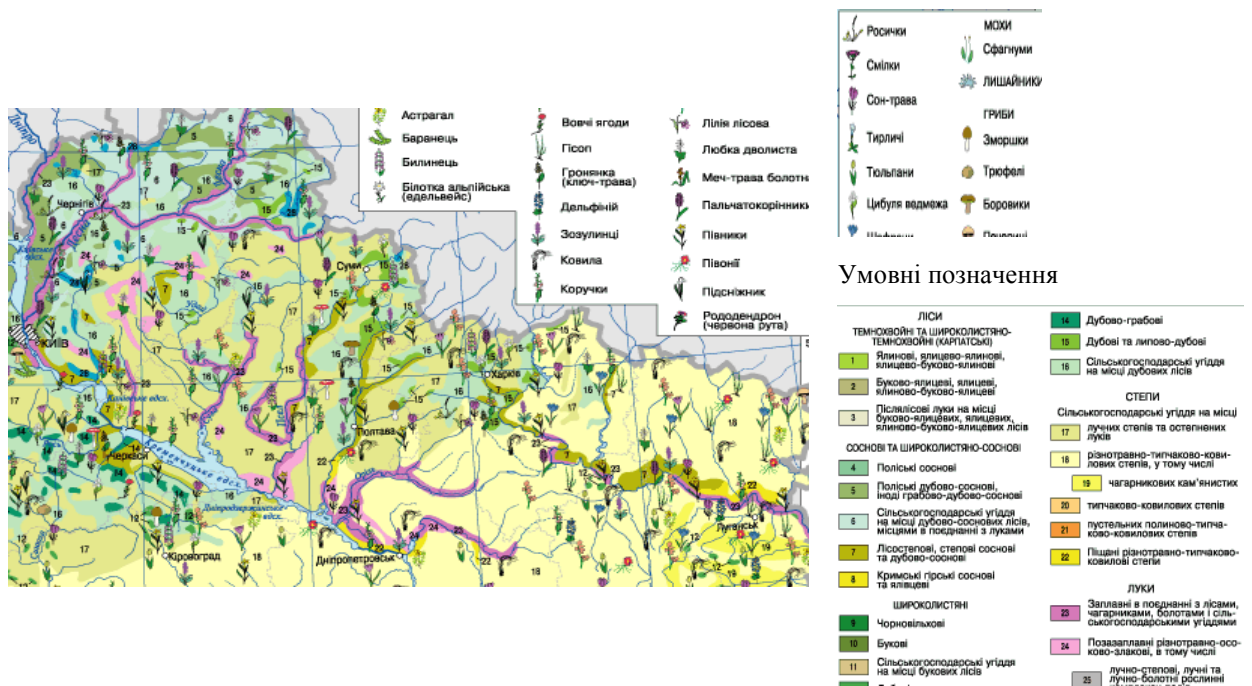


Рис. 1.5 – Рослинний покрив території [6]

Басейни річок Сула, Псьол, Ворскла і, частково, Сейм розташовані у лісостеповій зоні. Рослинний покрив українського лісостепу вже давно втратив свій природний характер. В історичному минулому простори цієї зони, які розташовані на рівнинних плоскостях, були вкриті степами з

різноманітною трав'яно-луговою рослинністю, під якими розвинулися різновиди чорноземних ґрунтів.

Уздовж правобережжя річок розташовані ландшафти широколистяних лісів. Завдяки своїй родючості та зручному розташуванню, степові райони були в основному розроблені, і наразі до 80% цих територій використовуються для сільськогосподарських цілей [1, 5, 8]. Природний степовий покрив зберігся лише на території Придніпровської низовини. В долинах розвинені заплавні ландшафти з широколистяними лісами, луками низинними і болотами. Лучні ландшафти сконцентровані в заплавах річок, на піщаних рівнинах та надзаплавних терасах. Водні рослини відіграють певну роль у формуванні якості води в річках, і серед найпоширеніших видів повітряно-водної рослинності - очеретів звичайних. Заплави річок зайняті луками, лісами з листяними деревами та частково багаточисельними болотами. Уздовж берегів переважає заплавний ліс, іноді із соснами. На деяких ділянках можна зустріти справжні соснові ліси.

Розташування болотних ландшафтів на території є нерівномірним. Головна частина боліт знаходиться в долинах річок, переважно на їхніх заплавах. Рідко болота можна зустріти в ярах і низинах. Загальний відсоток заболочення заплави річки Десна становить близько 60%, що впливає на зміну рельєфу схилу. Середня заболоченість в басейні Десни коливається від 1% до 6%. У басейнах невеликих приток Десни відсоток боліт є вищим (від 4% до 13% площі водозборів). Заболоченість басейнів Лівобережного Лісостепу України варіюється від 2% до 11%, і, відповідно, болотна рослинність в цій зоні займає обмежену площу, переважно у Придніпровській низовині та в басейнах приток Дніпра - Супія, Сули (заболоченість складає 5-12%) і Псла, де також переважають низинні заплавні болота [1, 5, 8]. Болота низинної місцевості у трав'янистому покриві включають в себе очерет звичайний, очерет лісовий, осоку омську, рогіз вузьколистий, калужницю болотяну, хвощ та ірис болотяний.

1.2 Кліматичні умови формування весняного стоку в басейнах Десни і Середнього Дніпра

Клімат впливає на обсяг води, що надходить (резерви води в сніговому покриві та опади), що визначає процес утворення річкового стоку, і можливі втрати, що залежать від температури та вологості повітря.

Ця територія розташована біля основних маршрутів переміщення циклонів і антициклонів над Європейською частиною Російської Федерації та північною частиною України. Вона піддана впливу повітряних мас, які приходять з Атлантики, Арктичного басейну або формуються над обширними континентальними територіями Євразії.

Клімат на даній території формується впливом загальних і місцевих кліматичних чинників. Основним з них є отримання тепла від сонця, що переважно залежить від географічної широти, збільшуючись від півночі на південь. Атмосферна циркуляція також відіграє важливу роль. Загалом клімат характеризується помірно континентальним характером і має прохолодну зиму з короткочасними відлигами та тепле (іноді спекотне) літо. Зміни в русі теплого і холодного повітря, особливо помітні в травні, викликають нестійку погоду і спричиняють грозові дощі влітку [8, 11, 12].

Протягом осіннього сезону азорський антициклон (характерний для літнього періоду) руйнується, і в цей час розвивається сибірський антициклон, що включає в себе антициклони, що рухаються як з заходу, так і іноді зі сходу. Це призводить до збільшення частоти адвективних туманів, ожеледиці і частих опадів, формуючи похмуру погоду. У другій половині осені, за рахунок зростання температурних контрастів між сушею і морем, підсилюється циклонічна активність. Осінній характер погоди визначається станом поверхні водозбору, таким як вологість ґрунту, глибина промерзання, наявність стійкого снігового покриву або його нестійкий характер, а також рівень води в річках передзимовий період. Ці фактори визначають ґрунтові умови, які впливають на майбутні весняні стоки.

Початок холодного періоду визначається проникненням арктичного повітря, що призводить до різкого і значного похолодання, перших морозів і снігопадів. Інтенсивність і частота цих явищ поступово зростає, досягаючи максимуму взимку. Зимовий сезон характеризується переважною дією циркуляційних факторів, причому роль радіаційного впливу зменшується через невелику висоту сонця над горизонтом, коротше тривання дня та високу хмарність. Взимку відзначається інтенсивною циклонічною активністю. Характер зими, включаючи температурний режим, кількість опадів, особливості розподілу та числові параметри снігового покриву, впливає на стан підстильної поверхні, визначаючи коефіцієнти стоку і визначаючи снігозапаси як ключовий фактор весняного стоку. Надходження теплих повітряних мас та формування відлиг обумовлені виходами циклонів із Середземномор'я на південь та південний захід, в той час як західні та північно-західні циклони та їх фронтальні зони призводять до короткочасних потеплінь, сильних снігопадів і бурь.

У весняний період спостерігається зростання ролі радіаційного впливу та посилення впливу підстильної поверхні. Процеси адвекції послаблюються внаслідок зменшення температурних контрастів між морем і сушею. В залежності від циркуляції, початок весни асоціюється із зміцненням західних повітряних мас. Хід весняного водопілля та інтенсивність сніготанення значно визначаються погодними умовами в цей період. Протягом весняного сезону може відбуватися вторгнення холодних мас арктичного походження, що може призводити до затримки початку весняного танення снігу, менш інтенсивного розплавлення та формування кількох максимумів температур.

З початком літнього сезону знижується вторгнення арктичного повітря, а замість цього посилюється азорський антициклон. Його відроги та окремі ядра, що відокремилися від азорського антициклону, рухаються на схід, впливаючи на область, яку досліджуємо. У літній період над цією територією переважає антициклональна погода, характеризується значною кількістю ясних і сонячних днів.

Для опису кліматичних особливостей розглянутої території використані джерела з наукової літератури [8,11,12]. Використані багаторічні метеорологічні дані, отримані від метеостанцій у таких місцях, як Глухів, Суми, Прилуки та інші, розташовані рівномірно вздовж басейнів річки Десна і лівобережної частини Середнього Дніпра, а також взяті з "Кліматичного кадастру" [13] за період 1961–1990 рр. та "Агрокліматичного довідника по території України" [14]. Кліматичні особливості досліджуваного регіону детально розглянуті в роботі, в якій автор взяв участь [1].

1.2.1 Температурний режим

Середні температури повітря є показниками теплового режиму. Їх річний хід характеризується невеликими змінами протягом окремих місяців літнього та зимового сезонів, а також різкими коливаннями у весняний і осінній періоди. В річному процесі температур спостерігається майже пряма залежність від сум сонячної радіації, що потрапляє на земну поверхню. Однак сезонні зміни в атмосферній циркуляції та адвекції повітря порушують "зональний" розподіл температур. Узимку на територію України притока теплих повітряних мас із Атлантики, Середземномор'я та Чорного моря спричиняє розширення на південно-західні райони. Слідовно, січневі ізотерми на цій території та в північній частині простору прямують з північного заходу на південний схід, а лише на південному заході вони мають близьке до широтного напрямку [8,12,1].

Найнижчі середні температури повітря в січні відзначаються у східних та північно-східних районах рівнинної частини території, як показано в таблиці А.1, коливаючись від $-6,7$ до $-8,1$ °С морозу. Починаючи з березня, температура повітря починає підвищуватися, і в травні встановлюється літня погода. Літнє підвищення температури повітря зумовлене надходженням сонячної радіації, а найвищі середні температури спостерігаються в липні, де

середня місячна температура повітря підвищується від 18,3 до 19,2 °С по всій території.

Максимальні та мінімальні температури повітря є екстремальними характеристиками термічного режиму, і вони виявляють значну просторову та часову змінливість через вплив атмосферної циркуляції та локальних факторів. Максимальні температури повітря в річному ході корелюють із середніми значеннями. Протягом року абсолютний максимум становить 5,9-8,0 °С, досягаючи найнижчих значень взимку та найвищих у літні місяці, коли температури можуть сягати +37-39,9 °С, як показано в таблиці А.2.

Як видно з даних табл. А.3 абсолютні мінімуми температури (від -28,4 до -39,8 °С) спостерігаються як у січні, так і в лютому. Абсолютний мінімум -39,8 °С відмічено на метеостанції Глухів 9 січня 1987 р.

Перехід середньої добової температури повітря через 0°С у бік від'ємних значень означає початок зимового періоду. І як видно з даних табл. 1.1 стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0 °С на досліджуваній території відбувається в третій декаді листопада і лише в окремих пунктах (Дружба, Покошичі) - наприкінці другої.

Для аналізу весняного сніготанення та умов формування водного режиму важливим є момент переходу середньодобової температури повітря через 0 °С в позитивному напрямку. У середньостроковому вимірюванні стійкий перехід через 0 °С спостерігається в третій декаді березня. Наприклад, на півночі, північному сході та сході території це відбувається у останніх п'яти днях березня, в центральній частині – на початку третьої декади цього місяця, як вказано в таблиці 1.1.

Табл. 1. 1 - Середні багаторічні дати стійкого переходу середніх добових температур повітря через 0 °С та встановлення і руйнування снігового покриву [11].

Станції	Дати переходу середньої добової температури повітря через 0 °С		Дати встановлення стійкого снігового покриву	Дати руйнування снігового покриву
	Восени	Весною		
Дружба	19.11	24.03	14.12	24.03
Семенівка	20.11	22.03	10.12	27.03
Покошичі	18.11	22.03	15.12	23.03
Щорс	24.11	19.03	14.12	24.03
Чернігів	23.11	19.03	19.12	16.03
Ніжин	23.11	19.03	16.12	18.03
Глухів	21.11	23.03	15.12	22.03
Конотоп	23.11	21.03	18.12	21.03
Білопілля	22.11	23.03	18.12	21.03
Нові Млини	23.11	21.03	18.12	21.03
Прилуки	25.11	20.03	19.12	15.03
Суми	22.11	23.03	14.12	18.03
Ромни	23.11	22.03	19.12	19.03
Лебедин	26.11	20.03	19.12	14.03
Гадяч	24.11	12.03	18.12	18.03
Лубни	29.11	18.03	17.12	15.03

Проведені авторами дослідження [15] аналізи, представлені у вигляді трирічних ковзних графіків середньомісячних температур повітря за лютий та березень за період 1945-2015 років (на основі метеорологічних даних, зібраних на станціях Глухів, Суми, Прилуки), підтверджують циклічність їх змін, а також вказують на багаторічну тенденцію до підвищення температур повітря в ці місяці (див. рис. 1.6 та рис. 1.7).

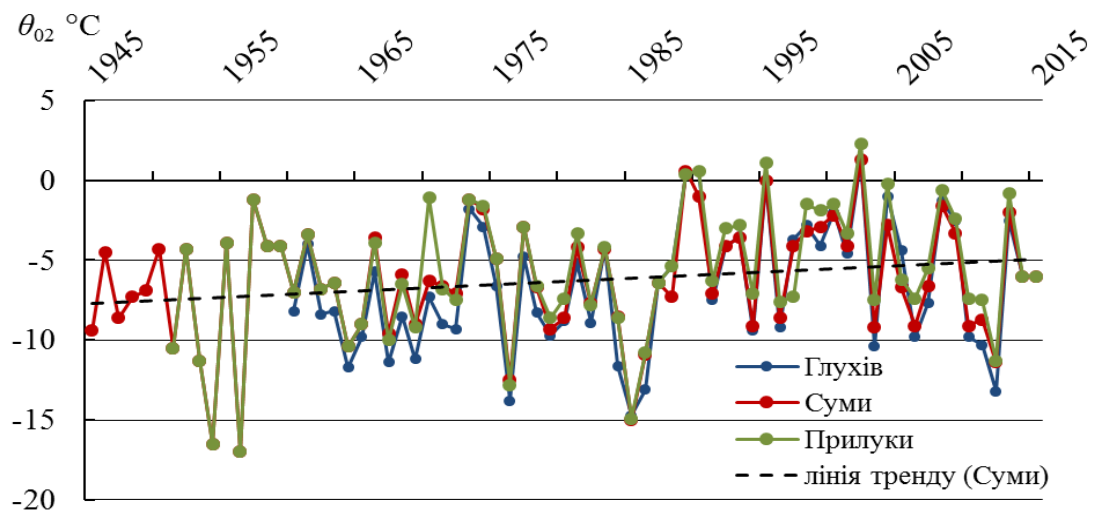


Рис. 1. 6 - Багаторічний хід (у вигляді трирічних ковзних) середньомісячних температур повітря за лютий (метеостанції Глухів, Суми, Прилуки) [15]

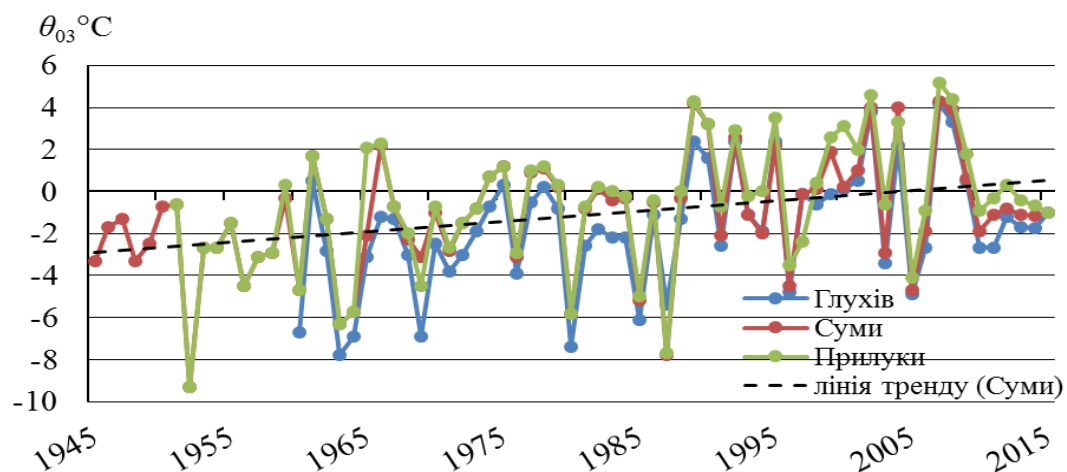


Рис. 1.7 - Багаторічний хід (у вигляді трирічних ковзних) середньомісячних температур повітря за березень (метеостанції Глухів, Суми, Прилуки) [15]

Неодноразові повернення холодів вже у процесі розвитку водопілля призводять до повторного встановлення снігового покриву на території річкових водозборів, уповільнення підйомів рівнів, розтягування строків проходження максимумів, яких може сформуватися декілька, уповільнення гілки спаду водопілля.

Глибина промерзання ґрунтів є одним з основних показників втрат тало-дощового стоку. Вона визначається складним комплексом взаємодіючих чинників - температурою повітря, товщиною снігового покриву, а також залежить від типу і вологості ґрунтового покриву, характеру рельєфу, виду рослинності. Ступінь промерзання ґрунтів на басейнах змінюється у широтному напрямку при закономірній зміні всього комплексу ландшафтних і кліматичних характеристик.

Середня дата настання стійкого промерзання ґрунтів по всій території в цілому припадає на кінець листопада. У деяких теплих зимах промерзання ґрунтів може відбуватися від третьої декади грудня до другої декади лютого. Тривалість періоду зі стійким промерзанням скорочується в південному напрямку і, в середньому, становить 100-125 днів на території Полісся, лісостепової і сходу степової зони. У тепліші зими кількість днів зі стійким промерзанням ґрунтів зменшується до 40-100 днів. Взагалі по країні середня глибина промерзання ґрунтів становить 50-70 см, а в холодні роки може зростати до 80-120 см, а в теплі зими – зменшуватися до 15-30 см [14].

Середні значення найбільших глибин промерзання ґрунтів спостерігаються на північному сході України – понад 80 см, при найбільших своїх значеннях (наприклад, взимку 1968-1969, 1971-1972, 1995-1996, 2002-2003, 2005-2006 рр.) до 100-250 см.

Хронологічні графіки за багаторічний період спостережень (1960-2015рр.) максимальних за зиму глибин промерзання ґрунтів (у вигляді трирічних ковзних і різницевих інтегральних кривих – рис. 1.8) за даними авторів [15] показують, що їх величини коливалися у бік збільшення в період з 60-х до середини 80-х років минулого сторіччя, далі незначно змінювалися протягом майже 20 років (до кінця 90-х), а на теперішній час поступово зменшуються, у зв'язку з сучасним підвищенням температур повітря зимових місяців у регіоні.

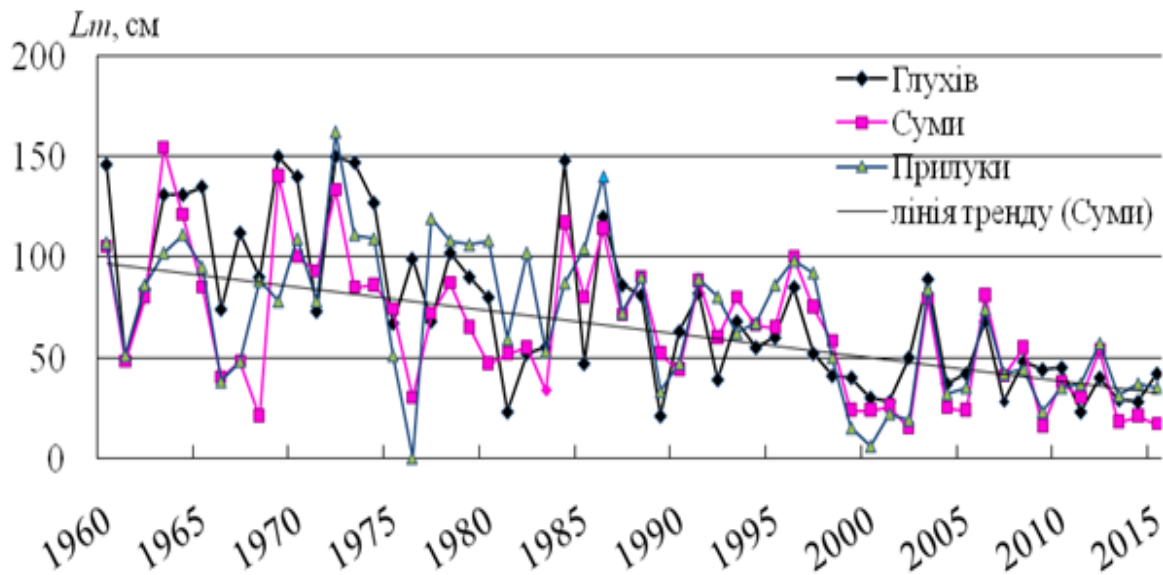


Рис. 1. 8 - Багаторічний хід (у вигляді трирічних ковзних) максимальних глибин промерзання ґрунтів (метеостанції Глухів, Суми, Прилуки) [15]

1.2.2 Атмосферні опади

Атмосферні опади є основним джерелом води на водосховищі при формуванні стоку весняного розливу річок. У цьому контексті враховуються опади, що випали протягом холодного сезону, у вигляді максимальних накопичень води в сніговому покриві, які утворилися до кінця зими, і весняні опади під час танення снігу, що також впливають на весняний стік води.

За співвідношенням тепла та вологи згідно фізико-географічного положення досліджувана територія відноситься до зони достатнього зволоження з максимумом опадів у теплий період [8, 12, 1]. Річна сума опадів зменшується рівномірно у напрямку з півночі та північного сходу на південь. Найбільша місячна сума опадів припадає на липень і в середньому за багаторіччя становить 77 - 88 мм, досягаючи в багатоводні роки 180-250 мм [8, 1]. Найменше опадів випадає у лютому – в середньому 30-37 мм. У маловодні роки місячна кількість упродовж року змінюється від

1 до 10 мм. Кількість опадів влітку та восени визначає характер межени і відповідно зволоженість водозборів та водність річок перед початком зими.

Нерівномірний розподіл опадів і по місяцях року. Формування весняного стоку річок рівнинної території України починається вже з осінніх місяців. Кількість опадів в цей період менша у вересні і жовтні і більша на початку холодного періоду (у листопаді і грудні). Опади холодного періоду року, визначають розміри снігонакопичення. У холодний період року, коли відбувається накопичення снігових запасів, у басейні Сейму випадає близько третини річної суми опадів – 200-260 мм, у багатоводні роки – 300-400 мм, а у маловодні - лише 80-100 мм. За період календарних зим у середньо-багаторічному розрізі кількість опадів змінюється в межах 198-224 мм, що засвідчують дані табл. А.4.

Середня багаторічна сума опадів від дати формування максимальних снігових запасів (в середньому 10 березня) до кінця водопілля (кінець травня) складає 110-150 мм. За квітень випадає 39-48 мм, за травень - 47-58 мм.

1.2.3 Сніговий покрив

Кількість снігу та його розподіл на поверхні водозбору залежать від метеорологічних умов періоду накопичення снігу (опадів, температур, вітрового режиму) та особливостей рельєфу, розподілу рослинності та інших факторів. Сніг виступає важливим кліматоформуєчим чинником і є основним джерелом живлення рівнинних річок України під час весняного танення.

Час утворення та танення снігового покриву залежить від погодних умов і може значно коливатися від року до року, і ці відмінності можуть суттєво відрізнятися від середніх значень за кілька років (див. табл. 1.1) [1,8,11,12,14].

Середні дати формування першого снігового покриву відстають на 2-5 днів від середніх дат, коли середня добова температура повітря переходить

через 0 °С. На досліджуваній території цей період припадає на другу декаду листопада.

Середнє число днів зі сніжним покривом становить 80-100 діб. Його руйнування відбувається в середньому у третій декаді березня, а повний схід – на початку квітня.

Для оцінки весняного стоку річок важливими параметрами снігового покриву є його висота, щільність і максимальні обсяги води, які містить сніговий покрив перед початком танення весняного періоду. Протягом зими середня висота снігового покриву в багаторічному аспекті зростає від 5-10 см (у грудні) до 20-40 см (перед весняним таненням). У зими з частими таненнями снігу характеризується меншою висотою снігу, хоча в таких умовах, як правило, опадів випадає більше. У холодні зими з тривалими морозами висота снігового покриву може досягати 50-70 см.

Щільність снігового покриву свого максимуму за зиму зазвичай досягає перед початком сніготанення і становить 0,26-0,34. При максимальних снігозапасах середня щільність дорівнює 0,24-0,27 .

Максимальні снігозапаси, а також дати їх настання змінюються із року в рік у широких межах. Значення максимальних запасів води в сніговому покриві в середньому за багаторіччя складають 55-70 мм .

У роки з багатосніжними і морозними зимами максимальні снігозапаси досягають 170-225 мм (зими 1955-56, 1966-67, 1967-68, 1986-87 рр.). Такі зими характеризуються сталим снігонакопиченням та рівномірним заляганням снігу на всій водозбірній площі.

Характерною особливістю процесів снігонакопичення є утворення під час відлиг льодової кірки, яка може досягати товщини 10-40 мм і зберігатися більшу частину зими наявність льодової кірки потребує більших теплових затрат на її руйнування, що призводить до уповільнення процесу водовіддачі зі снігового покриву, до затримки талих вод на поверхні ґрунту, уповільнення процесу їх просочування в ґрунт і відповідно до зглажування ординат схилових гідрографів на малих водозборах.

Аналіз матеріалів снігозйомок на досліджуваній території [15] засвідчує, що в роки з теплими зимами, частими відлигами та температурними контрастами у добовому розрізі, сніговий покрив залягає нерівномірно, його висота не перевищує 10-15 см, а в південній частині території іноді він може бути відсутній. В такі зими максимуми снігозапасів формуються наприкінці грудня – у січні. В останні десятиліття спостерігається загальна тенденція до зменшення тривалості періоду сталого снігонакопичення, а також норми максимальних снігозапасів.

Аналіз довготривалих спостережень за сніговими запасами, згідно з висновками дослідників [15], вказує на те, що значення максимальних водних запасів у сніговому покриві не лишалися незмінними протягом тривалого періоду (рис. 1.9). З 1945 по 1965 роки вони зменшувалися, потім після різкого зростання залишалися сталими на високих рівнях (до 90-х років минулого століття), а в сучасний період спостерігається виражена тенденція до зменшення цих значень.

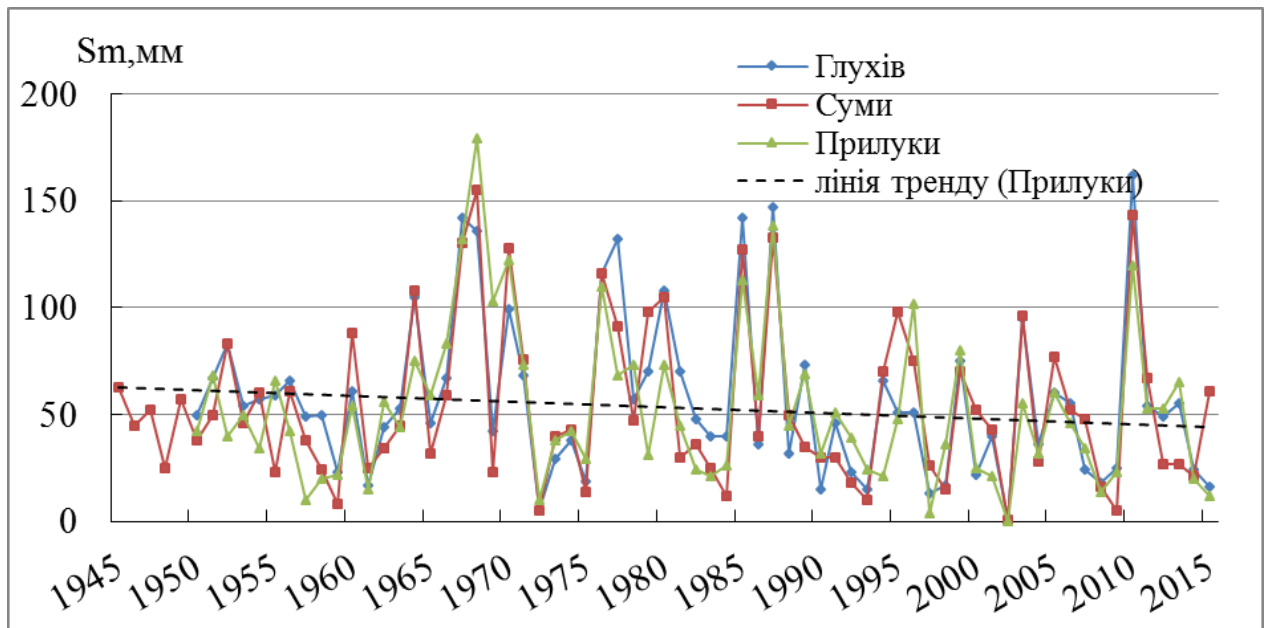


Рис. 1.9 - Багаторічний хід (у вигляді трирічних ковзних) максимальних запасів води в сніговому покриві (метеостанції Глухів, Суми, Прилуки) [15]

1.2.4 Вітровий режим

Вплив вітрового режиму на розглядуваній території визначається змінами атмосферного тиску, перетворенням повітряних мас, циркуляційними процесами, орографією, місцевим розташуванням господарських угідь, населених пунктів та великих міст. Напрямок і швидкість вітру упродовж року постійно змінюються під впливом цих чинників. Аналіз щорічних вітрових розподілів свідчить про те, що найбільшу стійкість проявляють південні, південно-східні та східні вітри у період з листопада по лютий. Восени, через збереження впливу азорського максимуму, також спостерігаються часті вітри західної чверті. Частота вітрів за напрямками в період із сніговим покривом на території дослідження подана в табл. 1.2. [8, 12].

На досліджуваній території середні швидкості вітру змінюються від 3 до 5 м/с, що визначається як характером циклонічної діяльності, так і розчленованістю рельєфу і наявністю лісових масивів. Повторюваність таких вітрів становить 40-65 %, помірних (зі швидкістю 6-10 м/с) - 20-30 %. У холодний період вітри зі швидкістю 10 м/с та вище з ймовірністю перевищення 50 % фіксуються в середньому 7-9 днів, зі швидкістю 15 м/с та вище – 1-3 дні на місяць.

Найбільші середньомісячні швидкості вітру припадають на лютий і можуть досягати на сході території 8,3 м/сек (табл. 1.2).

Максимальна швидкість, зафіксована вимірювальними приладами (флюгер, анеморумбометр) переважно сягає 20-30 м/с, а за даними окремих станцій - 34 м/с (табл. 1.2).

Табл. 1. 2 - Повторюваність (%) напрямку вітру [13]

Станція	Місяць	Напрямок вітру							
		Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Глухів	X	10,1	6,0	10,4	9,6	17,7	16,0	18,4	11,8
	XI	6,8	7,0	10,0	12,0	20,3	18,9	17,2	7,8
	XII	8,1	7,4	11,1	11,5	21,2	16,7	14,0	10,0
	I	8,7	10,9	15,0	10,5	19,1	14,4	13,8	7,6
	II	8,6	11,1	19,6	12,2	17,6	11,3	11,4	8,2
	III	6,9	11,0	19,1	14,6	19,6	11,8	10,2	6,8
Суми	X	8,0	6,0	11,4	16,0	12,9	13,1	18,0	14,6
	XI	5,9	6,6	11,0	19,4	16,2	14,4	17,3	9,2
	XII	6,4	7,1	10,1	20,5	15,7	12,9	15,9	11,4
	I	7,6	8,8	13,7	19,5	13,5	11,9	13,9	11,1
	II	6,3	8,3	17,1	22,6	12,0	9,4	13,6	10,7
	III	5,7	9,1	18,9	22,7	13,0	10,5	11,8	8,3
Прилуки	X	9,4	6,5	8,9	14,0	18,2	12,9	15,3	14,8
	XI	7,2	7,4	9,8	17,6	19,0	15,3	13,8	9,9
	XII	9,8	7,8	8,6	17,2	17,0	14,3	13,1	12,2
	I	10,1	11,9	12,2	15,8	16,9	10,7	11,4	11,0
	II	9,8	11,7	15,7	18,1	15,3	9,4	9,8	10,2
	III	7,0	14,0	15,9	17,9	17,2	9,9	9,9	8,2

1.3 Характеристика водного режиму річок у весняний період року за даними багаторічних спостережень

Водний режим річок визначається особливостями їх водопілля, тривалістю цього явища і частково участю талої води у річному стоці. Це, в свою чергу, пов'язане з типом живлення річки. У даному регіоні річки мають змішане живлення, причому на півночі території роль талого стоку в формуванні річного стоку виявляється більш значущою, ніж на південній частині [1, 8].

Співвідношення між сніговим, дощовим та підземним живленням варіює залежно від років з різним рівнем водності. У вологі роки стік

весняного танення складає 70-80% від загального річного стоку, у середні водні роки – 60-70%, а в сухі роки – 50-60%.

Річки, які піддаються дослідженню, розташовані в різних географічних зонах, що призводить до різниці у умовах формування весняних водопілля, як за кліматичними параметрами, так і з урахуванням фізико-географічних особливостей підстильної поверхні.

У східній частині лісової зони, особливо в басейні Десни, заслуговують на увагу характер холодних та високосніжних зим, які сприяють виникненню виражених повноводних весняних водопілля з часткою від 39% до 80% в загальному річному стоці річок. Зимові відлиги тут виявляються рідкими і неглибокими, за винятком нижньої частини Десни. Водність річок у цьому регіоні обумовлюється запасами води в сніговому покриві, при великій залісеності басейнів, процесами сніготанення та обмеженими опадами, які припадають на період танення снігу. Властивості водопроникності ґрунтів, які визначають основні втрати весняних вод через інфільтрацію, формуються внаслідок зволоження водосборів під час рясних осінніх дощів та глибокого промерзання ґрунтів взимку. При цьому їхні властивості водопроникності майже не змінюються з року в рік.

Весняне водопілля може відзначатися як однією, так і двома хвилями. Типово процес починається з середини другої або початку третьої декади березня, проте ранні початки можуть наступати в першу декаду лютого, а пізні - в кінець першої або початок другої декади квітня. Зазвичай максимуми відзначаються наприкінці березня чи на початку квітня, зокрема в середній та нижній течіях Десни - в першій декаді квітня. У випадках раннього початку водопілля найвищі значення витрат води зафіксовані у третій декаді лютого чи на початку березня. Найбільш пізні максимуми спостерігаються у другій половині квітня. Тривалість водопілля у роках із високим рівнем сніготанення в середньому становить 40-45 днів, а при слабкому розвитку весняних процесів - до 80-100 днів.

Великий (щодо об'єму) весняний стік формується у роки з холодними зимами, коли має місце значне і стабільне накопичення снігу, при низькій водопоглинальній здатності ґрунтів, інтенсивному таненні снігу в умовах швидкого підвищення температури, іноді сприяється рідкісним опадам, які випадають на танучий сніг.

Самими об'ємними і великими за максимальним розходженням води весняним стоком в басейні Десни виявились роки 1932, 1942, 1947, 1956, 1960, 1963, 1970, 1971, 1978, 1979, 1980, 1986, 1988, 1994, тоді як періоди з низьким водостоком весною припадали на 1944, 1950, 1954, 1962, 1965, 1969, 1975, 1976. Загалом, серед років з низьким водостоком у останньому десятиріччі видається, що 1998, 2003, 2006, 2010 роки були періодами найбільшого весняного стоку.

У східній частині лісостепової зони (в межах басейнів рр.Трубезж, Супой, Сула, Псьол і Ворскла), спостерігаються зими з порівняно сталим сніговим покривом; вони іноді перериваються короткочасними відлигами, які не дають суттєвого поверхневого стоку. Весни з різким переходом температури повітря до позитивних значень призводять до дружнього сніготанення, накопиченого за зиму, при незначних втратах тало-дощових вод на інфільтрацію. В роки, коли дощові опади на підйомі і спаді водопілля суттєві, вони можуть впливати на форму гідрографів цього періоду.

Водопілля на розглядуваних річках сходу лісостепу починаються в середньому 8-12 березня, а закінчення його припадає на кінець квітня – першу декаду травня. Середні строки максимальних витрат води відмічаються від 20 до 31 березня, а тривалість водопілля, яка залежить від дружності та водності весни для різних за площами водозборів, триває від півтора до двох місяців. Багатоводні водопілля тут спостерігалися, наприклад, у 1929, 1932, 1940, 1941, 1953, 1960, 1963, 1968, 1970, 1980, 1986, 1994, 1996, 2003, 2006, 2010 та ін. рр., а менші за водністю – у 1930, 1936, 1944, 1948, 1954, 1961, 1965, 1975, 1984, 1989, 1992, 2001, 2002 та ін. рр. [15].

Для характеристик максимальних витрат води весняним стоком на всіх річках розглядуваної території виявлений помітний негативний тренд, як показано на рисунку 1.10 [15]. Аналіз різницевої інтегральних кривих (рисунок 1.11) дозволив дослідникам [15] визначити періодичний знижувальний компонент для характеристик максимального весняного стоку, який став помітним з початку 1980-х років минулого століття. Слід відзначити, що цей період співпадає з фазою пониження водності весняного водопілля річок, і ця динаміка може зазнати змін у майбутньому.

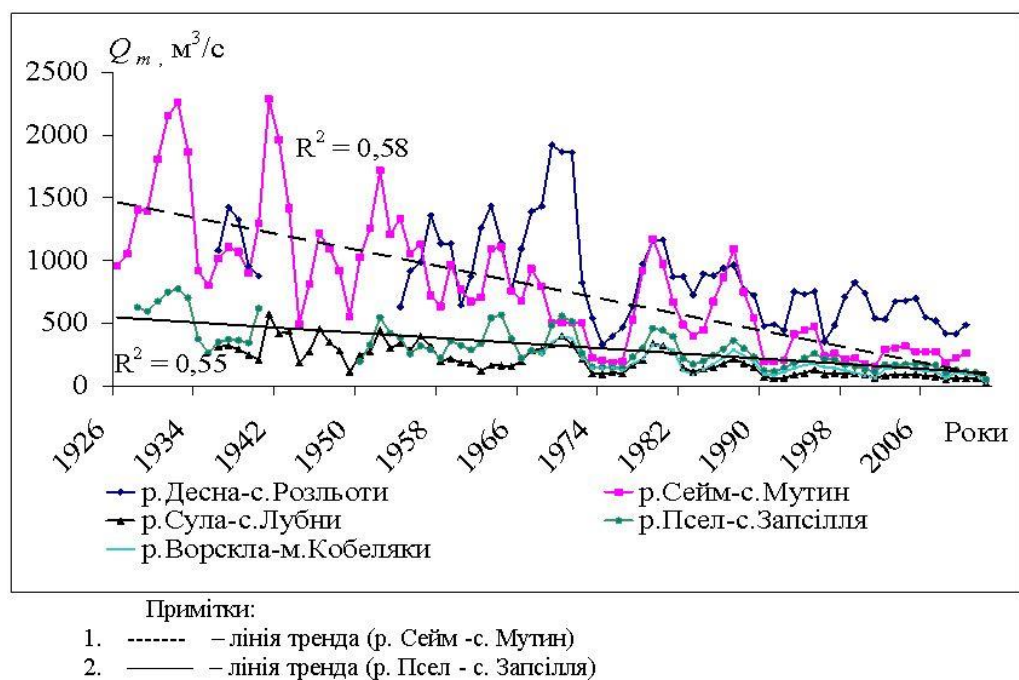


Рис. 1.10 - Хронологічний графік (у вигляді трирічних ковзних) максимальних витрат води весняного водопілля в басейнах Десни і лівих приток Середнього Дніпра [15]

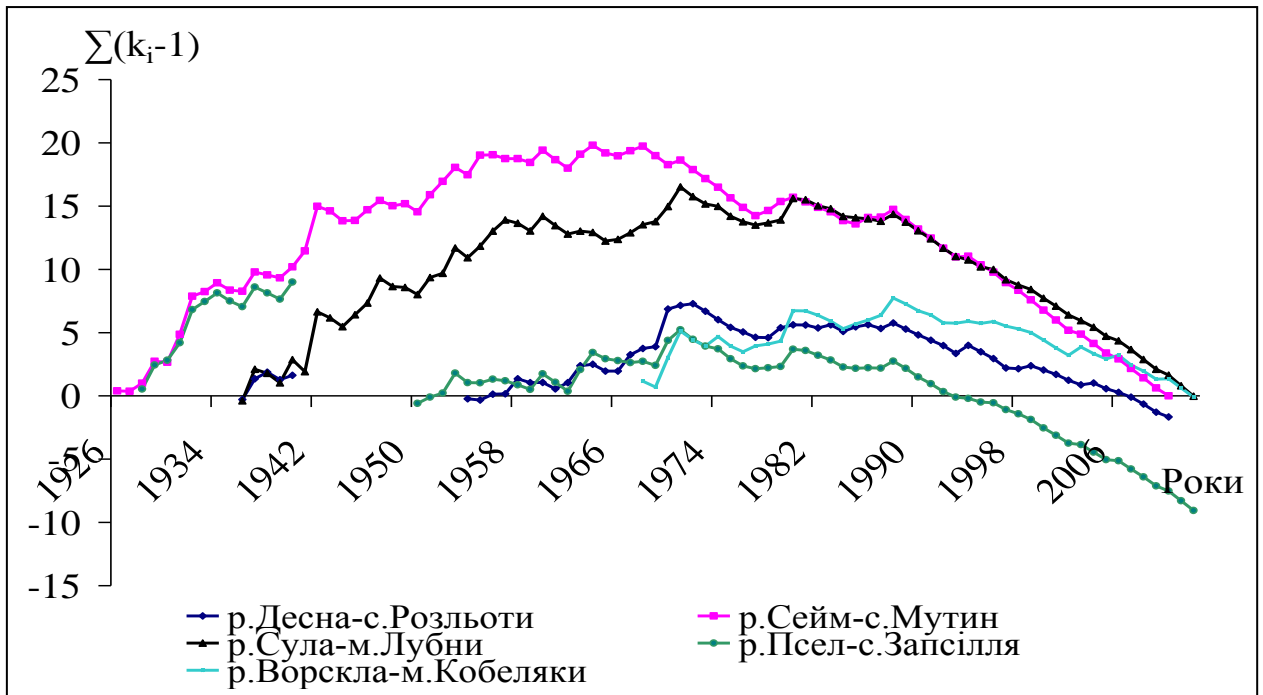


Рис. 1.11 - Різницеві інтегральні криві максимальних витрат води весняного водопілля в басейнах лівих приток Середнього Дніпра [15]

1.4 Гідрометеорологічна мережа спостережень та створення багаторічної бази гідрометеорологічних даних

Для прогнозування довгострокових характеристик стоку весняного водопілля на територіальному рівні використовувалися дані з гідрологічних, метеорологічних та агрометеорологічних спостережень, здійснених протягом багатьох років Державною мережею гідрометслужби в басейнах річок Десна та інших лівих приток Середнього Дніпра. Також врахована гідрометеорологічна інформація для окремих частин басейнів річок Десна, Сейм, Псол і Ворскла, які розташовані на території Російської Федерації.

На розглядуваній території розташовано 48 гідрологічних постів, які систематично ведуть спостереження за рівнем стоку. Ці пости охоплюють великий діапазон водосховищ, починаючи від 29,5 км² (річка Головесня - село Покошичі) і закінчуючи 88 500 км² (річка Десна - село Літки). Розташування гідрологічних постів по території є досить рівномірним, що

можна спостерігати на рисунку 1.12, і їх перелік наведений у таблиці Б.1 (на території України) [16, 1].

Спостереження за метеорологічними і агрометеорологічними чинниками весняного водопілля ведуть 59 станцій і постів [13, 14], список яких надається у табл.Б.2, а схема розташування – на рис. 1.12

У розробці прогнозної схеми для максимальних витрат води весняного водопілля враховуються різні метеорологічні параметри, такі як температура повітря, кількість атмосферних опадів, обсяги води в сніговому покриві та кількість опадів [13].

Снігомірні пункти розташовані рівномірно за площею. У зоні виникнення весняного стоку рік Десни, Сейму та інших річок (в межах Російської Федерації) існує 31 метеорологічна станція (пост).

Для передбачення параметрів весняного водопілля використовувалися агрометеорологічні дані, зокрема глибина промерзання ґрунту під озимими культурами, які були отримані внаслідок спостережень метеорологічних станцій [14].

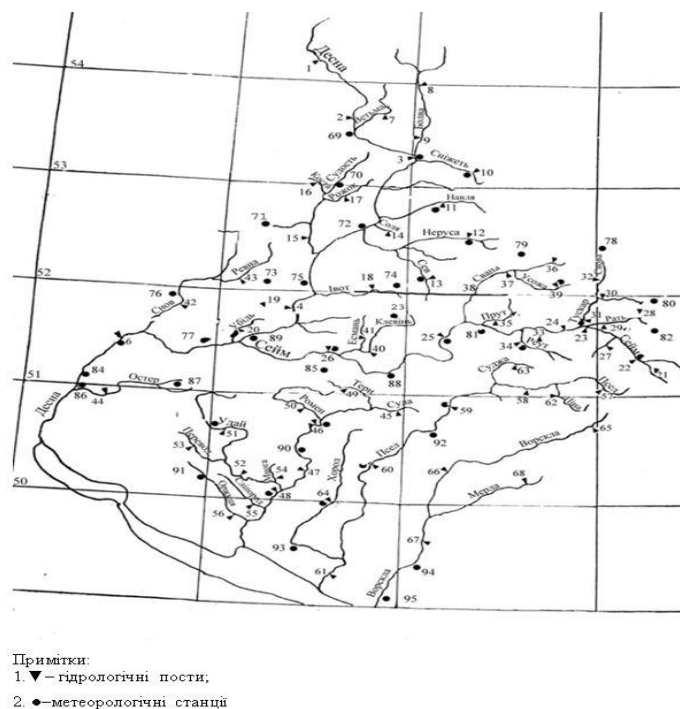


Рис. 1. 12 - Гідрометеорологічна вивченість території лівобережжя Середнього Дніпра (в межах України)

На основі зазначених гідрометеорологічних параметрів та гідрологічних властивостей весняного водопілля у басейнах річок Десна та інших лівих приток Середнього Дніпра була створена електронна база вихідних даних у форматі Excel (у період з 2021 по 2023 рр.), яка буде використана при застосуванні методики територіальних довгострокових прогнозів параметрів весняного водопілля. Отримання актуальних гідрометеорологічних спостережень здійснюється через комп'ютерну систему "Автоматизоване робоче місце" (АРМ гідро, рис.1.13), використовуючи Інтернет-мережу [17].

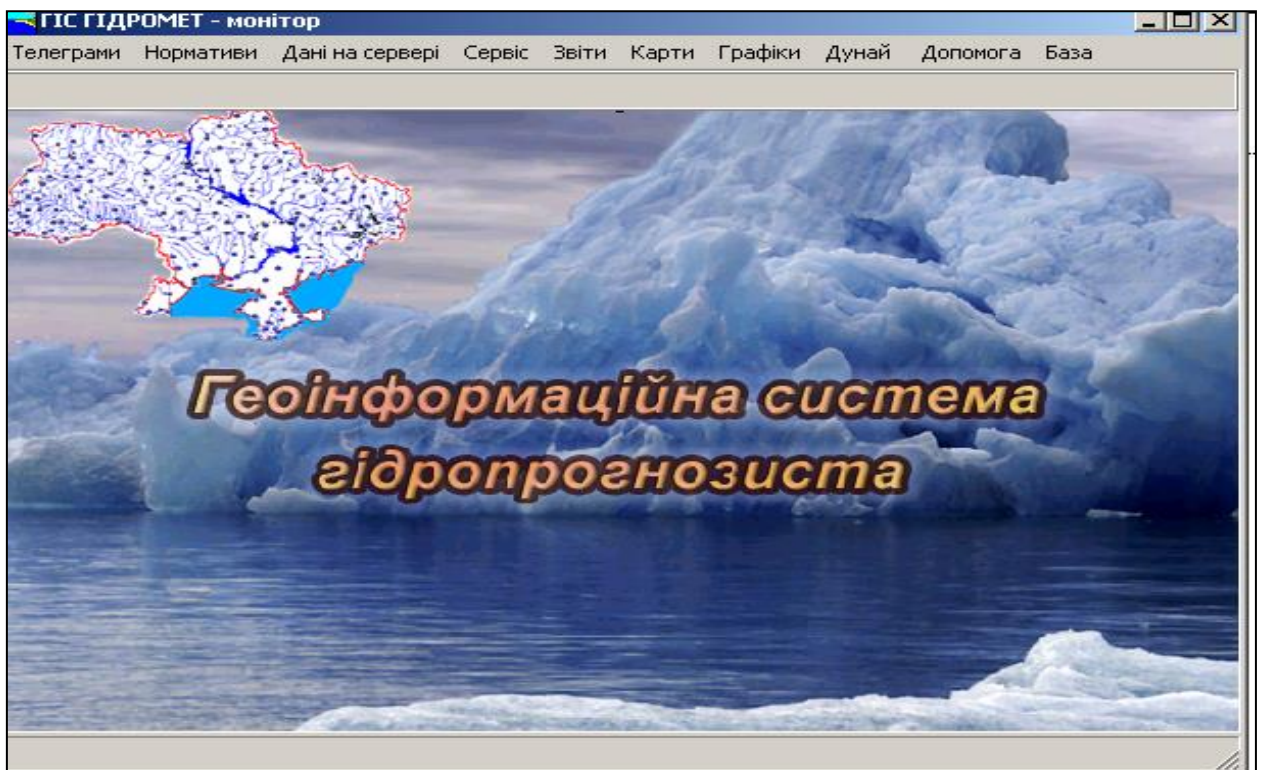


Рис. 1. 13 – АРМ гідролога-прогнозиста [17]

2 МЕТОДИ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО ДОВГОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ

2.1 Відомі методи передбачення максимумів весняного водопілля

Відома і широко використовується в практиці формула для передбачення максимуму весняного стоку річок (Q_m , м³/с) має вигляд [18]

$$Q_m = kF \frac{k_\phi}{T_n} Y_m, \quad (2.1)$$

де Y_m - об'єм за водопілля, мм;

F - розміри басейнів, км²;

T_n – час проходження водопілля, д;

k_ϕ – коефіцієнт форми графіку ходу у часі витрат води водопілля;

k - коефіцієнт переводу в єдину розмірність.

Розмір величин T_n і k_ϕ визначається інтенсивністю весни і об'ємом стоку весняного періоду Y_m .

Практичне рішення рівняння (2.1) для передбачення максимуму стоку весняного періоду виконується на практиці за співвідношенням $Q_m = f(Y_m)$. При цьому точність прогнозів Q_m визначатиметься вірністю розрахунків величини Y_m ([19]).

Свого часу такі залежності були встановлені для різних річок О.А.Спенглером, М.С.Саловим, В.Н.Паршиним і М.С.Саловим (1955 р.), В.Д.Комаровим (1959 р.), Г.П.Калініним і Т.Т.Макаровою (1957 р.), В.В.Салазановим (1964 р.). В межах території України таке передбачення велося в дослідженнях М.В.Рудометова (1969 р.), А.В.Крижановської (1969 р.), М.Г.Рубцова (1970 р.), а в подальшому викладено й в роботі [18].

Слід сказати, що більш точні залежності отримані авторами для території степової і лісостепової зон, з одномодальними графіками ходу витрат води. Вигляд графіків є лінійним чи криволінійним [15] з коефіцієнтом тісноти зв'язку 0,80 - 0,95. Для території лісової зони водопілля характерними є не сталі погодні умови зі поверненням похолодань в періоди танення снігу, різним за часом і тривалістю таненням снігу у польових і лісових частинах водозборів і значних весняних опадах, то тут графік ходу витрат води різниться від року до року. Прогнозні залежності при цьому мають більший розкид точок (коефіцієнти тісноти зв'язків зменшуються до 0,7 – 0,8), а в окремі роки й зовсім точки значно відхиляються від лінії зв'язку [19].

При цьому задача вирішується шляхом використання ще однієї змінної [18,19], що визначає погодні характеристики під час сніготанення у весняний період. Відомі з них такі:

- відношення максимуму до об'єму весняного стоку (В.Д.Комаров, 1959 р., М.В.Рудометів, 1969 р.);
- інтенсивність процесу танення снігу у часі, як об'єму поталих вод й дощових опадів або у вигляді відношення коефіцієнту i_{ϕ} до його середнього значення i_0 з урахуванням снігу на територіях;
- величина інтенсивності у часі надходження води з урахуванням витрат на всмоктування води, суми зимових відємних температур повітря і знаку ("+" або "-") зміни висотни тиску від першої частини зими (XII-I місяці) до 2-ої її частини (II місяць) – для території р. Десна (М.В.Рудометів, 1969 р.) і річок у Верхньому Дніпрі (А.Б.Крижановська, 1969 р.);
- циркуляція атмосфери за зміною її характеру при зміні синоптичних періодів або сезонів (Х.П.Погосян, Є.І.Савченкова, 1950 р., Б.М.Гінзбург, 1959, 1960 рр.). Якщо збільшується градієнт температури або барички (тиску) від передзим'я і першої частини зимового періоду до другої частини, то це призводить до збільшення надходження тепла зі знаком (+), і

скоріш за все буде спостерігатися інтенсивність теплових потоків вже весною при зниженні градієнту зі знаком (-).

Показники інтенсивності танення снігу можуть бути визначені не точно, тому не завжди призводять до найкращих результатів.

Ще одним підходом є побудова методики передбачення річкових максимумів весняного стоку на основі одержання звязків Q_m від його метеорологічних чи інших факторів [19, 20], при однакових фізичних процесах формування річкового стоку зазначеного періоду року.

В дослідженнях П.Ф.Вишневецький, П.М.Ігнатенко у 1954 р. рішення задачі передбачення максимумів на основі зясування звязків з запасами снігу, його періоду танення та зволоження підстильного ґрунту перед зимою.

Відомі методи довгострокового передбачення річкових максимумів весняного періоду побудовані для великих річок з регулярними вимірами витрат вод.

2.2 Практичні методи для просторового передбачення максимумів весняного стоку річок

В дуже високі водопілля доцільна характеристика розмірів весняного стоку для великих районів, включаючи гідрологічно невивчені річки.

Це може бути виконано на основі побудови територіальних методик перебачення стоку річок, які дозволяли б встановлювати величину максимуму весняного стоку для будь-якого басейну й навіть невеликого.

Так як максимальний модуль стоку залежить від розмірів річкових басейнів, розробка просторових прогнозів максимумів водопіль потребує врахування трансформації паводкових хвиль під впливом часу руслового добігання й русло-заплавного регулювання.

Побудова просторової методики для довгострокового прогнозу максимального стоку весняного періоду зроблена в роботі О. С. Змійової

[20]. В її основу покладена модель одноmodalного гідрографу на основі редуційної формули

$$q_m = \frac{k_0 Y_m}{F^{n_1}}, \quad (2.2)$$

де q_m - максимальний модуль стоку, $m^3/(c \cdot km^2)$;

k_0 - коефіцієнт, що залежить від рельєфу басейну;

n_1 - показник редуції модуля стоку за розміром басейну F .

Формула (2.2) схожа на формули для нормування характеристик максимального весняного стоку [21], яка має вигляд:

$$q_m = \frac{k_0 Y_m}{(F+1)^{n_1}} \delta_1 \delta_2 \delta, \quad (2.3)$$

де δ - коефіцієнт впливу озер;

δ_1 і δ_2 - параметри впливу залісеності і заболоченості басейнів.

У рівнянні (2.3) при $F \rightarrow 0$ ми можемо одержати такий вигляд рівняння

$$q_m = k_0 * Y_m = q'_m. \quad (2.4)$$

Відповідно до ландшафтно-гідрологічного районування території автором методу обозначені однорідного райони, для яких узагальнені параметри прогнозу моделі - розрахункової формули (2.2) і побудовано звязки між весняним максимумом води і об'ємом весняного стоку, де третья змінна є розмір водозбору. Ця схема не знайшла широкого використання в гідрологічному передбаченні максимумів водопіль.

Для розробки просторової методики передбачення максимуму стоку в [22] запропонований засіб, де максимальні витрати води (Q_{mi}) надаються як модульні коефіцієнти

$$k_i = Q_{mi}/Q_0, \quad (2.5)$$

де Q_0 - середня величина максимуму води весняного періоду в i -му гідрологічному створі річки, $\text{м}^3/\text{с}$.

В цьому випадку модульні коефіцієнти k_i узагальнюються по території (\bar{k}) і встановлюється зв'язок з сумою запасів води в сніговому покриві й весняних опадів ($S_m + X_1$) та вологістю ґрунтів на басейні (U) у вигляді

$$\bar{k} = f((S_m + X_1), U). \quad (2.6)$$

Передбачення максимуму води по цій методиці ведеться так: по величині ($S_m + X_1$) і U і залежності (2.6) встановлюються середні величини коефіцієнту \bar{k} . По нормах максимальних витрат води Q_0 для конкретної річки визначаються витрати води як $Q_m = \bar{k}Q_0$.

Метод дає можливість передбачення Q_m для річок з тривалими рядами спостережень для визначення норми Q_0 і не можливий для розрахунків максимуму по річках, на яких спостереження відсутні.

2.3 Основи методу просторового довгострокового прогнозування максимумів стоку весняного періоду

2.3.1 Положення методу передбачення максимумів стоку весняного періоду

В роботах авторів [1, 2, 4, 23, 24] обґрунтовані залежності для передбачення максимумів стоку весняного періоду та максимальними снігозапасами як

$$q_m/q_0 = f(S_m/S_0) \quad (2.7)$$

або

$$k_{q_m} = f(k_s), \quad (2.8)$$

де q_m і q_0 - максимум стоку весняного періоду і його норма, $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$;

S_m і S_0 - максимальний снігозапас і його норма, мм;

k_{q_m} - модульний коефіцієнт максимуму стоку весняного періоду;

k_s - модульний коефіцієнт вологозапасів на басейні.

Для майбутнього діагнозу стоку весняного періоду було застосовано дискримінантну модель у вигляді рівняння [25]:

$$DF = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_mx_m, \quad (2.9)$$

де $A = (a_0, a_1, a_2, \dots, a_m)$ - вектор коефіцієнтів дискримінантної функції;

$X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ - набір признаков;

m - кількість признаков ($j = 1, 2, \dots, m$).

Майбутній діагноз стоку весняного періоду встановлюється за знаком дискримінантних функцій як багато-, середньо- і маловодних. При цьому використаний комплекс метеорологічних чинників: максимальних снігозапасів, вологість басейну, глибини промерзання, температури повітря у лютому та березні.

Зв'язки $q_m/q_0 = f(S_m/S_0)$ можуть бути математично виражені у вигляді рівнянь

$$\frac{q_m}{q_0} = b_0 + b_1 \frac{S_m}{S_0} + b_2 \left(\frac{S_m}{S_0}\right)^2 + b_3 \left(\frac{S_m}{S_0}\right)^3, \quad (2.10)$$

де b_0, b_1, b_2, b_3 - коефіцієнти рівнянь.

Коефіцієнти дискримінантних рівнянь та прогнозних залежностей однакові для річок однорідних за умовами формування весняних водопіль районів.

Передбачення очікуваних величин максимальних модулів весняного періоду q_m , $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$ ведеться так

$$q_m = k_{q_m} q_0, \quad (2.11)$$

а максимумів стоку ($\text{м}^3/\text{с}$) –

$$Q_m = k_{q_m} q_0 F, \quad (2.12)$$

де F - розміри басейнів, км^2 ;

q_0 – норма модулю максимального весняного стоку, $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$.

Для вивчених у гідрологічному відношенні річок величини q_0 можна визначити як їх статистичну величину

$$q_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{m_i}}{n * F}, \quad (2.13)$$

де Q_{m_i} - максимуми стоку весняного періоду i -х років за період спостережень n .

Для вивчених у гідрологічному відношенні річок величини q_0 можна визначити за моделлю типового редуційного гідрографа водопілля Е. Д. Гопченка і В. А. Овчарук [21, 26].

2.3.2 Визначення ймовірності настання у багаторічному періоді прогнозних максимумів стоку весняного періоду

Визначення ймовірності настання у багаторічному періоді прогнозних максимумів стоку весняного періоду відбувається за спрогнозованими за методикою максимальними модульними коефіцієнтами k_{q_m} і коефіцієнтами

варіації максимальних витрат води водопіль $(C_V)_{Q_m}$ по таблицях трипараметричного гама-розподілу С.Н. Крицького і М.Ф. Менкеля [27,28] при встановленому для даної території $(C_S/C_V)_{Q_m} = 2.5$ [1].

Для невивчених у гідрологічному відношенні річок величина $(C_V)_{Q_m}$ може бути отримана за регіональною залежністю [27]

$$(C_V)_{Q_m} = 1.09 - 0.17(\varphi^\circ - 50), \quad (2.14)$$

де φ° - географічна широта річкових басейнів, в частках $^\circ$ півн. ш.

Ймовірності настання у багаторічному періоді прогнозних максимумів стоку весняного періоду надаються у вигляді

$$P_1 < P_{Q_m} < P_2, \quad (2.15)$$

де P_1 і P_2 – граничні межі ймовірності [27].

2.3.3 Картографічне надання просторових довгострокових прогнозів максимумів стоку весняного періоду

Картографічне надання просторових довгострокових прогнозів максимумів стоку весняного періоду запропоновано в методиці [19, 20]. Це є карти очікуваних величин максимальних модульних коефіцієнтів k_{q_m} , що складаються в оперативному режимі на різні дати випуску прогнозів з комп'ютерним представленням прогнозних величин [1, 2, 29, 30].

За картами встановлюються прогнозні величини максимумів стоку весняного періоду (як модульні коефіцієнти) для конкретного водозбору, також дозволяють здійснити просторовий моніторинг розмірів майбутнього водопілля для значної території у кожному році.

До цих карт надаються й картосхема ймовірності настання у багаторічному періоді прогнозних максимумів стоку весняного періоду прогнозних величин у багаторічному розрізі (Р %) для річок вивчених і невивчених у гідрологічному періоді.

2.4 Сучасна модель для довгострокових гідрологічних прогнозів характеристик весняного водопілля рівнинних річок «СЛОЙ-2» (автор М.М.Сусідко)

Математична модель СЛОЙ-2 призначена для довгострокових гідрологічних прогнозів характеристик весняного водопілля рівнинних річок [31-34], що представлена в роботі автора [1].

Модель СЛОЙ-2 застосовується для будь-яких ландшафтних умов, процесів динаміки формування і танення снігу, глибини промерзання, вологості, так і передбачення шарів (об'ємів) стоку і максимальних витрат води водопілля.

Вихідна інформація - дані спостережень гідрометеорологічної мережі про запаси води в снігові, вологості водозбору, промерзання ґрунтів, температура повітря і опади. Такі метеорологічні характеристики можуть бути й розраховані за математичними формулами.

2.4.1 Методика просторових довгострокових гідрологічних прогнозів шарів стоку весняного водопілля рівнинних річок в моделі «СЛОЙ-2»

Для передбачення об'ємів стоку води водопілля в моделі СЛОЙ-2 застосовується вирішення рівняння водного балансу на основі побудови залежностей об'ємів стоку води від максимальних снігозапасів на дату випуску прогнозу та кількості дощів за вени період, а також врахуванні зволоженості та промерзання ґрунтів як їх інфільтраційна здатність.

Витрачання вологи під час водопілля представлені в моделі двома показниками: коефіцієнт стоку й шар поверхневого затримання води на поверхні водозбору. Тобто основі показники втрат води це вологість промерзання ґрунту, інтенсивність танення снігу та ще й ступінь водогосподарських заходів. Враховуючи недостатню репрезентативність снігомірних зйомок [35-37], в моделі в якості прихідної складової прийняті опади.

Втрати води в моделі СЛОЙ-2 визначаються за методом, що запропонований І.Г.Рубцовим [38] для лісостепових та степових районів України [35]. Для розрахунку водовіддачі під час зимових відлиг в моделі використаний методичний підхід з використанням коефіцієнтів танення та показників водоутримуючої спроможності снігу.

Універсальність моделі СЛОЙ-2 полягає в можливості її використання в різних фізико-географічних умовах [31]. При цьому виконуються такі процедури:

- а) матмоделювання динаміки промерзання та відтанення ґрунту, зміни вологості водозбору;
- б) розрахунок сніготанення, водоутримуючої спроможності снігового покриву, водовіддачі та стокоутворення зимових відлиг;
- в) враховується зайнятість території снігом при визначенні сніготанення під час відлиг - на відкритих та залісених частинах басейну;
- г) при матмоделюванні стану ґрунтів (динаміки промерзання та відтавання) та оцінці інтенсивності танення снігу приймається залісеність водозбору;
- д) затримка тало-дощової води на поверхні при різних ландшафтах басейну та метеорологічних погодних умов;
- е) враховуються також метеохарактеристики - температура повітря, вологість та глибина промерзання ґрунту.

У відповідності з прийнятою схемою, шар стоку за водопілля h (мм) з водозбору розраховується в моделі як

$$h = \eta(S + P) - \Delta P + h_0, \quad (2.16)$$

де η – коефіцієнт тало-дощового стоку води по поверхні басейну;

S – середні на водозборі снігозапаси, мм;

P – опади під час сніготанення, мм;

ΔP – середній шар утримання талого стоку, мм;

h_0 – шар ґрунтового живлення річок, мм.

В моделі СЛОЙ-2 розглянуті два варіанти передбачення об'ємів стоку води за весняний період.

Перший варіант - об'єм стоку h (мм) розраховується зі всього басейну при середній його залісеності, а другий - розрахунок об'ємів води окремо с залісених та відкритих частин басейну за формулою вигляду

$$h = (1 - f_l)\tilde{h}_n + f_l\tilde{h}_l - \Delta P + h_0, \quad (2.17)$$

де \tilde{h}_n – шар стоку з поля, мм;

\tilde{h}_l – шар стоку з лісу, мм;

f_l - залісеність, в частках площі;

ΔP – шар утримання тало-дощової води, мм;

h_0 – шар базисного живлення, мм.

Найкращі результати отримані авторами моделі у другому варіанті при площі лісу басейнів від 30 до 70% [27-29].

Просторовий довгостроковий прогноз об'ємів стоку за водопілля. При розрахунках і прогнозах об'ємів стоку весняного водопілля з метою їх просторового представлення в моделі використовується різний обсяг вихідної інформації. Це пов'язано тим, що відомості про метеорологічні величини і агрогідрологічні властивості ґрунтів є лише по даних метеостанцій. В прогнозному варіанті метеорологічні величини

(температурна характеристика і кількість опадів) приймаються з орієнтуванням на середньобогаторічні їх величини.

2.4.2 Методика просторового передбачення максимумів стоку весняного періоду рівнинних річок в моделі «СЛОЙ-2»

Метод ймовірнісної оцінки максимальних витрат води, що пропонується авторами моделі, ґрунтується на наступних положеннях [1, 32,33]:

а) між шарами стоку h і максимальними витратами води Q_m існує зв'язок, який визначається осередненим рівнянням

$$\tilde{Q}_{m_{сер}} = K_Q h, \quad (2.18)$$

де $\tilde{Q}_{m_{сер}}$ - витрати води, оцінені по середній лінії зв'язку;

K_Q - перевідний коефіцієнт;

б) відхилення максимумів від лінії зв'язку

$$\Delta Q = \tilde{Q}_{m_{сер}} - Q_m \quad (2.19)$$

залежить від витрат води $\tilde{Q}_{m_{сер}}$, тобто

$$|\Delta \tilde{Q}| = K_{\Delta Q} \cdot \tilde{Q}_{m_{сер}}, \quad (2.20)$$

де $K_{\Delta Q}$ - коефіцієнт цієї залежності;

в) відхилення $|\Delta \tilde{Q}|$ для величини об'єму стоку розподілені за біноміальним законом з показниками варіації C_V та асиметрії C_S .

Таким чином, за одержаними в моделі значеннями коефіцієнтів K_Q і $K_{\Delta Q}$, за допомогою функцій розподілу відхилень $|\Delta \tilde{Q}|$ за величиною

випадкового компонента δQ_P обчислюються максимумами води \tilde{Q}_{mP} конкретної ймовірності перевищення P для величини об'єму стоку h .

При цьому:

$$(\tilde{Q}_m)_P = \tilde{Q}_{m_{cep}}(h) + \delta Q_P; \quad (2.21)$$

$$\tilde{Q}_{m_{cep}}(h) = K_Q h; \quad (2.22)$$

$$\delta Q_P = K_P |\Delta \tilde{Q}|; \quad (2.23)$$

$$|\Delta \tilde{Q}| = K_{\Delta Q} \cdot \tilde{Q}_{m_{cep}}(h). \quad (2.24)$$

Розраховані за схемами (2.21)-(2.24) значення витрат води \tilde{Q}_{mP} подаються в інтервальних межах при ймовірності β , тобто у межах довірчого інтервалу I_β

$$\begin{cases} I_\beta = \{ \tilde{Q}_{m_{P_2}}(h), \tilde{Q}_{m_{P_1}}(h) \} \\ \beta = P_2 - P_1 \end{cases}, \quad (2.25)$$

де P_1 і P_2 - ймовірності перевищення (забезпеченість).

Отримані параметри дозволяють передбачати максимумами води та подавати їх у вигляді інтервальних оцінок: коефіцієнти K_Q і $K_{\Delta Q}$, показники варіації C_V та асиметрії C_S відхилень $|\Delta \tilde{Q}|$.

Коефіцієнти $K_Q(P)$ обчислені для встановлених забезпеченостей $P\%$ – 10, 20, 25, 75, 80 і 90%. При використанні коефіцієнтів $K_{\Delta Q}$ відпадає необхідність застосовувати допустимі похибки прогнозів, поскільки у межах довірчих інтервалів одночасно враховуються ймовірні відхилення витрат води.

2.4.3 Застосування моделі «СЛОЙ-2» для прогнозу максимальних витрат води для невивчених у гідрологічному відношенні водозборів

При прогнозуванні максимальних весняних витрат води в створах річок, де відсутні спостереження над стоком, потрібні з цією метою параметри визначаються наступним чином [32, 1]:

1. Перевідний коефіцієнт K_Q - за залежністю його значення від площі та похилу водозбору.
2. Коефіцієнти K_Q змінюються від 0,35 до 0,40. Тому можна прийняти для невивчених річок $K_{\Delta Q}=0,40$.
3. Показник варіації C_V відхилень (ΔQ) оцінюється в залежності від площі водозбору F :

F , км ²	100	100-200	200-400	400-600	600-800	800-1000	1000-1500
C_V	1,75	1,70	1,65	1,60	1,55	1,52	1,50

4. Показник асиметрії приймається рівним 3,0.

Таким чином, вихідними даними при передбаченні максимумів води весняного стоку з малих басейні за відсутності гідрометричних спостережень, є об'єм води, який також прогнозується та дані про площу і похил поверхні водозборів. Перше обмежує можливість використання цього методу для передбачення максимумів стоку весняного періоду.

3 РОЗРАХУНОК СКЛАДОВИХ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ НЕВИВЧЕНИХ РІЧОК БАСЕЙНУ ДЕСНИ ТА ЛІВОБЕРЕЖЖЯ СЕРЕДНЬОГО ДНІПРА

3.1 Методика визначення середньобагаторічної величини максимального модуля весняного водопілля

Реалізація методики територіальних довгострокових прогнозів максимумів стоку весняного періоду ускладнюється необхідністю розрахунку величини середньобагаторічної величини максимального модуля весняного водопілля q_0 , $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$, що виконано в роботі авторів [4].

За відсутності даних спостережень за стоком води річок середньобагаторічні величини максимального модуля весняного водопілля q_0 визначаються за методикою, яка спирається на модель типового редуційного гідрографа водопілля і розраховується за рівнянням Є.Д. Гопченка і В.А.Овчарук [21, 26]

$$q_0 = q'_0 \psi(t_p/T_0) \varepsilon_F * r, \quad (3.1)$$

де q_0 – середньобагаторічний модуль максимального стоку, $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$;

q'_0 – середній за багаторіччя модуль максимальної витрати води схилового припливу, $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$;

$\psi(t_p/T_0)$ - трансформаційна функція розпластування повеневих хвиль під впливом руслового добігання;

ε_F - коефіцієнт русло-заплавного регулювання;

r – коефіцієнт трансформації водопілля під впливом озер і водосховищ руслового типу.

Середній за багаторіччя модуль максимальної витрати води схилового припливу q'_0 в (3.1), визначається в рамках редуційних гідрографів [21]

$$q'_0 = 0.28 \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_0, \quad (3.2)$$

де $\frac{n+1}{n}$ – коефіцієнт нерівномірності припливу води по схилах басейну у часі (для басейнів рівнинних річок України дорівнює 8,1);

T_0 – тривалість припливу талої і дощової води по схилах басейну, год;

Y_0 – середній за багаторіччя шар стоку, мм.

Середні за багаторіччя шари стоку весняного водопілля Y_0 для невивчених річок в (3.2) можуть бути визначені за картосхемою їх розподілу по території (рис.3.1) при введенні коефіцієнтів, що враховують вплив відносної площі лісу f_L і боліт f_B (у частках від одиниці) (дод. В).

Отримати значення Y_0 , використовуючи картосхему (рис.3.1), можна як

$$Y_0 = (Y_0)_{\text{карт}} k_L k_B, \quad (3.3)$$

де $(Y_0)_{\text{карт}}$ - середній за багаторіччя шари весняного стоку, одержані з картосхеми для водозборів річок, мм.

Визначення коефіцієнтів впливу залісеності k_L і заболоченості k_B на середні за багаторіччя величини шарів стоку здійснюється за рівняннями [23, 24]:

$$k_L = 1 + 0.070 * \lg(f_L + 1); \quad (3.4)$$

$$k_B = 1 - 0.081 * \lg(f_B + 1). \quad (3.5)$$

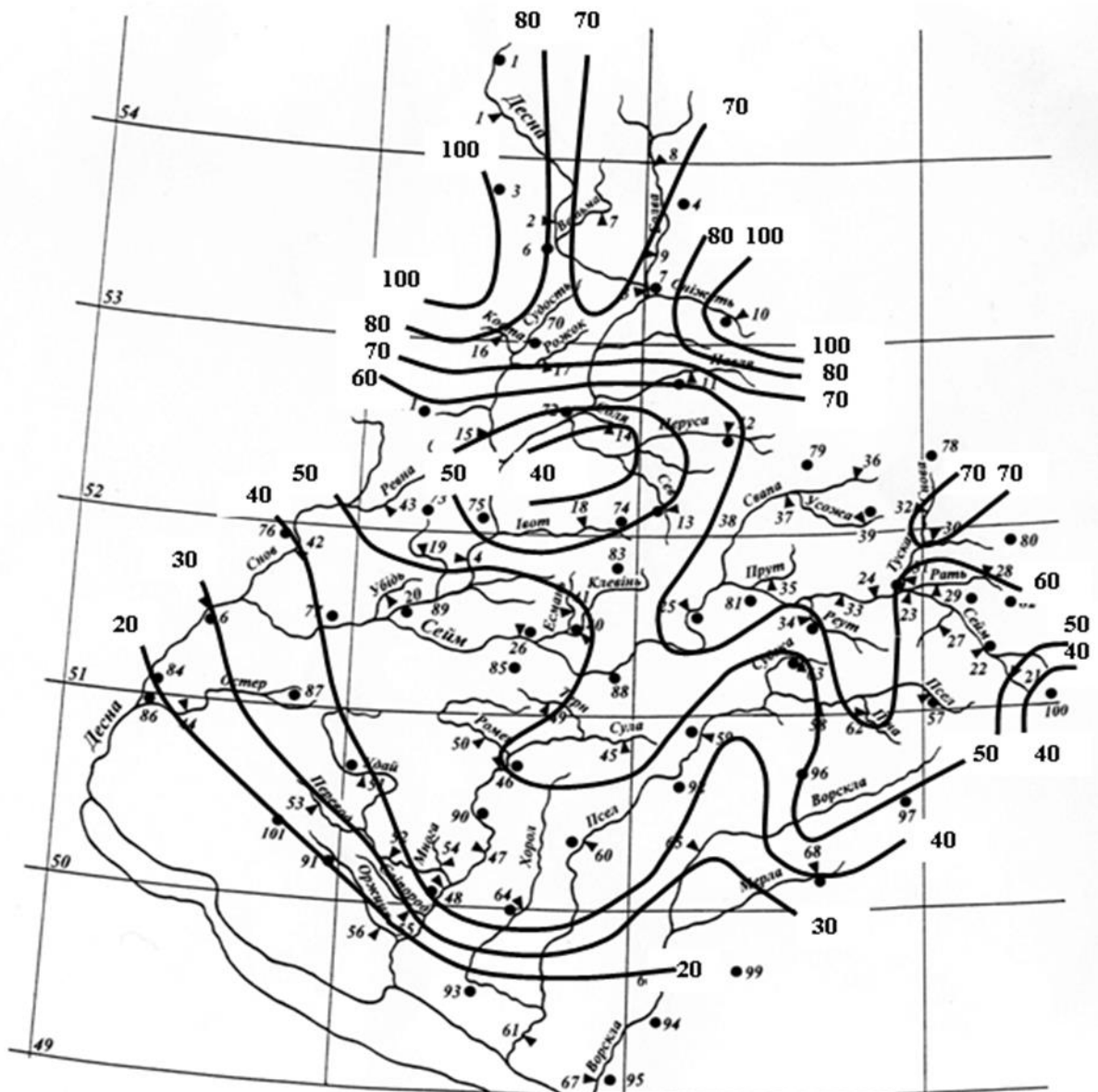


Рисунок 3.1 – Розподіл по території середньо-багаторічних величин шарів стоку весняного водопілля (при $f_d = 0$, $f_b = 0$) в басейні Десни та інших лівих приток Середнього Дніпра, мм [23, 24]

Величини тривалості припливу талої та дощової води зі схилів на водозборах T_0 в (3.2) для невивчених річок отримуються за картосхемою їх зміни по басейнах (рис.3.2) з урахуванням коефіцієнтів впливу площі лісу і боліт (див. дод. В).

Отримати значення T_0 , використовуючи картосхему (див .рис. 3.2), можна за рівнянням

$$T_0 = (T_0)_{\text{карт}} k'_л k'_б, \quad (3.6)$$

де $(T_0)_{\text{карт}}$ - тривалість припливу талої і дощової води по схилах басейну з картосхеми для річкових басейнів.

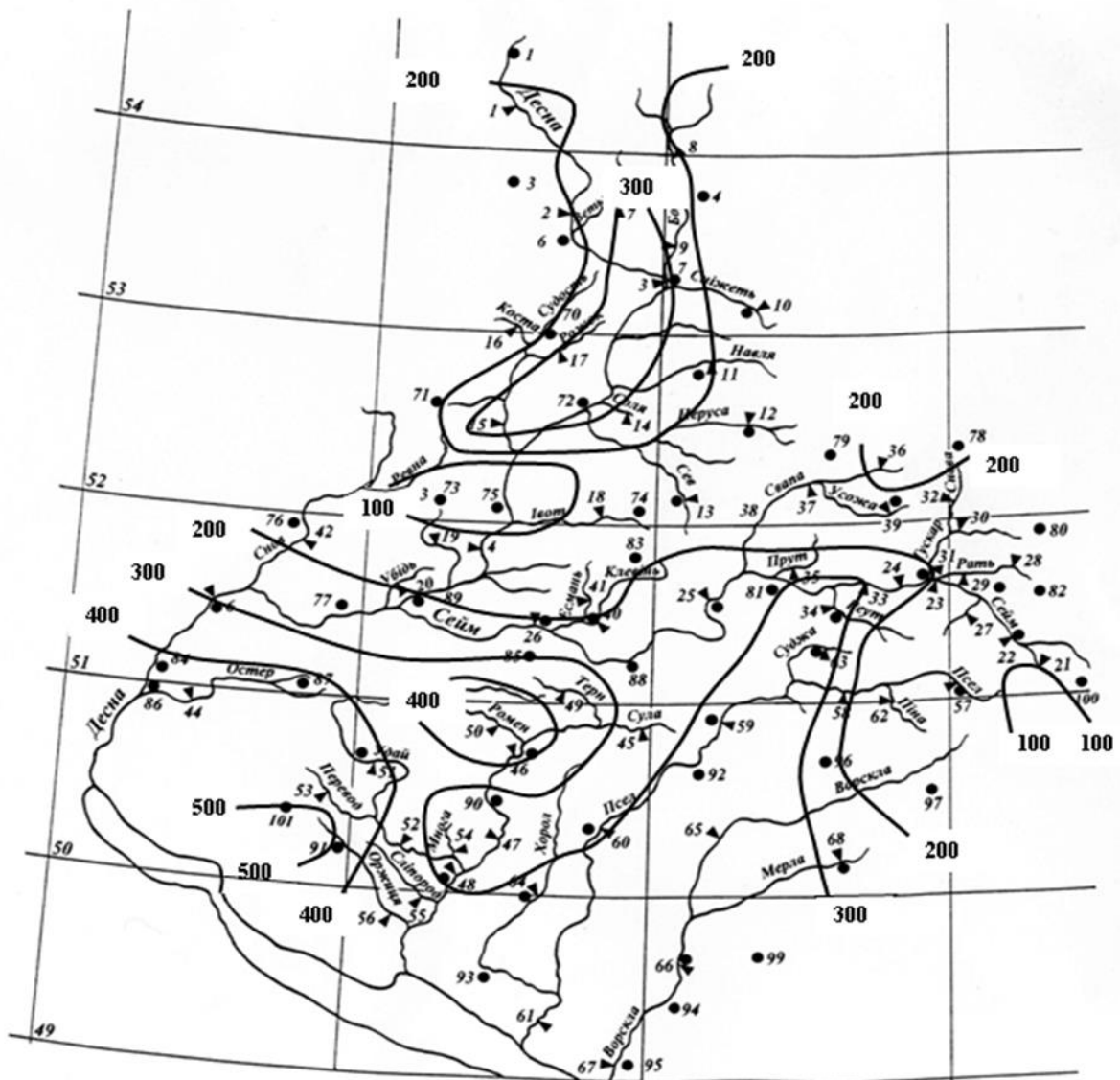


Рисунок 3.2 – Зміна по території тривалість припливу талої і дощової води по схилах (при $f_л = 0$, $f_б = 0$) в басейні Десни та інших лівих приток Середнього Дніпра, год [23, 24]

При цьому коефіцієнти частки лісу $k'_л$ і боліт $k'_б$ на тривалість припливу талої і дощової води по схилах басейну визначаються як [23, 24]:

$$k'_{\text{л}} = 1 + 0.37 \lg(f_{\text{л}} + 1); \quad (3.7)$$

$$k'_{\text{б}} = 1 + 1.23 \lg(f_{\text{б}} + 1). \quad (3.8)$$

Функція трансформації розпластування хвиль водопіль під впливом руслового добігання $\psi(t_p/T_0)$ в (3.1) визначається за одним з рівнянь [21,26]:

- при $t_p/T_0 = 0$

$$\psi(t_p/T_0) = 1.0; \quad (3.9)$$

- при $0 < t_p < T_0$

$$\psi(t_p/T_0) = 1 - \frac{m + 1}{(n + 1)(m + n + 1)} \left(\frac{t_p}{T_0}\right)^n; \quad (3.10)$$

- при $t_p \geq T_0$

$$\psi(t_p/T_0) = \frac{n}{n + 1} \frac{T_0}{t_p} \left[\frac{m + 1}{m} - \frac{n + 1}{m(m + n + 1)} \left(\frac{T_0}{t_p}\right)^m \right], \quad (3.11)$$

де t_p – період часу добігання води по руслах річок, год;

m - показник степені у рівнянні кривої ізохрони;

n – показник степені у рівнянні кривої припливу поверхневих вод.

Розрахунок період часу (тривалості) рдобігання води по руслах річок t_p в (3.1) ведеться як

$$t_p = L/V_d, \quad (3.12)$$

де L – гідрографічна довжина водотоку, км.

Без наявності даних про гідрографічну довжину водотоку вона може бути отримана, якщо є дані про розміри річкових водозборів F як

$$L = f(F); \quad (3.13)$$

V_d – швидкість добігання, км/год, для визначення якої використовується формула

$$V_d = a_2 * F^{a_2} * I^{0,33} \quad (3.14)$$

a_2 – швидкісний параметр, приймається для району досліджень за табл.3.1;

α_2 - параметр, який також визначається за табл. 3.1;

I – середньозважений ухил річки ‰.

Якщо немає даних про середньозважені ухили річок можна визначити в залежності від площ водозборів

$$I = f(F). \quad (3.15)$$

Коефіцієнт русло-заплавного регулювання ε_F в (3.1) вона може бути отримана, якщо є дані про розміри річкових водозборів F як

$$\varepsilon_F = e^{-0,18 * \lg(F+1)}. \quad (3.16)$$

Таблиця 3.1 – Значення параметрів a_2 і α_2

Географічна зона	a_2	α_2
Полісся	1,37	0,12
Лісостепова	1,51	0,17

Коефіцієнт трансформації максимумів води весняного стоку при виявленні впливу озер і водосховищ r в (3.1) можна скористатися формулою СНіП 2.01.14-83 [27]

$$r = 1/(1 + Cf'_{03}), \quad (3.17)$$

де f'_{03} – середньозважена озерність;

C – емпіричний коефіцієнт, який визначається об'ємом води за весняний період Y_0 за табл.3.2.

Таблиця 3.2 – Значення коефіцієнта C

Y_0 , мм	>100	99-50	49-20	<20
C	0,2	0,25	0,35	0,40

Враховуючи багаторічну тенденцію до зниження максимумів стоку весняного періоду при змінах клімату при зростанні температур повітря, зменшенням снігонакопичення і промерзання ґрунтів до норм максимумів водопіль рекомендовано [26] вводити коефіцієнт на зниження водності річок у подальші роки.

3.2 Визначення середньобагаторічної величини максимального модуля весняного водопілля для невивчених у гідрологічному відношенні річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра

Розрахунок середньобагаторічної величини максимального модуля весняного водопілля для річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра з метою їх визначення для річок території, для яких відсутні часові ряди багаторічних спостережень за витратами води здійснений за матмоделлю типового редуційного гідрографа за рівнянням [21, 26] у вигляді (3.1) та реалізована авторами в [4].

Для розрахунку трансформаційної функції розпластування річних хвиль при виявленні впливу руслового добігання $\psi(t_p/T_0)$ в (3.1), вона визначається за рівняннями (3.9)-(3.11). При цьому необхідно обрати

формулу для розрахунку $\psi(t_p/T_0)$ річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра при встановленому співвідношенні t_p/T_0 .

З цією метою в роботі розрахована тривалість руслового добігання t_p , год за формулою (3.12)

$$t_p = L/V_d,$$

де гідрографічна довжина водотоку L , км (відстань від найдалшої точки водозбору) в (3.12) змінюється від мінімальних 2 до максимальних 702 км. Якщо немає інформації про гідрографічну довжину річки визначається по залежностях від площ водозборів річок F вигляду за формулою (3.13). Вигляд залежності $L = f(F)$ показаний на рис. 3.1 [4].

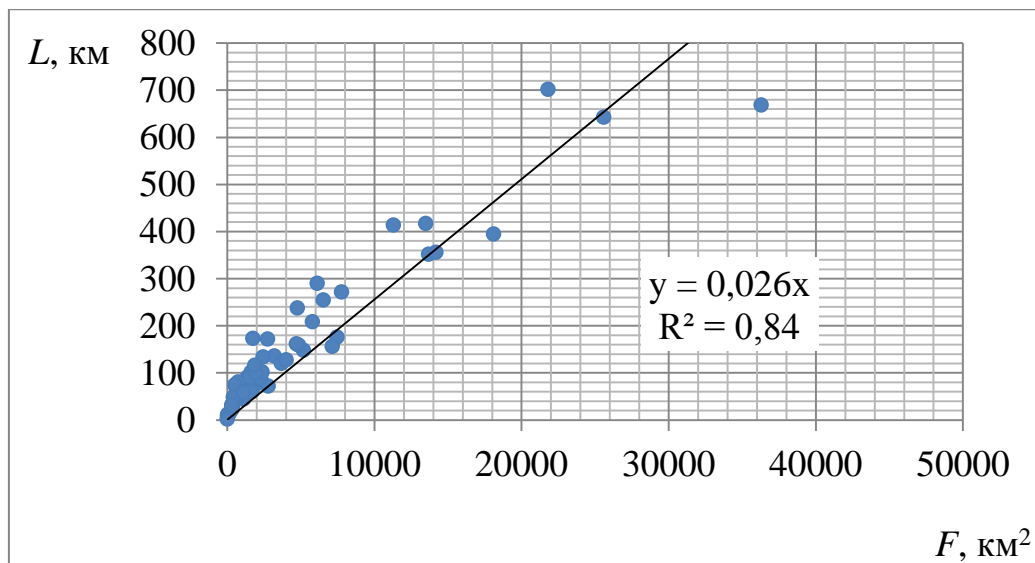


Рисунок 3.1 - Залежність $L = f(F)$ для річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра [4]

Швидкість добігання V_d , км/год в (3.12), визначена за формулою (3.14)

$$V_d = a_2 * F^{a_2} * I^{0,33}$$

a_2 – швидкісний параметр, приймається за табл.3.1 і становить для річок басейну Десни (Полісся) 1,27 та для річок лівобережжя Середнього Дніпра (Лісостепова географічна зона) – 1,38 .

α_2 - параметр, який також визначається за табл. 3.1 і становить для річок басейну Десни (Полісся) 0,12 та для річок лівобережжя Середнього Дніпра (Лісостепова географічна зона) – 0,14.

Середньозважений ухил річки I , ‰ в (3.14) змінюється для річок території від 0,1 ‰. до 23,0 ‰. Якщо не має інформації про середньозважені ухили річок їх отримуєть в залежності від розмірів ьасейнів $I = f(F)$. Вигляд залежності $I = f(F)$ показаний на рис. 3.2 [4].

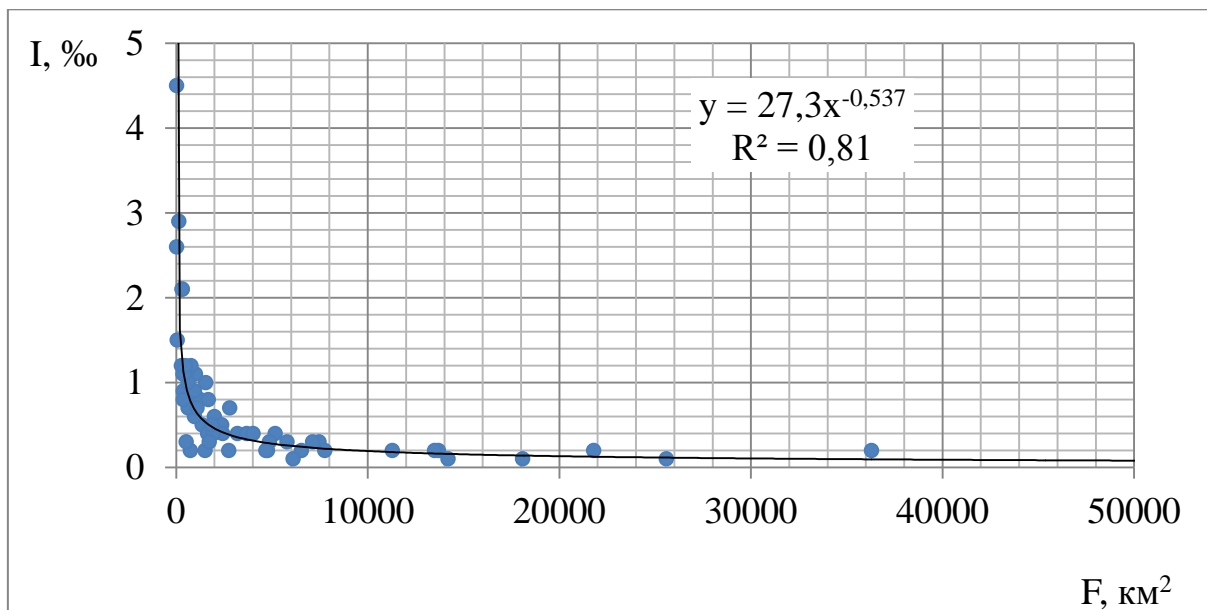


Рисунок 3.2 - Залежність $I = f(F)$ для річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра [4]

Таким чином, одержані значення швидкості добігання V_d , км/год за формулою (3.14) змінюється від 1,93 км/год до 5,11 км/год.

В свою чергу розрахована тривалість руслового добігання t_p , год за формулою (3.12) змінюється від 0,52 год до 320 год, а в середньому становить 47,8 год.

Визначення тривалості силового припливу T_0 доволі складне і виконано автором роботи [23]. Її значення змінюються для річок розглядуваної території від 248 год до 1429 год, а в середньому становить 580 год.

Таким чином, для річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра визначене співвідношення t_p/T_0 , яке дорівнює 0,086, тобто величина t_p знаходиться в межах $0 < t_p < T_0$.

Розрахункова формула для визначення функції трансформації розпластування річкових хвиль води паводку під впливом руслового добігання $\psi(t_p/T_0)$ в (3.1) це формула (3.10), тобто

- при $0 < t_p < T_0$

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

де t_p – період часу добігання води по руслах річок, год;

m - показник степені у рівнянні кривої ізохрони ($m=1,0$);

n – показник степені у рівнянні кривої припливу поверхневих вод ($n=0,14$).

Коефіцієнт русло-заплавного регулювання ε_F в (3.1), який отриманий за (3.16) від площі басейну F , км²

$$\varepsilon_F = e^{-0,18 \cdot \lg(F+1)}.$$

Його величини змінюються для річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра від 0,44 до 1,00.

Коефіцієнт трансформації води під час проходження максимумів весняного періоду при виявленому впливі озер і водосховищ r в (3.1) визначений за формулою (3.17)

$$r = 1/(1 + Cf'_{оз}),$$

де $f'_{оз}$ – середньозважена озерність;

C – емпіричний коефіцієнт, який визначений за величиною Y_0 за табл.3.2.

Таким чином, визначені норми максимального модуля весняного періоду q_0 , $m^3/(c \cdot km^2)$ визначені за моделлю типового редуційного гідрографа водопілля (3.1) в [4]

$$q_0 = q'_0 \Psi(t_p/T_0) \varepsilon_F * r.$$

Середньобагаторічні величини максимального модуля весняного водопілля q_0 , $m^3/(c \cdot km^2)$ для річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра змінюються від $0,012 m^3/(c \cdot km^2)$ до $0,255 m^3/(c \cdot km^2)$ [4].

Графік збіжності розрахункових норм максимального модуля весняного періоду q_0 , $m^3/(c \cdot km^2)$ для річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра, визначений за моделлю (3.1) та їх статистичних величини, залучених з даних Державного водного кадастру [12] представлений на рис. 3.3 [4].

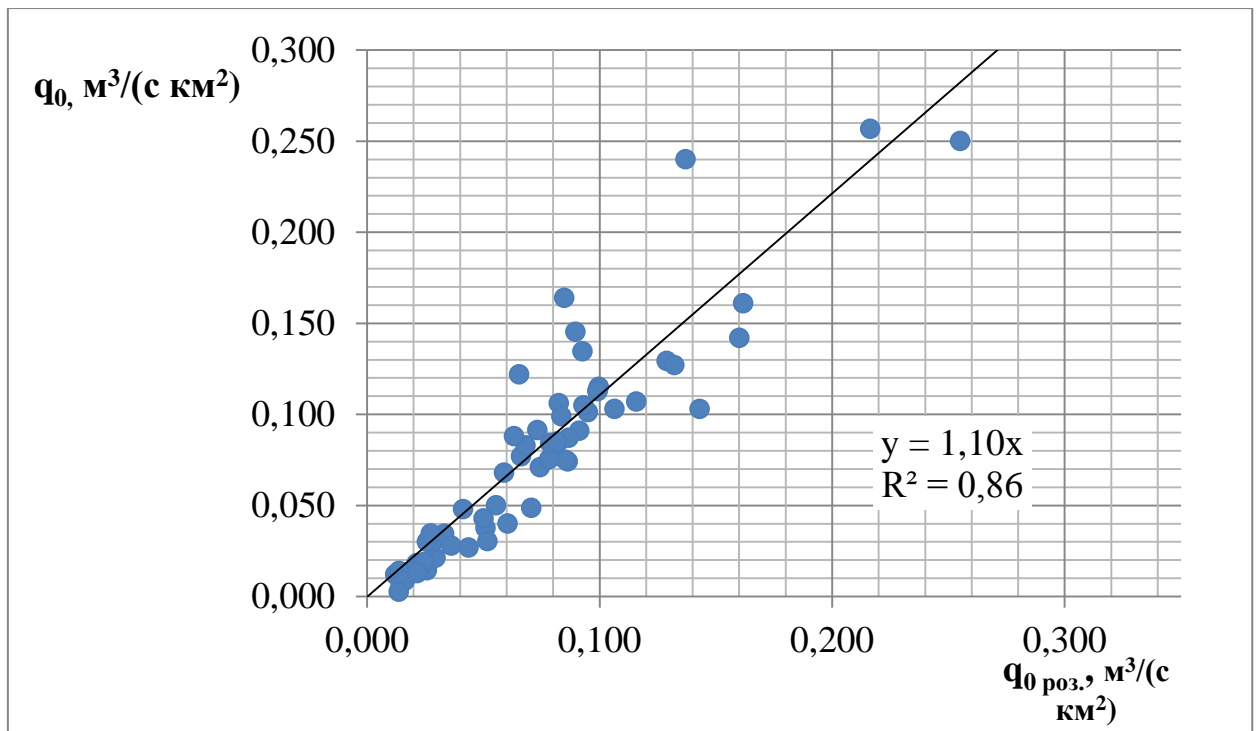


Рисунок 3.3 - Збіжність розрахункових максимальних модулів стоку весняного водопілля та їх статистичних величин річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра [4]

Збіжність максимальних модулів стоку весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра показала, що розрахункові величини максимальних модулів нижчі за статистичні середньобогаторічні їх величини на 10%.

Враховуючи, що точність визначення максимумів стоку весняного періоду та дощових паводків за даними СНіП 2.01.14-83 [27] становить 20%, можна зробити висновок, що методика, яка спирається на модель типового редуційного гідрографа водопілля [21, 26] може бути використана для розрахунку середньобогаторічних величин максимальних модулів весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра за відсутності даних спостережень за стоком води на них.

4 ПРОГНОЗУВАННЯ МАКСИМУМІВ СТОКУ ВЕСЯНОГО ПЕРІОДУ РІЧОК БАСЕЙНУ ДЕСНИ ТА ЛІВОБЕРЕЖЖЯ СЕРЕДЬНОГО ДНІПРА

Для випуску територіального довгострокового прогнозу максимумів стоку весняного періоду в басейнах рр. Десна, Сейм та інших лівих приток Середнього Дніпра використаний прогностичний комп'ютерний комплекс «Сейм» [39, 40, 1, 2]. Блок-схема складання довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля представлена на рис. 4.1.



Рис. 4.1 - Блок-схема складання довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля в басейнах р.Десна, Сейм та інших лівих приток Середнього Дніпра [39,40]

4.1 Гідрометеорологічні умови формування весняного водопілля 2022-2023 р. у басейнах річок Десни та лівих приток Середнього Дніпра

4.1.1 Гідрометеорологічна ситуація на річках

В поточному 2023 році вкрай складними гідрометеорологічними умовами, за даними Українського гідрометеорологічного центру (УкрГМЦ) ДСНС України (web: www.meteo.gov.ua), характеризувалося формування тало-дощового стоку річок у осінньо-зимовий та весняний періоди 2022-2023 року в басейнах рр. Дніпро, Десна та її приток [1, 3]. Детальний аналіз і постійний моніторинг гідрометеорологічної ситуації у цей період в басейнах цих річок, який виконувався у відділі гідрологічних прогнозів УкрГМЦ та Чернігівському обласному центрі гідрометеорології <http://ch-pogoda.com.ua/> дозволив в оперативному режимі інформувати та надавати попередження про розвиток і формування небезпечних підйомів рівнів води річок та затоплення окремих заплавної території в басейнах Верхнього Дніпра і Десни. Так, через підйом рівнів води на Десні спостерігалося ускладнення гідрологічної обстановки з затопленням заплави, порушенням транспортного сполучення, а також підтоплення повеневими водами та відрізання від основних шляхів сполучення ряду прирічкових сіл в окремих регіонах <http://ch-pogoda.com.ua/>.

Гідрологічна ситуація перебувала на посиленому контролі ДСНС України <https://dsns.gov.ua/>, коли було введено тимчасове закриття руху для всіх транспортних засобів на деяких ділянках автомобільних доріг загального користування державного значення (Департамент з питань цивільного захисту та оборонної роботи Чернігівської обласної державної адміністрації <https://dcz.cg.gov.ua>). У Дніпропетровській, Волинській, Рівненській, Черкаській та Полтавській областях було затоплено 21 тис. 87 га сільськогосподарських угідь, порушено транспортне сполучення до 33 населених пунктів (Чернігівська – 32 та Київська – 1) <https://dsns.gov.ua/>.

Для цих районів було оголошено червоний і помаранчевий рівень небезпеки через проходження високих вод весняного водопілля 2022-2023 р.

Найважча ситуація була й на Дніпрі, високий рівень небезпеки також був на Київщині та Чернігівщині (web: www.meteo.gov.ua).

Пропуски повені здійснювалися через гідроагрегати і через затвори водозливних гребель гідроелектростанцій у контрольованому режимі (Укргідроенерго, <https://www.unn.com.ua/uk/news/2024084-vesnyane-vodopillya-yde-na-spad-ukrgidroenergo>). Внаслідок пропуску весняного водопілля через Київську ГЕС, на річці Дніпро у місті Києві та деяких районах Київської області спостерігалось затоплення заплавної території та відмічалось часткове затоплення низьких ділянок садово-дачних забудов, присадибних ділянок у низці прирічкових населених пунктів (II рівень небезпеки – помаранчевий) <https://dsns.gov.ua/> [1, 3].

4.1.2 Гідрометеорологічну умови формування весняного водопілля 2022-2023 р.

За даними Українського гідрометеорологічного центру (web: www.meteo.gov.ua) гідрометеорологічна ситуація у басейнах річок Десни та лівих приток Середнього Дніпра, характеризується в зимово-весняний період 2022-2023 рр. такими умовами формування весняного водопілля 2022-2023 р. [1, 3].

Упродовж осінньо-зимового періоду 2022-2023 рр. склалися несприятливі гідрометеорологічні умови для формування весняного водопілля у 2023 р. на більшості річок України:

- нестійкий температурний режим взимку;
- малоактивне та нерівномірне снігонакопичення;
- незначні снігові запаси;
- добра зволоженість метрового шару ґрунту (порівняно з осіннім періодом) та
- неглибоке промерзання ґрунту.

Осінній період 2022 року видався дощовим для більшої частини території України, що обумовило збільшення водності річок перед початком зимового періоду.

Зимовий період 2022-2023 рр. розпочався на більшій частині країни у другій половині листопада 2022 р. (близько та дещо раніше за середні багаторічні строки) і характеризувався нестабільним температурним режимом та малоактивним снігонакопиченням. У західній та південній частинах України стійкого переходу через 0°C в бік від'ємних значень не спостерігалось (рис.4.2).

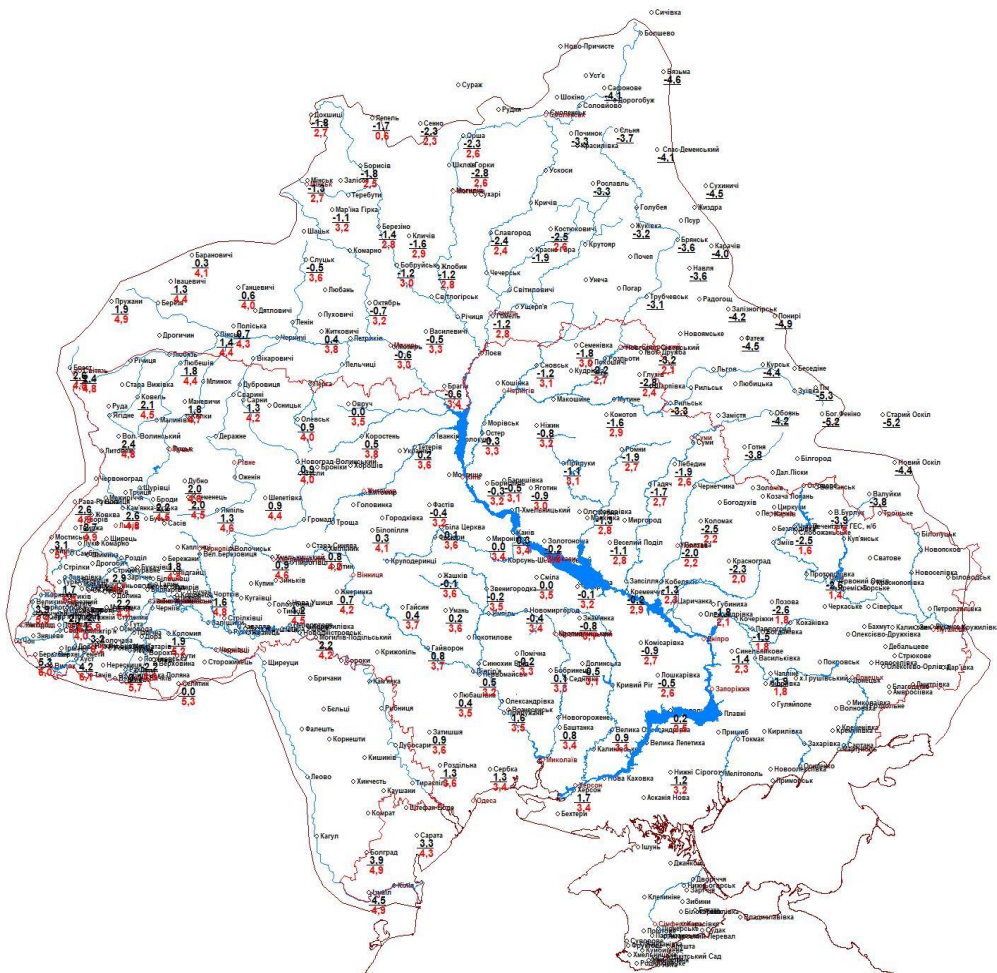
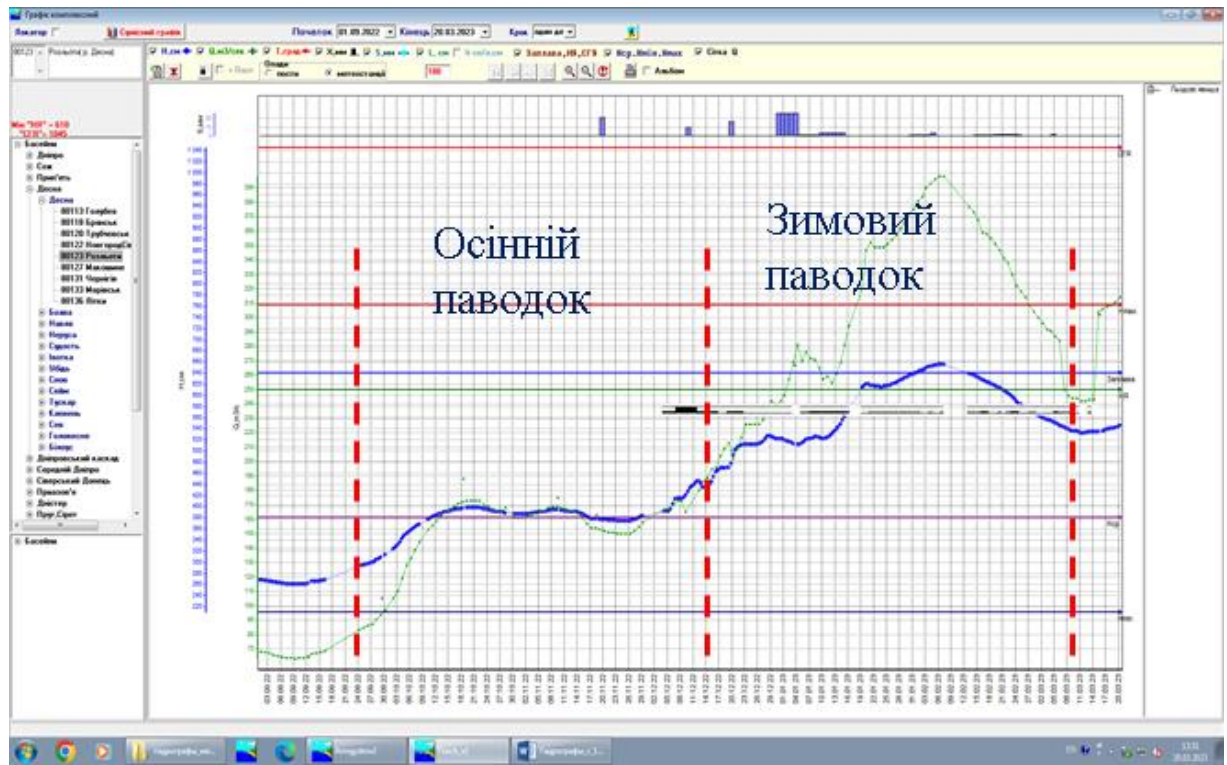


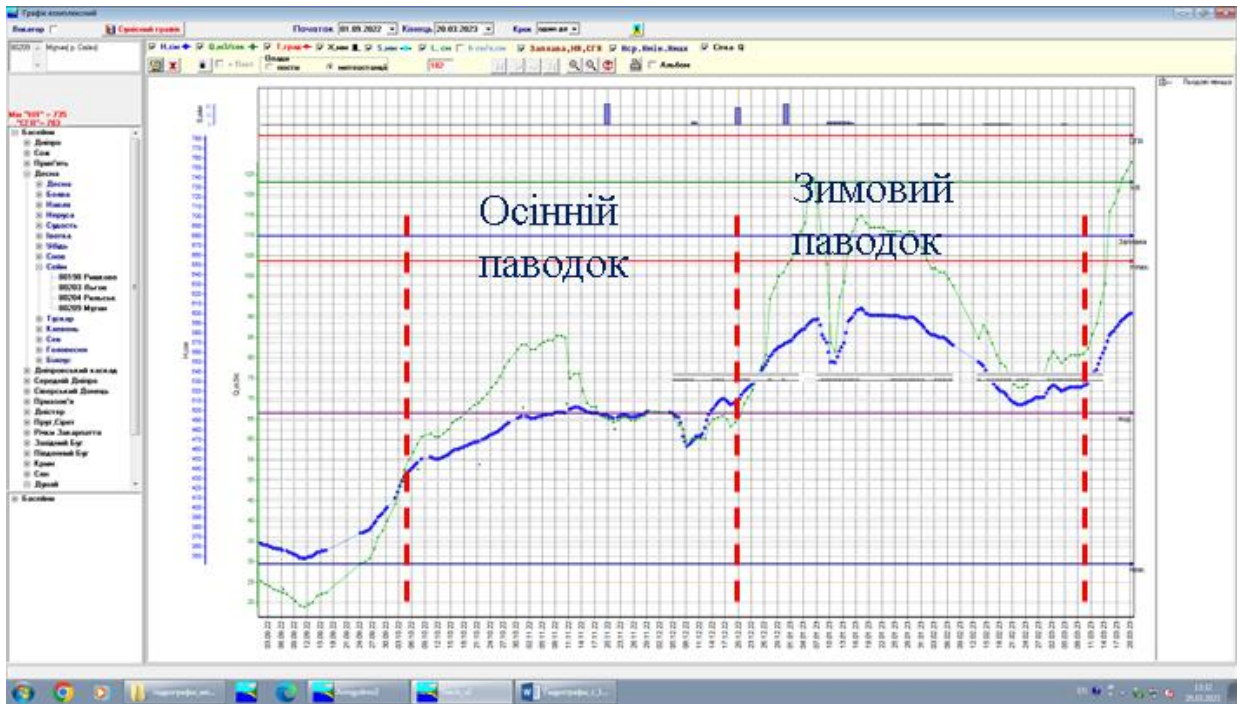
Рис.4.2 - Температура повітря у січні 2023 р.

Гідрометеорологічні умови (чергування снігонакопичення і відлиг в зимовий період, достатня кількість опадів переважно у вигляді дощів та

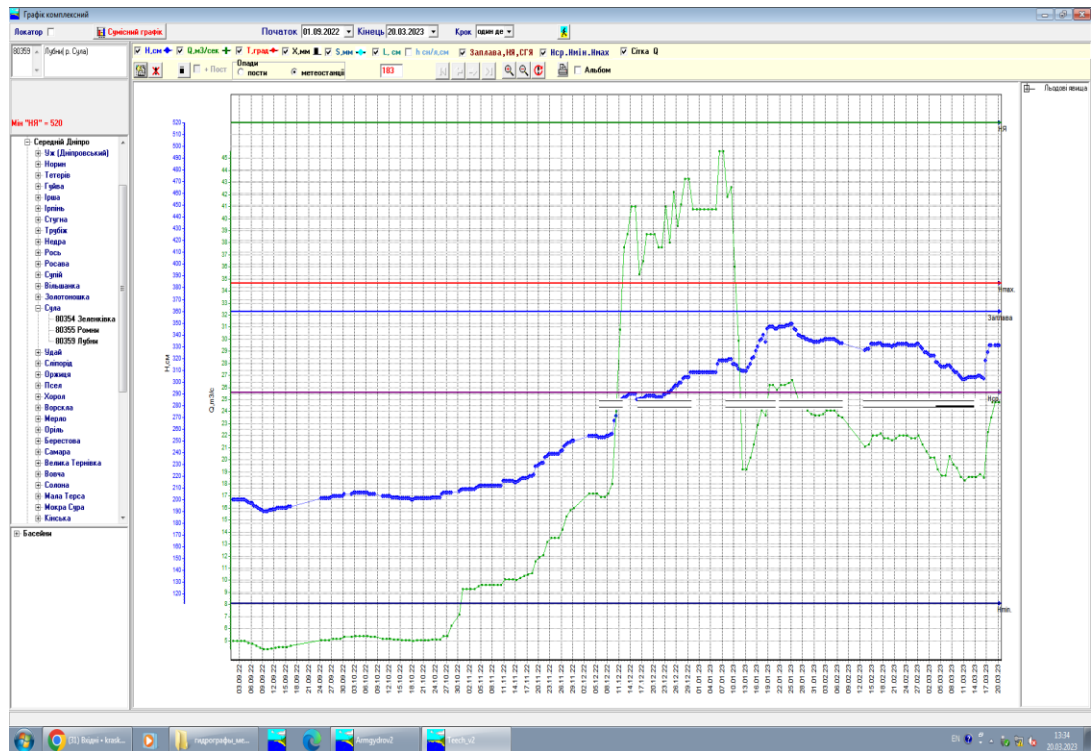
мокрого снігу), що склались в другій половині грудня 2022 р. та впродовж січня 2023 р. обумовили формування та розвиток тало-дощових паводків на річках суббасейнів Дніпра, Десни, лівих приток Середнього Дніпра - Сула, Псел та Ворскла (рис. 4.3) [1].



р. Десна – с. Розльоти



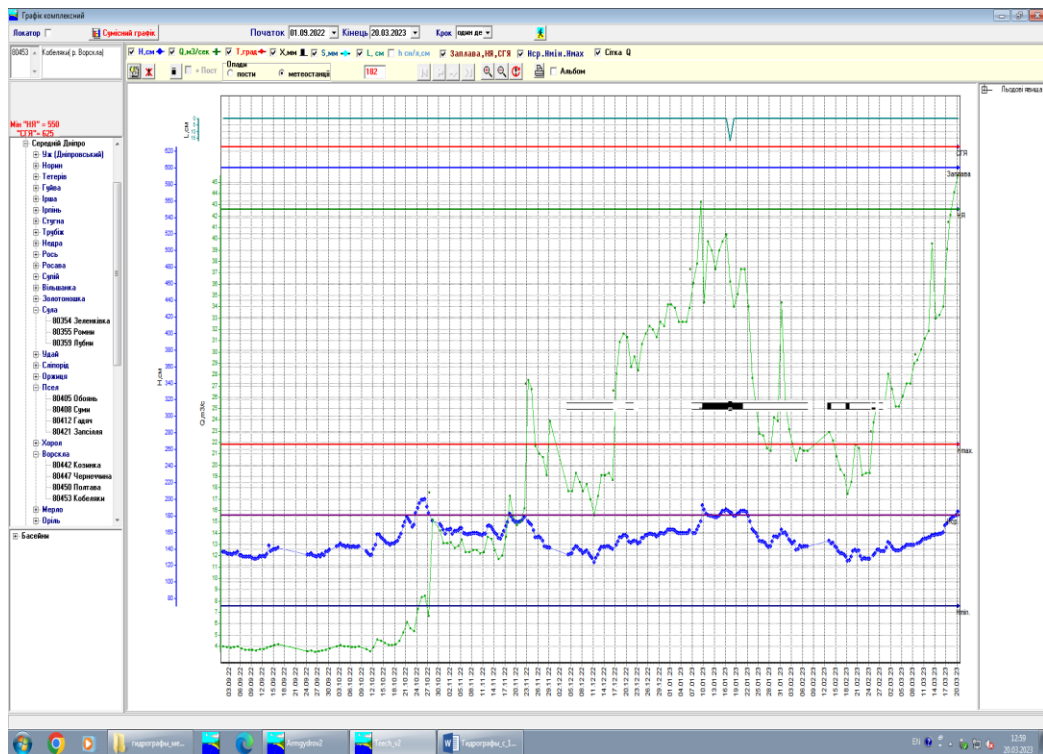
р. Сейм – с. Мутин



р. Сула – с. Лубни



р. Псел – с. Запсілля



р. Ворскла – с. Кобеляки

Рис. 4.3 - Комплексні графіки ходу гідрометеорологічних характеристик на річках суббасейнів Дніпра, Десни, лівих приток Середнього Дніпра [1]

За даними *Каталогу небезпечних відміток минулих років*, в період формування тало-дощових паводків, відмічалось досягнення та перевищення відміток небезпечних гідрологічних явищ. Такі як порушення транспортного сполучення та часткового затоплення окремих населених пунктів, присадибних ділянок та сільськогосподарських угідь у Чернігівської та Волинської області;

Починаючи з кінця січня відновився зимовий режим погоди з морозами, снігопадами та відновленням льодових явищ з утворенням зажорів льоду, особливо, на Дніпрі та Десні, що супроводжувались різкими коливаннями рівнів води.

У першій декаді лютого спостерігалась морозна погода та опади у вигляді снігу, що обумовили відновлення незначного снігового покриву на рівнинній території країни (крім півдня та сходу), збільшення його в Карпатському регіоні та появу.

Снігонакопичення

Процес снігонакопичення протягом зими 2022-2023 рр. був малоактивним з чергуванням періодів встановлення незначного снігового покриву та відлиг[1, 3].

Максимальні середні снігозапаси по основних річкових водозборах рівнинної території країни спостерігались **у грудні 2022 р.** і становили:

- в межах водозборів В.Дніпра та Сожу за межами країни 55-60 мм,
- В.Дніпра (до Києва), Прип'яті, Десни 25 мм,
- Західного Бугу, річок Київської області, правобережних приток Прип'яті 11-25 мм.

На решті рівнинних водозборах країни протягом зимового періоду снігозапаси були незначні (до 10 мм) або взагалі не спостерігались.

За результатами снігомірної зйомки середні по басейнах річок запаси води у сніговому покриві **станом на 20 лютого** дорівнюють (у мм і відсотках норми на цю дату):

- Дніпра до Річиці 22 (44);
- Дніпра до Києва 12 (31);
- Сейму (притока Десни) до Мутино 16 (33);
- Десни до Чернігова 17 (35);
- Середнього Дніпра: Псел, Ворскла 7-15 (28-58).

В межах суббасейнів Прип'яті, Західного Бугу, водозборів правобережних приток Середнього Дніпра, басейнів Південного Бугу, басейну Дністра – сніговий покрив відсутній.

Розподіл висоти снігового покриву (см) показаний на рис.4.4, в запасів води у снігового покриву (мм) - на рис. 4.5.

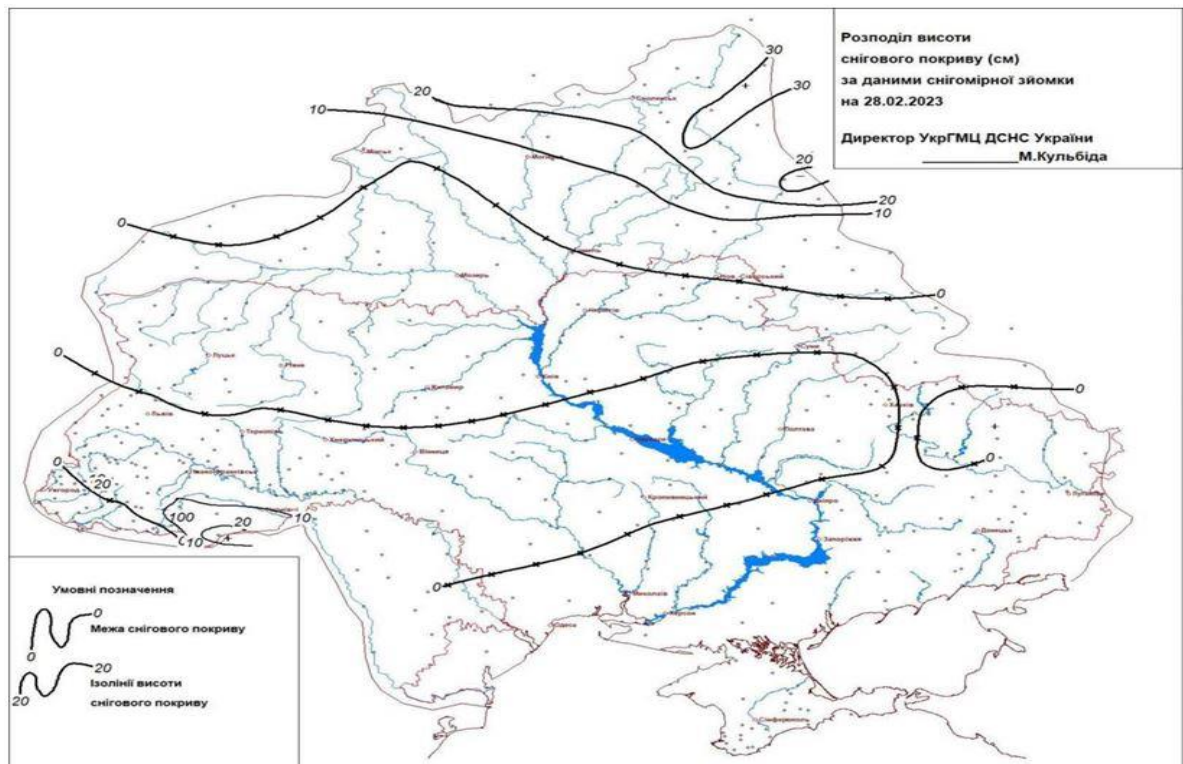


Рис. 4.4 – Розподіл висоти снігового покриву (см)

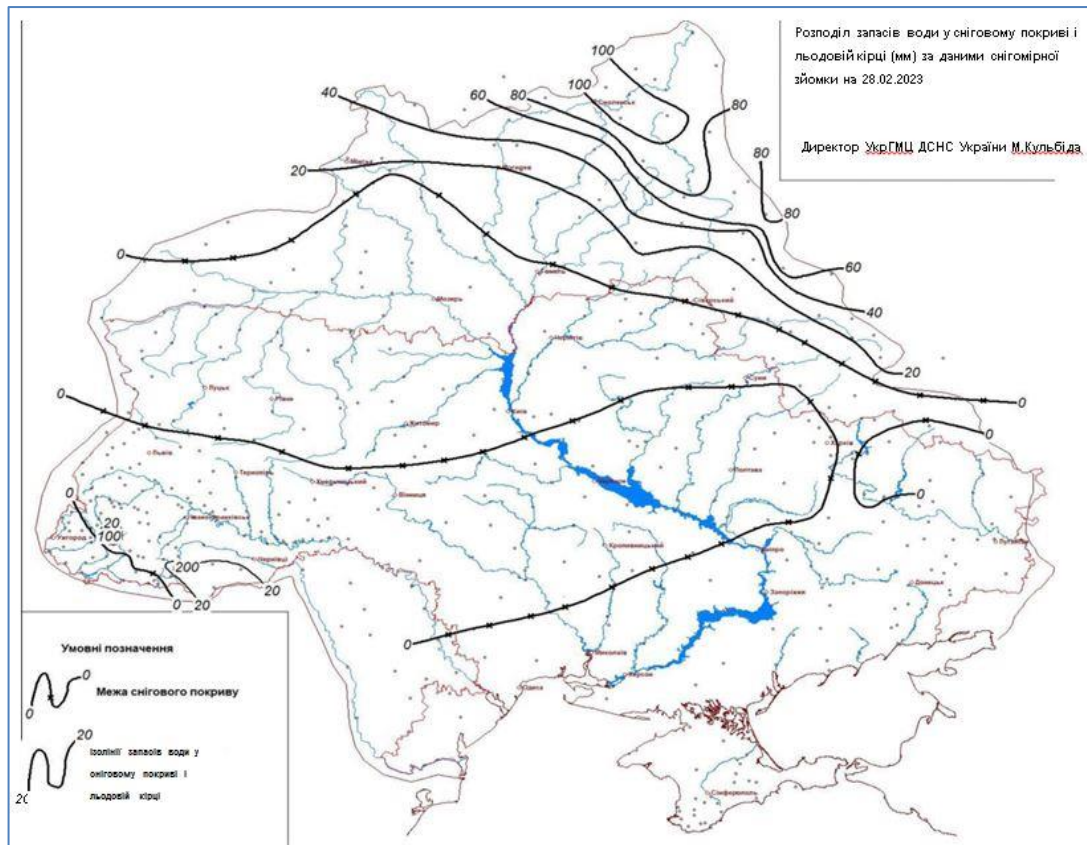


Рис. 4.5 – Розподіл запасів води у снігового покриву (мм)

Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту. Враховуючи, що ґрунт з осені був добре зволожений і протягом зимового періоду відмічались відлиги та опади у вигляді дощу, зволоження метрового шару ґрунту у лютому переважно відмічалось близьким до достатнього зволоженого та перезволоженого, окрім південних регіонів [1, 3].

Промерзання ґрунту. Нетиповий режим погоди зимового періоду 2022-2023 рр. без тривалих великих морозів обумовив нерівномірне та незначне промерзання ґрунту по території країни (рис.4.6) [1, 3].

За даними на 20 лютого глибина промерзання ґрунту є меншою за середні багаторічні показники та становить у басейнах річок:

- лівобережжя 20-45 см,
- в межах водозборів Росі, Інгульця (притоки Середнього Дніпра), рр. Синюха, Інгул (притоки Південного Бугу) 10-25 см;
- в межах суббасейну Прип'яті переважно 1-4 см,

- у басейнах річок західних областей – ґрунт талий,
- на півдні країни промерзання відсутнє.

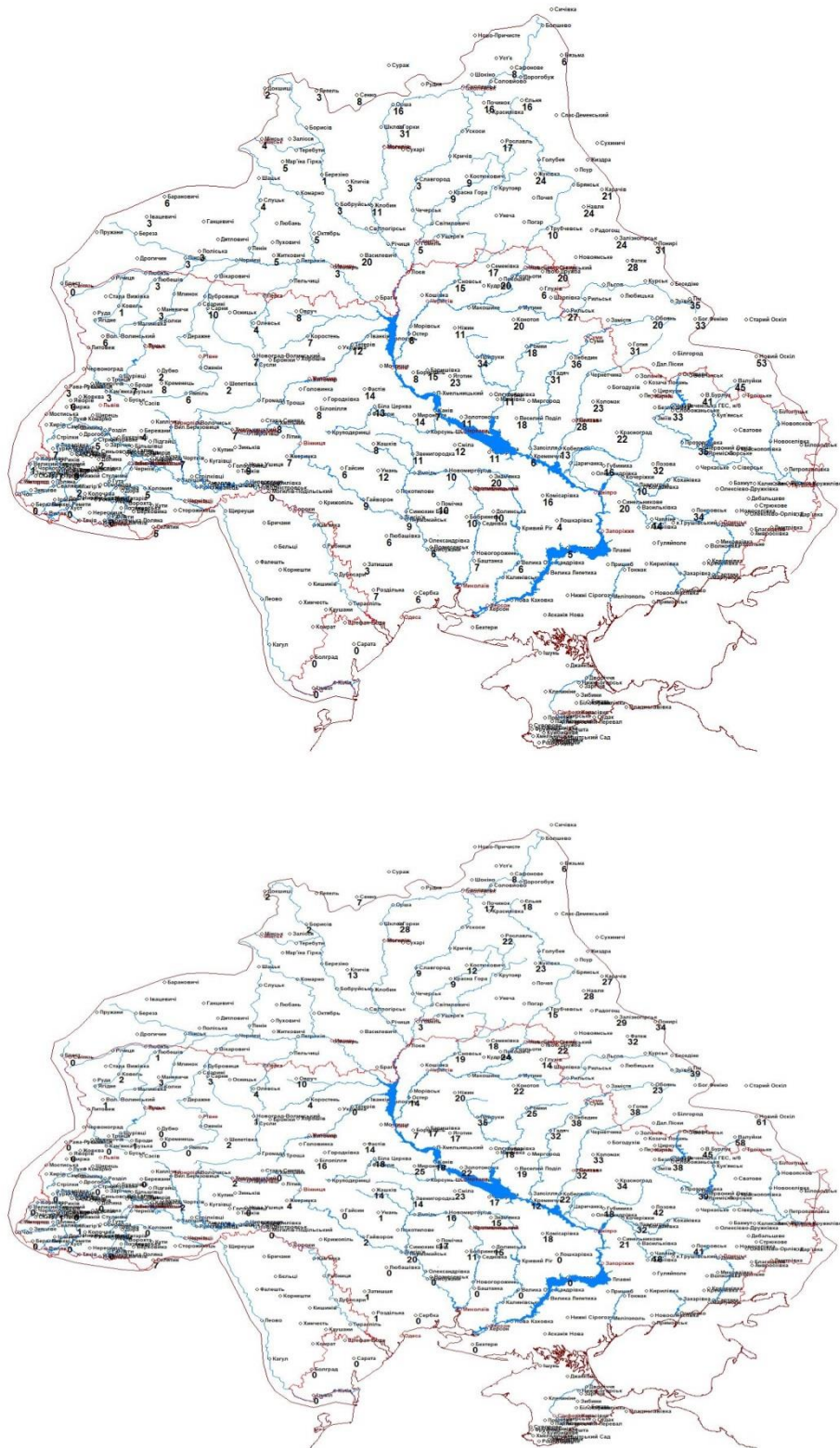


Рис.4.6 - Глибина промерзання ґрунту на 31.01.2023 р. (а) та на 20.02.2023 р. (б)

Льодоутворення протягом зимового періоду 2022-2023 рр. було не стійким, внаслідок коливання температур повітря, льодові явища на річках та водосховищах країни (крім української ділянки Дунаю) з'являлись, послаблювалися, руйнувалися і знову відновлювалися у вигляді заберегів, шугоходу та неповного льодоставу [1, 3].

На Верхньому Дніпрі та річках суббасейну Десни процеси льодоутворення спричинили зажорні явища з різкими коливанням рівнів води.

Водність. Гідрометеорологічні умови осені-зими 2022-2023 рр. обумовили формування у грудні-січні кількох хвиль тало-дощових паводків на річках країни, таким чином на цих річках утримувався підвищений режим рівнів води і відповідно водність річок була переважно близькою до норми та вищою за неї [1, 3].

В УкрГМЦ були проведені аналіз гідрометеорологічної ситуації у басейнах річок України (станом на 20 лютого) та розрахунки за гідрологічними прогностичними моделями, враховуючи:

- підвищену водність річок
- добру зволоженість ґрунту

При умові нормального розвитку весняних процесів очікується за максимумами у порівнянні з середніми багаторічними значеннями:

- **вищим за норму** - на ділянці Верхнього Дніпра та у нижній течії Прип'яті (в межах України);

- **нижчим за норму** – на Дніпрі біля Києва, на Десні та її притоках, лівобережних притоках Середнього Дніпра, на річках суббасейну Сіверського Дінця у Харківській та Луганській областях, річках суббасейнів Тиси, Прута і Сірету.

На решті річок країни весняне водопілля 2023 р. **буде невираженим**, оскільки відсутній основний чинник водопілля – сніговий покрив, коливання рівнів води можливі лише за рахунок випадіння опадів та льодових процесів.

Проходження водопілля та руйнування льодового покриву весною 2023 р. може супроводжуватися виходом води на заплаву та утримання води на ній, що є природним процесом. На окремих ділянках спостерігатиметься досягнення та перевищення відміток небезпечних гідрологічних явищ.

Гідрометеорологічні умови зимового періоду 2022-2023 рр. – нестійкий режим погоди зимового періоду (чередування холодних періодів та відлиг), малоактивне та нерівномірне залягання снігового покриву і як наслідок незначні снігозапаси в межах водозборів річок та незначне промерзання ґрунту не давали в УкрГМЦ підстав для очікування високого весняного водопілля (крім Верхнього Дніпра) [1, 3].

4.2 Складання бази вихідної та оперативної гідрометеорологічної інформації

При складанні довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля необхідна базова та оперативна вихідна інформація.

Складання базової інформації [1, 40]:

а) Морфометричні та басейнові характеристики опорних водозборів:

- площа водозборів, F , км²;

- залісеність водозборів, $f_{л}$, в частках від площ водозборів F ;

- заболоченість водозборів, $f_{б}$, в частках від площ водозборів F ;

- географічна широта геометричних центрів водозборів φ° півн. ш. або в частках град.;

- приналежність гідрологічного поста до однорідного за умовами формування весняного водопілля району, відповідно районуванню де зберігається сталість параметрів прогнозованої схеми.

б) Середньо багаторічні величини вихідних даних:

- максимальних витрат води весняного водопілля Q_0 , м³/с або їх модулів q_0 , м³/(с·км²) – визначаються за рівняннями;

- максимальних запасів води у сніговому покриві або картосхема розподілу по території S_0 , мм;
- максимальних значень глибин промерзання ґрунтів під озимими L_0 , см;
- середньомісячних витрат води за зимові та весняні місяці, отримані як: середньо багаторічні значення середніх модулів стоку з вересня попереднього по січень поточного років $(q_{09-01})_0$, л/(с·км²);
- середніх місячних температур повітря за лютий $(\Theta_{02})_0$ °С та березень $(\Theta_{03})_0$ °С за даними метеорологічних станцій (як середня величина по даних метеостанцій в межах водозбору) або по тих, що знаходяться близько до центрів тяжіння водозборів;
- коефіцієнтів варіації максимальних витрат води весняного водопілля на річках $(C_v)_{Q_m}$, що отримуються при статистичній обробці часових рядів стокових даних;
- величина допустимої похибки прогнозів максимальних витрат води $\delta_{\text{доп}}$, м³/с.

Оперативна гідрометеорологічна інформація поточного року включає гідрометеорологічні фактори водопілля, що входять до рівнянь дискримінантних функцій. До них відносяться [1, 40]:

а) запаси води в сніговому покриві на дати складання прогнозів $S_{\text{дсп}}$ і на дату їх максимального накопичення S_m , мм за даними снігомірних зйомок на метеорологічних станціях або у вигляді картосхем їх розподілу по території (рис.4.4);

б) максимальна (на дату складання прогнозу або за зиму) глибина промерзання ґрунтів під озимими L , см за даними пунктів їх виміру або у вигляді картосхеми розподілу по території;

в) середньомісячні витрати води осінньо-зимового стоку по опорних створах річок з вересня попереднього по січень поточного року q_{09-01} , л/(с·км²);

е) середньомісячна температура повітря в лютому $\Theta_{02}^{\circ\text{C}}$ за даними метеорологічних станцій або у вигляді прогнозних величин;

ж) метеорологічний прогноз середньомісячної температури повітря в березні $\Theta_{03}^{\circ\text{C}}$.

Відновлення вихідної інформації по глибинах промерзання ґрунту здійснюється на конкретно задану дату. Відновлена інформація по глибинах промерзання ґрунту на задану дату заноситься до відповідної таблиці (наприклад, ОІ Meteo 2023_A) (табл. 4.1), а по величинах q_{09_01} – до табл. ОІ GST 2023_A (табл. 4.2) програми.

Відновлена інформація по цих величинах використовуються в подальших розрахунках. Слід зазначити, що при кожній зміні дати, відновлення вихідної інформації необхідно повторити.

Оцінка довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Десна здійснюється за [41,42].

4.3 Методика довгострокового прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля

На дати випуску прогнозів 10, 20, 28 лютого та в дати максимальних снігових запасів (а також в інші дати) здійснюється складання довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля на річках розглядуваної території [1].

Етапи випуску прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля:

а) складання альтернативного (якісного) прогнозу типу водності майбутнього весняного водопілля виконується з урахуванням знаку лінійної дискримінантної функції DF.

Таблиця 4.1 - Вихідна інформація по метеостанціях в басейні р. Десна та лівобережжя Середнього Дніпра у 2023 р.

Key	Meteo_Num	Meteo	Hr 1	S 31.01	S 05.02	S 10.02	S 15.02	S 20.02	S 25.02	S 28.02	S 05.03	S 10.03	S 15.03	S 20.03	S 25.03	S 31.03	S Sm	L 31.01	L 10.02	L 20.02	L 28.0	Lm	T2	T3
1	25	Рильськ	51,58														1	27		26,924	34	34	-3	-3,2
2	26	Мутин	51,42	1	1		1	1	1								1			27,162				
3	29	Беседіне	51,67														1			26,791				
4	31	Курск	51,67														1			26,791			-4	-2,7
5	39	Фатіж	52,08					25									25	28		32	32	32	-4	-2,4
6	40	Шарпівка	51,5	1	2			2			1						2			27 043				
7	78	Понирі	52,5					39									39	31		34	35	35	-4,7	-1,9
8	79	Желзнодорожський	52,42					26									26	24		29	33	33	-4	-2,3
9	80	Тім	51,92					11									11	35		39	40	40	-4,8	-2,3
10	81	Львів	51,67															19		29	30	30	-4	-2,3
11	82	Тім	51,67					11									11	35		39	40	40	-4,8	-2,5
12	83	Глухів	51,83	0	0	0	0	0	0	0	0						0	6	12	14	15	15	-2,8	-3,4
13	88	Білопіль	51,25					0												27,413				
14	100	Бог.Феніне	51,08					31									31	33		27,665	40	40	-4,5	-2,9
15	46	Ромни	50,83		1		1	1	1		1						1	18	23	25	24	25	-1,8	-3,9
16	48	Лубни	50,08														1	11	15	18	14	18	-1,3	-4,4
17	51	Прилуки	50,75	1	3												1	34	29	35	34	35	-1,4	-4,1
18	85	Конотоп	51,25	0	14		0	0									0	20	25	22	25	25	-1,7	-4,1
19	87	Ніжин	51,08	1	1			2			1						0	11	18	20	19	20	-1	-4,1
20	101	Яготин	50,33	1	6												0	23	17	17	17	17	-1	-4,4
21	57	Обоянь	51,08					28									28	20		23	23	23	-3,7	-3,2
22	59	Суми	50,92															29	31	34	36	36	-2,9	-3,4
23	60	Гадяч	50,33		13		13	16									16	31	31	32	32	32	-2	-4,2
24	63	Замістя	51,25																	27,413				
25	64	Миргород	50		14															29,266				
26	92	Лебедин	50,58		8		2	1									1	36	37	38	38	38	-2,2	-4,1
27	93	Вес.Поділ	49,58		14			1		1							1	18	20	19	18	19	-1,3	-4,6
28	66	Чернетчина	49,75					1									1			29,636				
29	68	Богодухів	50,17					1									1	41	45	50	51	51	-2,6	-4

Продовження таблиця 4.1

Key	Meteo_Num	Meteo	Hr 1	S 31.01	S 05.02	S 10.02	S 15.02	S 20.02	S 25.02	S 28.02	S 05.03	S 10.03	S 15.03	S 20.03	S 25.03	S 31.03	S Sm	L 31.01	L 10.02	L 20.02	L 28.0	Lm	T2	T3
30	94	Полтава	49,42		7			1		1							1	28	28	32	31	32	-1,7	-4,5
31	95	Кобеляки	49,08					1		1							1	13	20	22	15	20	-1,1	-4,9
32	96	Готня	50,75					1									1	31		38	38	38	-3,7	-3,2
33	97	Белгород	50,67					1									1			28, 273				
34	99	Коломак	49,75		0		11	14	0	0							14	23	29	33	32	33	-2,3	-4,3
35	1	Єлья	54,5					27									27	16		18	18	18	-5,2	-4,6
36	2	Спас-Деменський	54,42					40									40			22, 716			-4,9	-4,6
37	3	Рославль	53,83					32									32	17		22	23	23	-4	-4,3
38	4	Жиздра	53,75					36									36			23,709			-4	-4,3
39	5	Сухиничі	54,08					39									39			23,22			-4,9	-4,9
40	6	Жуківка	53,5					26									26	24		23	30	30	-3,9	-4,8
41	7	Брянськ	53,25					23									23			24,45	27	27	-4	-4,9
42	8	Розльоти	51,83	1	3		1	2	1		2						2			26, 554				
43	9	Псур	53,42					35									35			24, 198				
44	10	Карачів	53,17															21		27	27	28	-4,4	-4,7
45	11	Навля	52,75					46									46	24		28	29	29	-4	-4,3
46	12	Радогощ	52,5																	25, 561				
47	13	Ново-Ямське	52,17																	26,05				
48	72	Трубчевськ	52,58					17									17	10		15	17	18	-3,4	-4,7
49	70	Унеча	53					34									34			24,82			-3,4	-4,7
50	71	Унеча	52,67					34									34			25, 309			-3,4	-4,7
51	74	Семенівка	52,08															17	17	18	22	22	-2,3	-3,7
52	75	Новгород-Сіверський	52,05		5			3			3						3			26, 228				
53	73	Семенівка	52,08																	26, 184			-2,3	-3,7
54	76	Щорс	51,92	2	2			1			5						1	15	17	19	23	23	-1,5	-3,8
55	19	Покошичі	51,83	1	8		1	10	1		2						10	20	22	24	25	28	-2,3	-3,3
56	77	Макошине	51,5	1	2		1	2			2						2			27, 043				
57	89	Нові Млини	51,5														1			27, 043				

Таблиця 4.2 - Оперативна інформація по гідрологічних постах в басейні р. Десна при прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р.

Key	GST_Num	GST	Q09_01	Qm
1	3	Десна-м.Брянськ	8,03	969
2	4	Десна-с.Розльоти	5,07	712
3	9	Болва-сел.Псур	6,72	437
4	15	Судость-сел.Погар	4,66	176
5	20	Снов-м.Щорс	4,76	116
6	24	Сейм-м.Ришкове	2,33	125
7	25	Сейм-м.Рильськ	1,61	180
8	26	Сейм-с.Мутин	2,78	192
9	31	Тускар-м.Курськ	3,09	68,2
10	38	Свапа-м.Старий Город	2,01	-
11	40	Клевень-с.Шарпівка	3,05	18,2
12	46	Сула-м.Ромни	1,57	-
13	48	Сула-м.Лубни	1,25	34,5
14	51	Удай-м.Прилуки	1,41	-
15	59	Псел-м.Суми	1,85	-
16	60	Псел-м.Гадяч	1,41	-
17	61	Псел-с.Запсілля	1,32	84,5
18	64	Хорол-м.Миргород	0,52	-
19	66	Ворскла-с.Чернетчина	0,82	-
20	67	Ворскла-с.Кобеляки	1,26	60,6

Коефіцієнти рівнянь наведені в табл. 4.3 відповідно району приналежності гідрологічного поста до річкового басейну. За знаком дискримінантної функції встановлюється якісний (альтернативний) прогноз висоти майбутнього водопілля:

- дискримінантна функція $DF_1 > 0$ – максимальні витрати води будуть більшими за середньо багаторічні значення (ситуація 1);
- за $DF_1 \leq 0$, а $DF_2 \geq 0$ – максимальні витрати води весняних вод очікуються близьким до середньо багаторічних їх значень (ситуація 2);

- за $DF\ 1 < 0$ і $DF\ 2 < 0$ – максимальні витрати води водопілля прогнозуються меншим за середньо багаторічні їх значення (ситуація 3);

Таблиця 4.3 – Коефіцієнти рівнянь дискримінантних функцій

$$DF = a_0 + a_1 k_S + a_2 k_{q_{09-01}} + a_3 k_L + a_4 \theta_{02}^0$$

Дискримінантна функція	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
DF 1	1,49	-14,4	2,76	11,0	0,057
DF 2	-0,30	-6,33	2,96	7,55	0,274

Умовні позначення до табл.4.3:

k_S – модульний коефіцієнт максимальних запасів води в сніговому покриві;

k – модульний коефіцієнт середнього модулю стоку осінньо-зимового періоду;

k_L – модульний коефіцієнт глибини промерзання ґрунтів;

θ_{02}^0 - температура повітря лютого ($^{\circ}\text{C}$).

б) прогноз величин модульних коефіцієнтів k_{q_m} здійснюється на дату його складання за регіональними залежностями табл. 4.4, відповідно району приналежності гідрологічного поста і знаком дискримінантної функції DF;

Таблиця 4.4 – Коефіцієнти поліному

$$k_{q_m} = b_0 + b_1 k_S + b_2 k_S^2 + b_3 k_S^3$$

Умови застосування	b_0	b_1	b_2	b_3
Басейн р. Десна (вище впадіння р. Сейм) і р. Снов				
DF1>0	0,0412	-0,258	2,58	-0,66
DF1≤0; DF2≥0	0,036	-0,198	1,07	-0,0563
DF1<0; DF2<0	-0,04	0,462	-0,462	0,385
Басейни рр. Сейм, Сула, Псьол, Ворскла				

DF1>0	0,06	0,487	0,753	0,486
DF1≤0; DF2≥0	0,03	-0,06	0,61	0,04
DF1<0; DF2<0	0,04	-0,25	0,45	-0,03

в) здійснюється перехід від прогнозних максимальних модульних коефіцієнтів k_{q_m} до значень максимальних витрат води Q_m , м³/с за рівнянням

$$Q'_m = k_{q_m} * q_0 * K_{Q_{2010}} * F, \quad (4.1)$$

де q_0 – середньо багаторічні величини максимальних модулів весняного водопілля, м³/(с*км²);

$K_{Q_{2010}}$ – коефіцієнт, враховуючий зміну значень середньобагаторічних величин максимальних витрат води за період до 2010 р. і наступні роки, що отримується за рівнянням (φ в частках град.)

$$K_{Q_{2010}} = 0,929 - 0,022(\varphi^0 - 50) \quad (4.2)$$

г) встановлення забезпеченості прогнозованих максимальних витрат води весняного водопілля здійснюється за таблицею трипараметричного гама-розподілу С. Н. Крицького і М. Ф. Менкеля за очікуваним k_q і значеннями коефіцієнтів варіації максимальних витрат води $(C_V)_{Q_m}$ при $C_S = 2,5C_V$. За відсутності часових рядів стокових на річках величина $(C_V)_{Q_m}$ одержується за регіональним рівнянням. Забезпеченість прогнозних величин Q_m надається у вигляді інтервалу Р % .

д) формою представлення прогнозів величин максимальний модульний коефіцієнтів весняного водопілля річок та їх забезпеченості у багаторічному періоді є картосхеми розподілу ізоліній цих величин;

є) оцінка якості довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля виконується шляхом визначення похибки прогнозу δ та в частках від допустимої похибки – $\delta/\delta_{\text{доп.}}$.

Величина похибки прогнозу δ , м³/с визначається за рівнянням

$$\delta = Q_m - Q'_m \quad (4.3)$$

де Q_m і Q'_m – спостережені і прогнозні значення максимальних витрат та рівнів води весняного водопілля, м³/с.

Прогноз вважається справджуваним, якщо відношення $\delta/\delta_{\text{доп.}} \leq 1$.

За відсутності рядів стокових вимірів на річках для визначення величини допустимої похибки при прогнозуванні максимальних витрат води весняного водопілля використовується залежність $\delta_{\text{доп.}}$ від площ водозборів F у вигляді

$$\delta_{\text{доп.}} = aF, \quad (4.4)$$

де a - коефіцієнт залежності.

4.4 Результати довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля 2022- 2023 р. та їх оцінка

Довгострокове прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля та автоматична побудова картосхем очікуваних максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля та їх забезпеченості ведеться для опорних гідрологічних створів, кількість яких замикає 20 водозборів [1, 2]. Такі гідрологічні пости охоплюють діапазони водозбірних площ від 2380 км² (р. Тускар - м. Курськ) до 36300 км² (р. Десна - м. Розльоти). По території вони розміщені порівняно рівномірно, що видно з рис.1.12.

З метеорологічних величин, які використовуються при прогнозуванні максимальних витрат води весняного водопілля враховуються: температура повітря, атмосферні опади, запаси води в сніговому покриві. На досліджуваній території діє 27 метеорологічних станцій, які ведуть спостереження за опадами і температурою повітря.

Визначення запасів води в сніговому покриві на водозборах відбувається за даними 57 метеорологічних станцій та постів (рис.1.12), які проводять снігомірні зйомки на стандартних снігомірних маршрутах на відкритий місцевості та у лісі. Снігомірні пункти розміщені по площі рівномірно.

Використовуються й дані агрометеорологічних спостережень – глибини промерзання ґрунтів. На розглядуваній території спостереження за промерзанням ґрунтів ведуться на метеорологічних станціях.

Отримання оперативної інформації гідрометеорологічних спостережень ведеться при використанні комп'ютерної системи «Автоматизоване робоче місце» (АРМ гідро) через мережу Інтернет [17]. Інформація про метеостанціях за 2023 рік представлена в табл. 4.1, а по гідрологічних постах – в табл. 4.2 [1].

Етапи випуску прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. в басейнах річок Десни та лівих приток Середнього Дніпра відповідають викладеній методиці територіальних довгострокових прогнозів максимального стоку весняного водопілля, що наведена вище [1, 2].

Слід зазначити, що у зв'язку зі складними гідрометеорологічними умовами формування весняного водопілля прогнозування максимальних витрат води річок здійснювалося за різних сценаріїв випадіння опадів у вигляді снігу в період завчасності прогнозу (при температурі повітря в березні та опадах вищих, близьких або нижчих за норму), що визначається в методі прогнозу величиною добавок снігу до максимальних снігозапасів $\Delta\bar{S}$ на календарні дати складання прогнозу.

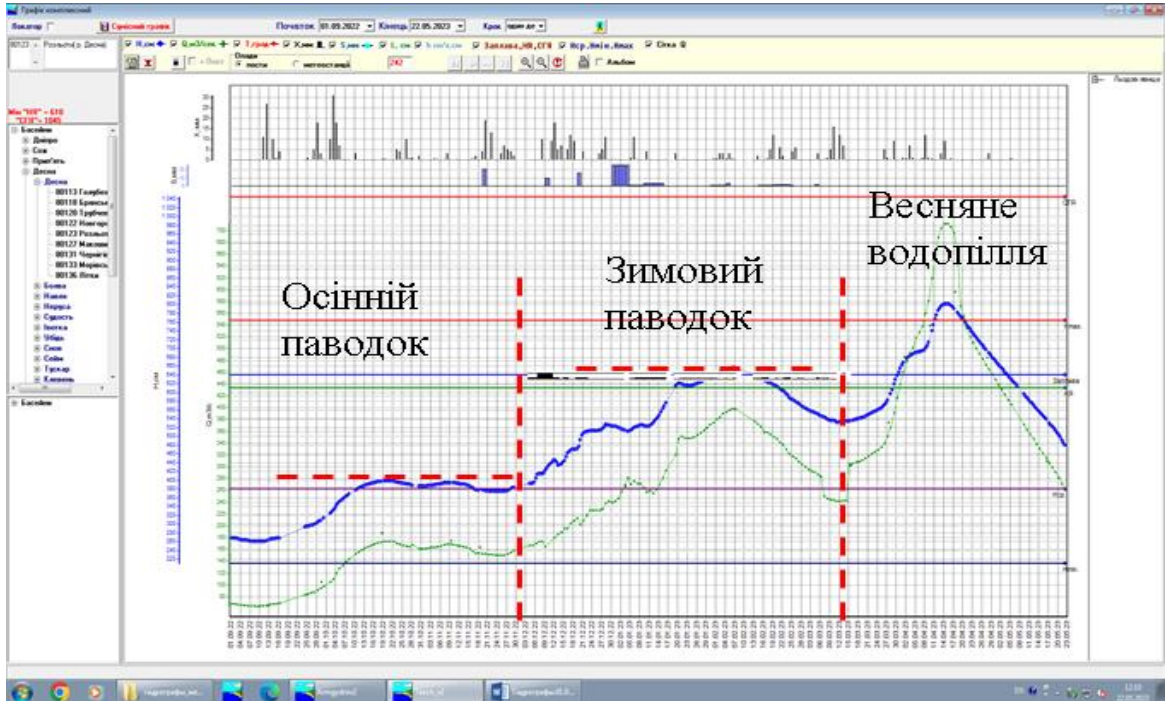
Довгострокове прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. для опорних створів в басейнах річок Десни та лівих приток Середнього Дніпра здійснено за I сценарієм коли температура повітря в березні і кількість опадів у вигляді снігу близькі до їх середньобогаторічних величин. При цьому величина добавок снігу до максимальних снігозапасів $\bar{\Delta S}$ на календарну дату складання прогнозу 20 лютого становила по території 3-8 мм (табл.4.5). Результати розрахунків показали, що спрогнозовані величини максимальних витрат води весняного водопілля поточного року були значно меншими за їх спостережені величини.

При цьому, враховуючи високу водність річок в результаті проходження у грудні-січні екстремальних тало-дощових паводків, тобто напередодні формування весняного водопілля, формування весняного стоку річок відбувалося над передповенежими витратами води (рис.4.7). В такому разі, був розглянутий варіант розрахунків коли до спрогнозованих за методикою максимальних витрат води водопілля Q'_m , м³/с були додані витрати води, що спостерігалися перед його початком Q_{nv} , м³/с (табл.4.6).

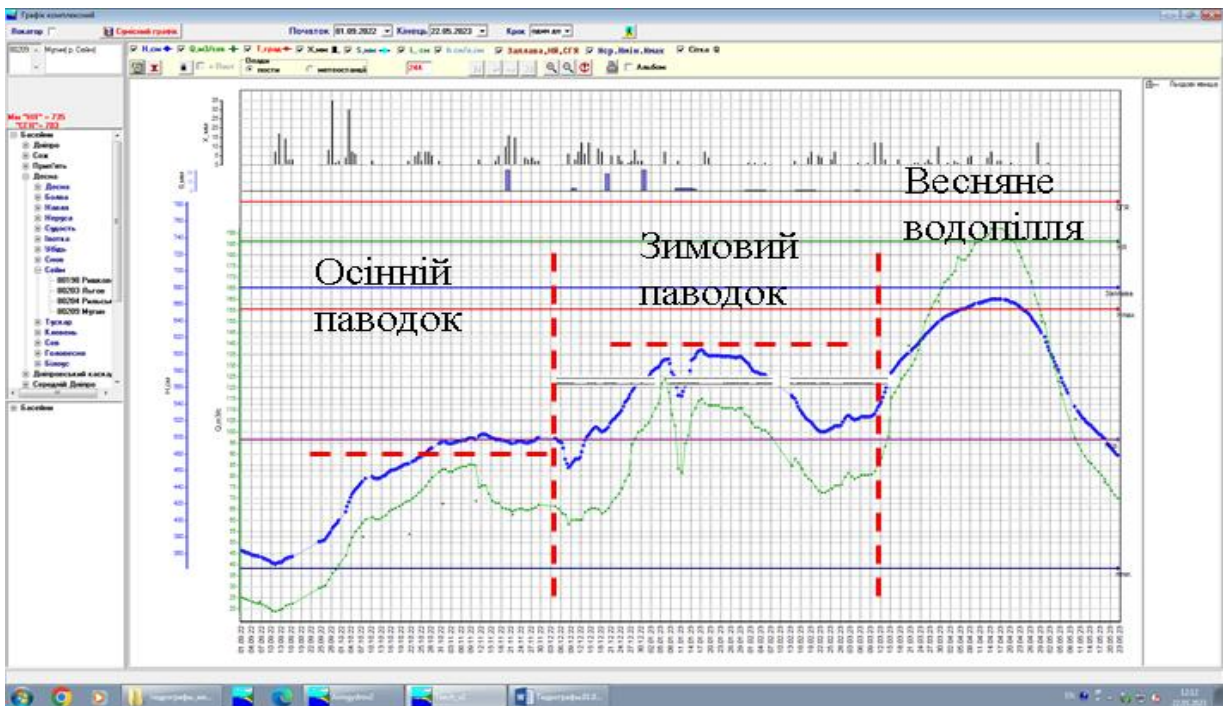
Таблиця 4.5 - Результати довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра (І сценарій)

№	Річка - пост	$S_{ДСП}$, мм	$\Delta\bar{S}$, мм	$(S_m)_{ДСП}$, мм	q_{09-01} , л/(с·км ²)	L , см	Θ_{02} °С	$DF1$	$DF2$	k_{q_m}	P_{Q_m} %	Q'_m , м ³ /с
1	Десна-м.Брянськ	34	8	42	8,03	23	-3,9	4,0	4,72	0,43	81	399
2	Десна-с.Розльоти	29	7	36	5,07	24	-4,0	2,82	3,21	0,4	88	380
3	Болва-сел.Псур	40	8	48	6,72	23	-4,0	3,32	4,55	0,53	91	126
4	Судость-сел.Погар	35	6	41	4,66	25	-3,4	3,8	5,25	0,59	68	228
5	Снов-м.Щорс	18	6	24	4,76	24	-2,3	5,15	5,25	0,26	89	86,0
6	Сейм-м.Ришкове	16	5	21	2,33	32	-4,0	4,47	2,97	0,14	97	88,3
7	Сейм-м.Рильськ	14	5	19	1,61	31	-4,0	3,76	2,08	0,13	99	111
8	Сейм-с.Мутин	10	5	15	2,78	29	-4,0	5,46	3,51	0,1	97	90,2
9	Тускар-м.Курськ	25	6	31	3,09	37	-4,8	3,85	2,76	0,23	95	63,2
10	Свапа-м.Старий Город	14	4	18	2,01	31	-4,0	3,71	1,81	0,11	98	41,6
11	Клевень-с.Шарпівка	1	5	6	3,05	21	-2,8	6,23	4,15	0,06	97	7,7
12	Сула-м.Ромни	1	4	5	1,57	24	-1,8	6,59	4,23	0,06	99	8,1
13	Сула-м.Лубни	1	4	5	1,25	23	-1,8	6,31	3,93	0,06	99	13,2
14	Удай-м.Прилуки	2	4	6	1,41	24	-1,4	5,85	3,78	0,06	99	1,9
15	Псел-м.Суми	28	4	33	1,85	28	-2,9	0	1,1	0,17	92	52,6
16	Псел-м.Гадяч	15	4	19	1,41	31	-2,9	3,25	2,12	0,19	91	53,6
17	Псел-с.Запілля	9	4	13	1,32	30	-2,9	4,93	3,19	0,12	98	39,4
18	Хорол-м.Миргород	16	3	19	0,52	32	-2,0	3,55	2,35	0,18	88	14,1
19	Ворскла-с.Чернетчина	1	4	5	0,82	32	-3,7	6,05	2,68	0,06	99	12,3
20	Ворскла-м.Кобеляки	3	3	6	1,26	33	-3,7	6,84	3,54	0,06	99	15,3

Комплексні графіки ходу гідрометеорологічних характеристик в басейнах річок Десни ті лівобережжя Середнього Дніпра за період формування весняного водопілля 2022-2023 р. представлені на рис. 4.7.



р. Десна – с. Розльоти



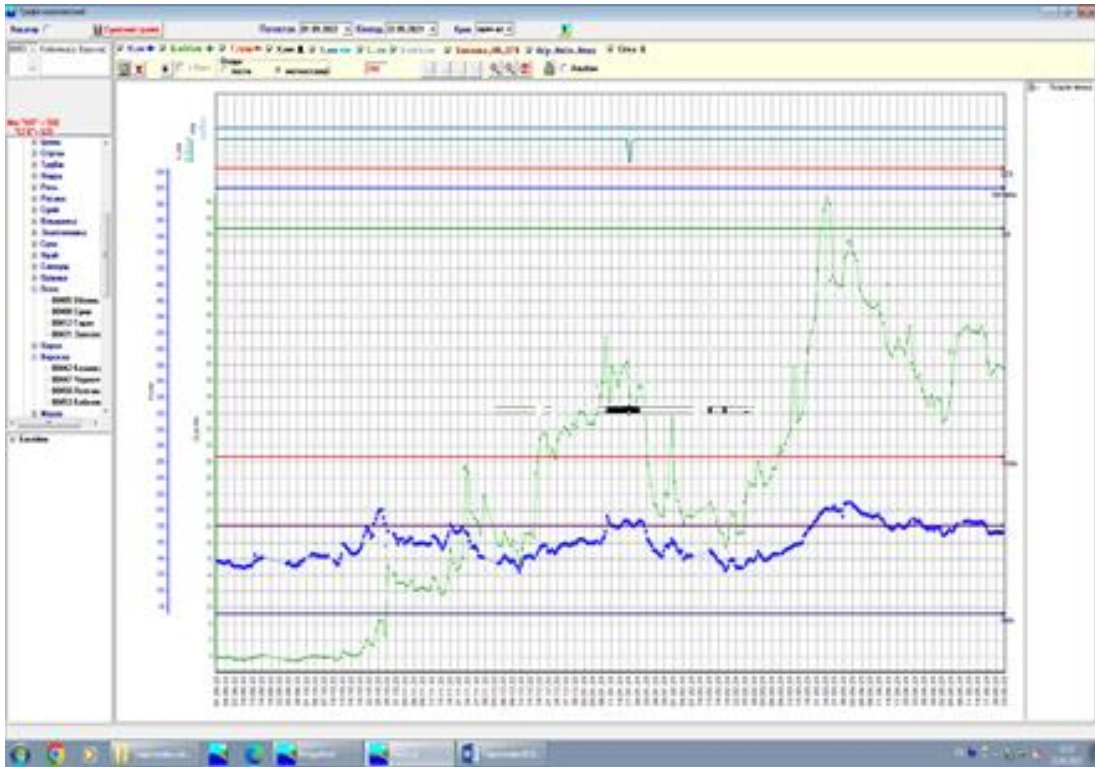
р. Сейм – с. Мутин



р. Сула – с. Лубни



р. Псел – с. Запсілля



р. Ворскла – с. Кобеляки

Рис. 4.7 - Комплексні графіки ходу гідрометеорологічних характеристик в басейнах річок Десни та лівобережжя Середнього Дніпра за період формування весняного водопілля 2022-2023 р.

Спрогнозовані за I сценарієм максимальні витрати води весняного водопілля 2022-2023 р. річок Десни та лівобережжя Середнього Дніпра Q_m'' , m^3/c у 85% випадків були справджуваними (за статистичними оцінками δ/δ_{don} , де δ – абсолютна похибка прогнозів, m^3/c ; δ_{don} - допустима похибка прогнозів, m^3/c за умови, що $\delta \leq \delta_{don}$), а їх величини близькі до спостережених (табл. 4.6) [1].

Збіжність спрогнозованих й спостережених максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. - S20_02 2023 рік (I сценарій) представлено на рис.4.8 [1].

Таблиця 4.6 - Оцінка якості довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра (I сценарій)

№ зп	Річка - пост	$F, \text{км}^2$	$\sigma Q_m, \text{м}^3/\text{с}$	$\delta_{\text{доп}}, \text{м}^3/\text{с}$	$Q_m, \text{м}^3/\text{с}$	$Q'_m, \text{м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{пв}}, \text{м}^3/\text{с}$	$Q''_m, \text{м}^3/\text{с}$	$\delta, \text{м}^3/\text{с}$	$\delta / \delta_{\text{доп}}$
1	Десна-м.Брянськ	13700	702	473	969	399	88,4	487	482	1,02
2	Десна-с.Розльоти	36300	654	441	712	380	304	684	28,3	0,06
3	Болва-сел.Псур	3210	115	77,5	437	126	19,6	146	291	3,75
4	Судость-сел.Погар	5180	273	184	176	228	31,1	259	-83,2	-0,45
5	Снов-м.Щорс	7140	255	172	116	86,0	63,5	149	-33,5	-0,19
6	Сейм-м.Ришкове	7460	457	308	125	88,3	20,8	109	15,9	0,05
7	Сейм-м.Рильськ	18100	665	448	180	111	37,1	148	32,2	0,07
8	Сейм-с.Мути	25600	676	456	192	90,2	82,3	173	19,5	0,04
9	Тускар-м.Курськ	2380	177	119	68,2	63,2	4,5	67,7	0,55	0,00
10	Свапа-м.Старий Город	3690	235	158	***	41,6	-	-	-	-
11	Клевень-с.Шарпівка	2440	81	54,6	18,2	7,7	3,72	11,5	6,74	0,12
12	Сула-м.Ромни	4020	109	73,5	***	8,1	-	-	-	-
13	Сула-м.Лубни	14200	157	106	34,5	13,2	18,3	31,5	3,05	0,03
14	Удай-м.Прилуки	1520	24,9	16,8	***	1,9	-	-	-	-
15	Псел-м.Суми	7770	253	171	***	52,6	-	-	-	-
16	Псел-м.Гадяч	11300	273	184	***	53,6	-	-	-	-
17	Псел-с.Запсілля	22400	233	157	84,5	39,4	36,2	75,6	8,89	0,06
18	Хорол-м.Миргород	1740	57,5	38,8	***	14,1	-	-	-	-
19	Ворскла-с.Чернетчина	5790	199	134	***	12,3	-	-	-	-
20	Ворскла-м.Кобеляки	13500	250	169	60,6	15,3	34,0	49,3	11,3	0,07

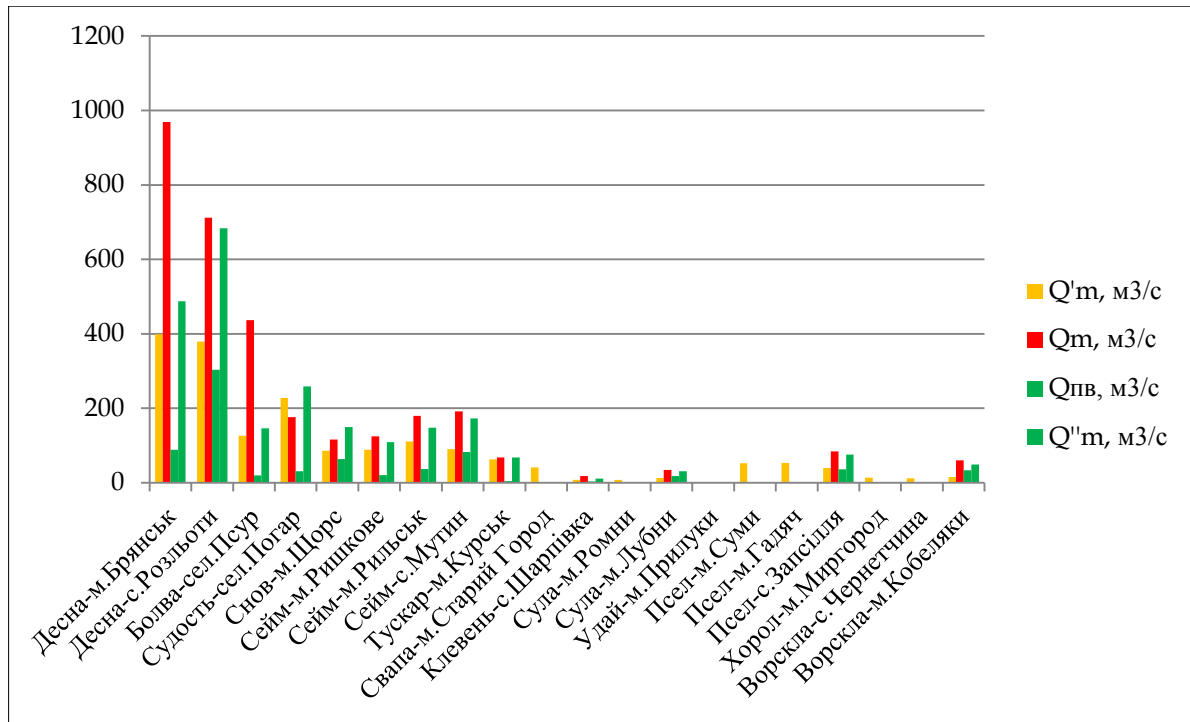


Рис. 4.8 - Збіжність спрогнозованих й спостережених максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. - S20_02 2023 рік (I сценарій)

В іншому варіанті прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля було здійснено й за сценарієм випадіння опадів більших за норму, при величинах $\Delta\bar{S}$ періоду завчасності прогнозу на рівні 12-25 мм для різних за географічним положенням річкових водозборів (табл.4.7) [1].

До річі, загалом за березень найбільша кількість опадів спостерігалась в басейнах річок Верхнього Дніпра, Прип'яті та Десни – 113-203 % місячної норми. І, навіть, останніми днями місяця (з 28 березня) із заходу відбувся затік холоду з помірними і значними дощами, які перейшли у сніг і на лівобережжі встановився сніговий покрив висотою до 10 см, а вздовж лівого берега Верхнього Дніпра та на пригирловій ділянці Десни – 1-4 см.

За таким сценарієм випадіння опадів вищими за норму, спрогнозовані максимальні витрати води майже врахували спостережені максимальні обсяги водопілля з високим відсотком справджуваності складених прогнозів (табл.4.8). При додаванні до спрогнозованих максимальних витрат води передповенемих витрат збільшило їх величини до значень, вищих за спостережені [1].

Таблиця 4.7 - Результати довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра (II сценарій)

№	Річка - пост	$S_{ДСП}$, мм	$\Delta\bar{S}$, мм	$(S_m)_{ДСП}$, мм	q_{09-01} , л/(с·км ²)	L , см	Θ_{02} °С	$DF1$	$DF2$	k_{q_m}	P_{Q_m} %	Q'_m , м ³ /с
1	Десна-м.Брянськ	34	25	59	8,03	23	-3,9	1,3	3,54	0,81	52	753
2	Десна-с.Розльоти	29	23	53	7,07	24	-4,0	1,82	4	0,81	55	767
3	Болва-сел.Псур	40	25	64	7,25	23	-4,0	1,21	3,97	0,94	50	222
4	Судость-сел.Погар	35	22	57	4,5	25	-3,4	0	3,61	0,5	76	194
5	Снов-м.Щорс	18	22	39	4,76	24	-2,3	1,65	3,71	0,7	56	228
6	Сейм-м.Ришкове	23	12	35	2,33	32	-4,0	1,97	1,87	0,34	83	208
7	Сейм-м.Рильськ	24	12	36	1,61	31	-4,0	0	0	0,14	99	118
8	Сейм-с.Мутин	15	12	27	2,78	29	-4,0	3,31	2,57	0,22	88	206
9	Тускар-м.Курськ	25	12	37	3,09	37	-4,8	2,76	2,28	0,33	89	89,2
10	Свапа-м.Старий Город	26	11	37	2,02	31	-4,0	0	0	0,12	97	47,2
11	Клевень-с.Шарпівка	1	21	22	3,05	21	-2,8	3,03	2,74	0,19	87	24,3
12	Сула-м.Ромни	1	19	20	1,53	24	-1,8	3,21	2,7	0,17	95	24,6
13	Сула-м.Лубни	1	19	20	1,25	23	-1,8	3,04	2,49	0,17	92	39,5
14	Удай-м.Прилуки	2	19	21	1,35	24	-1,4	2,43	2,2	0,2	93	6,32
15	Псел-м.Суми	28	19	48	1,84	28	-2,9	-3,02	0	0,35	78	110
16	Псел-м.Гадяч	15	19	34	1,35	31	-2,9	0	0	0,2	90	55,2
17	Псел-с.Запсілля	9	19	28	1,32	30	-2,9	1,26	1,57	0,41	78	136
18	Хорол-м.Миргород	16	18	34	0,37	32	-2,0	0	0	0,18	88	14,1
19	Ворскла-с.Чернетчина	1	18	19	0,7	32	-3,7	2,86	1,16	0,15	93	32,5
20	Ворскла-м.Кобеляки	3	18	21	1,26	33	-3,7	3,77	2,19	0,18	91	45,4

Таблиця 4.8 - Оцінка якості довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра (II сценарій)

№ зп	Річка - пост	$F, \text{ км}^2$	$\sigma Q_m, \text{ м}^3/\text{с}$	$\delta_{\text{доп}}, \text{ м}^3/\text{с}$	$Q_m, \text{ м}^3/\text{с}$	$Q'_m, \text{ м}^3/\text{с}$	$\delta, \text{ м}^3/\text{с}$	$\delta / \delta_{\text{доп}}$
1	Десна-м.Брянськ	13700	702	473	969	753	216	0,46
2	Десна-с.Розльоти	36300	654	441	712	767	-55,2	0,13
3	Болва-сел.Псур	3210	115	77,5	437	222	215	2,77
4	Судость-сел.Погар	5180	273	184	176	194	-17,7	0,1
5	Снов-м.Щорс	7140	255	172	116	228	-112	0,65
6	Сейм-м.Ришкове	7460	457	308	125	208	-83,1	0,27
7	Сейм-м.Рильськ	18100	665	448	180	118	61,9	0,14
8	Сейм-с.Мутин	25600	676	456	192	206	-14,2	0,03
9	Тускар-м.Курськ	2380	177	119	68,2	89,2	-21,0	0,18
10	Свапа-м.Старий Город	3690	235	158	***	47,2	***	***
11	Клевень-с.Шарпівка	2440	81	54,6	18,2	24,3	-6,08	0,11
12	Сула-м.Ромни	4020	109	73,5	***	24,6	***	***
13	Сула-м.Лубни	14200	157	106	34,5	39,5	-4,97	0,05
14	Удай-м.Прилуки	1520	24,9	16,8	***	6,32	***	***
15	Псел-м.Суми	7770	253	171	***	110	***	***
16	Псел-м.Гадяч	11300	273	184	***	55,2	***	***
17	Псел-с.Запсілля	22400	233	157	84,5	136	-51,8	0,33
18	Хорол-м.Миргород	1740	57,5	38,8	***	14,1	***	***
19	Ворскла-с.Чернетчина	5790	199	134	***	32,5	***	***
20	Ворскла-м.Кобеляки	13500	250	169	60,6	45,4	15,2	0,09

Збіжність спрогнозованих й спостережених максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. - S20_02 2023 рік (II сценарій) представлено на рис.4.9 [1].

Завчасність довгострокових прогнозів максимальних витрат води обумовлена швидкістю розвитку весняних процесів, тривалістю підйому весняного водопілля річок, різних за географічним положенням і розмірами водозборів. Таким чином, при даті випуску основного прогнозу 20 лютого 2023 р. завчасність прогнозів максимальних витрат води водопілля 2022-2023 р. становила порядку 20-30 діб для невеликих приток Десни, та майже двох місяців - для основних крупних річок басейну [1].

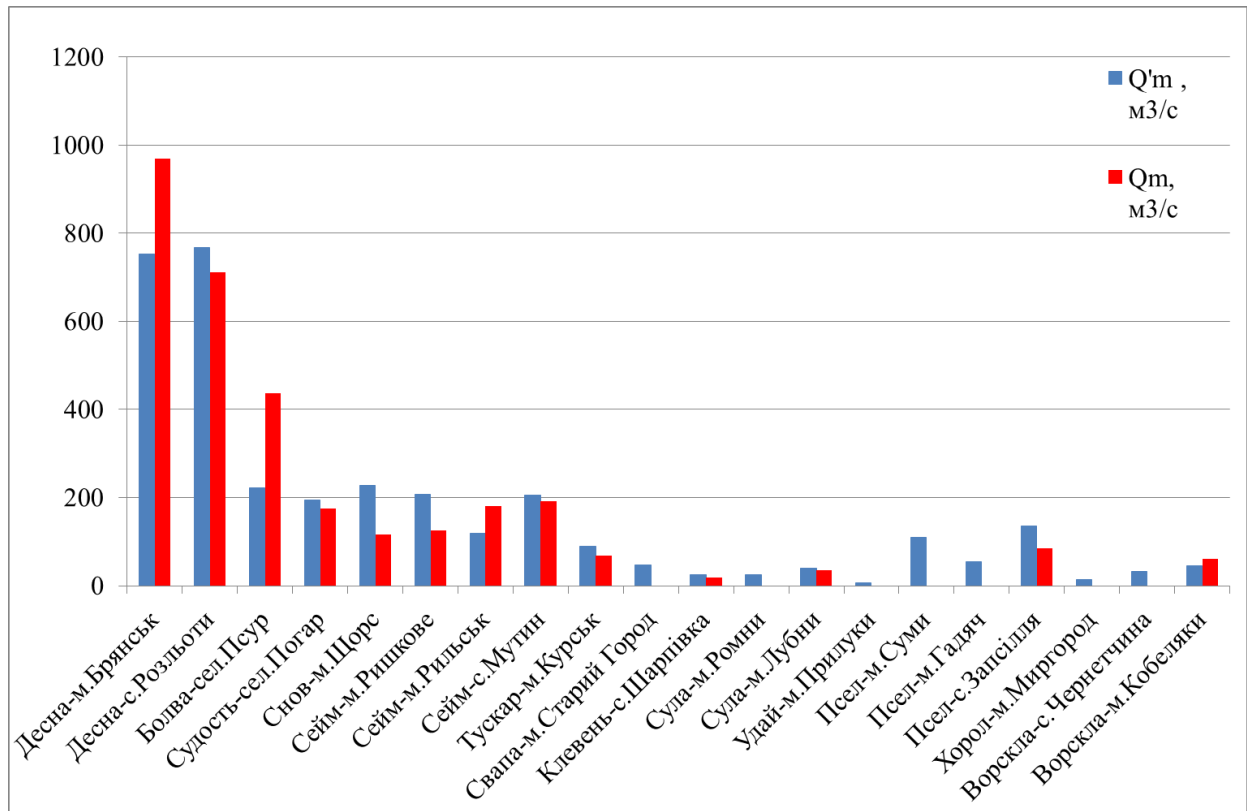


Рисунок 4.9 - Збіжність спрогнозованих й спостережених максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. - S20_02 2023 рік (II сценарій)

Результати територіального довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля в басейнах рр. Десна, Сейм та лівих приток Середнього Дніпра при використанні прогностичного комп'ютерного комплексу «Сейм» представлені в роботі [1, 2].

4.5 Застосування моделі прогнозу максимальних витрат води для невивчених у гідрологічному відношенні водозборів при побудові карто-схем очікуваних модульних коефіцієнтів максимальних витрат води весняного водопілля та їх забезпеченостей

На кожну дату складання прогнозів максимальних витрат води водопіль були автоматично побудовані картосхеми очікуваних максимальних модульних коефіцієнтів та їх забезпеченостей.

Розподіл по території прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів в басейнах рр. Десна, Сейм та лівих приток Середнього Дніпра на прикладі весняного водопілля 2020-2021 р. показаний на рис. 4.10. В басейні р. Десна модульний коефіцієнт збільшується в межах у західному напрямку від 0,2 до 0,6 (без р. Сейм). В басейні річки Сейм спостерігається збільшення величин коефіцієнта в напрямку гирла від 0,1 до 0,3. В басейнах Сула, Псел та Ворскла модульний коефіцієнт змінюється від 0,1 до 0,3.

Аналізуючи карту прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля можна сказати, що в цілому максимальні витрати води будуть нижче за норму, особливо в центральних та східних частинах басейну.

Таким чином, розподіл по території прогнозних величин k_{qm} у 2021 відбувається у напрямку з північного заходу від 1,4 – 1,0 на південь і південний захід до 0,2- 0,6. Розподіл забезпеченостей прогнозних величин максимальних витрат води весняного водопілля (P %) простежується при низькій забезпеченості 80-90% і нижче (рис. 4.11).

Побудовані картосхеми прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів дають можливість оцінити розміри майбутнього водопілля, одразу на великій території, а картосхеми забезпеченості – повторюваність величини максимальних витрат води водопілля у багаторічному розрізі.

Використана методика прогнозу дозволяє по отриманих картосхемах здійснити прогноз максимальних витрат води весняного водопілля з визначенням їх забезпеченості для будь-яких річок, незалежно від стану їх гідрологічної вивченості.

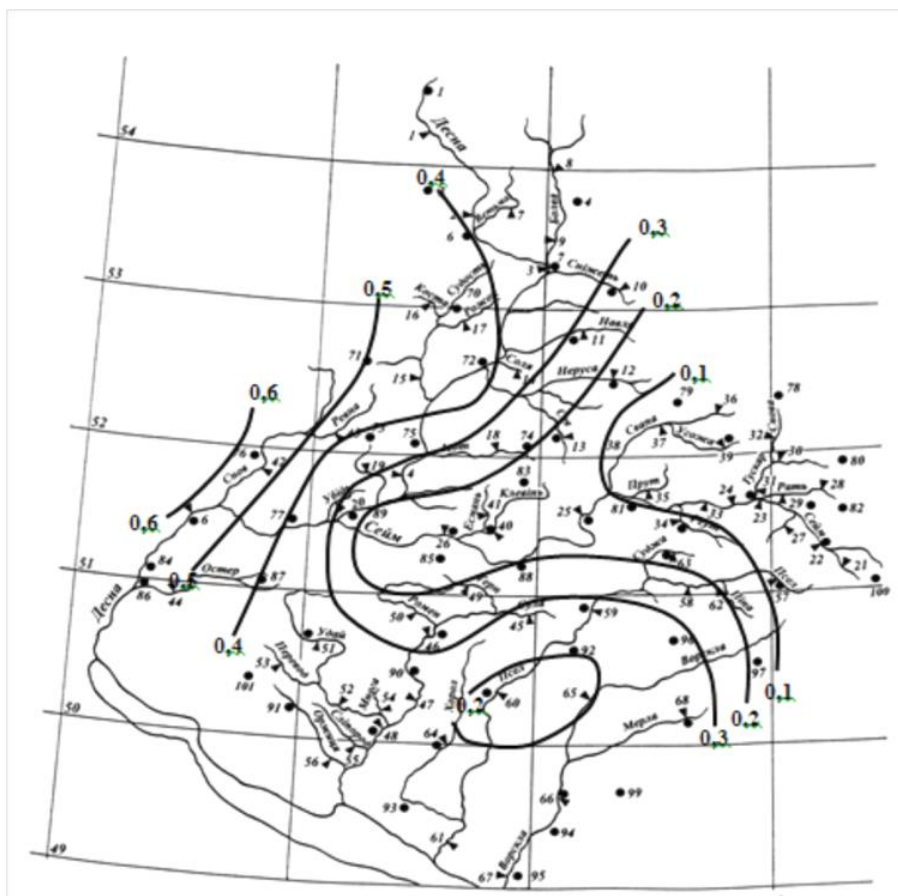


Рис. 4.10 – Розподіл по території прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля 2020-2021 р.

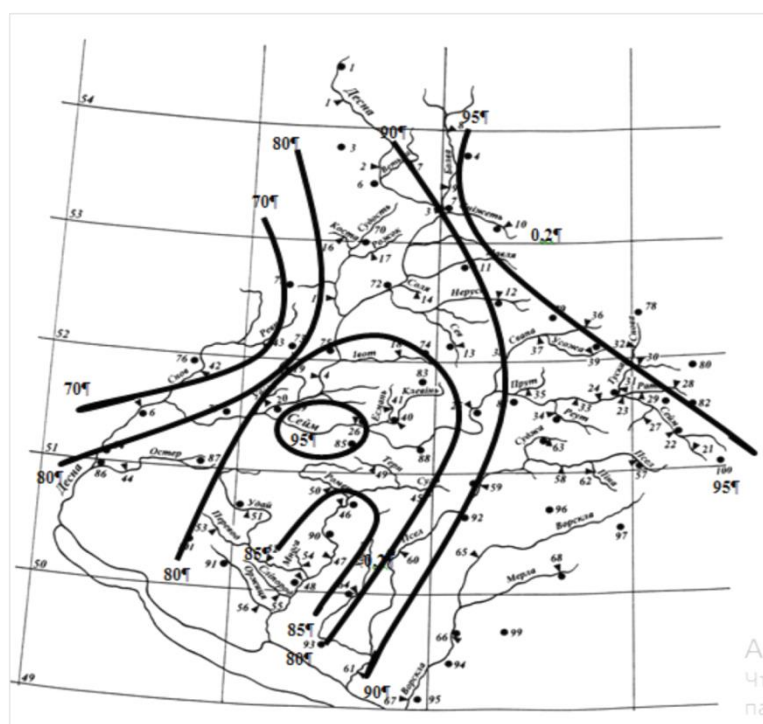


Рис. 4.11 - Розподіл по території забезпеченості ($P\%$) прогнозних величин максимальних витрат води весняного водопілля 2020-2021 р.

Так, по знятих з карто-схеми розподілу по території прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля 2020-2021 р. (рис.4.10) значеннях модульних коефіцієнтів одержання прогнозних величин максимальних модулів весняного водопілля q_m , $m^3/(c \cdot km^2)$ відбувається як

$$q_m = k_{q_m} q_0, \quad (4.5)$$

а максимальних витрат води (m^3/c) –

$$Q_m = k_{q_m} q_0 F, \quad (4.6)$$

де F - площа водозборів річок, km^2 ;

q_0 – середньобагаторічний модуль максимального стоку, $m^3/(c \cdot km^2)$.

Для річок, по яких є багаторічні ряди спостережень значення q_0 можна визначити як його статистичну величину

$$q_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{m_i}}{n * F}, \quad (4.7)$$

де Q_{m_i} - максимальні витрати води водопілля i -х років за період спостережень n .

За відсутності даних спостережень за стоком норма Q_0 визначається за методикою, яка спирається на модель типового редуційного гідрографа водопілля Е. Д. Гопченка і В. А. Овчарук [17, 22]

$$q_0 = q'_0 \psi(t_p/T_0) \varepsilon_F * r, \quad (4.8)$$

де q_0 – середньобагаторічний модуль максимального стоку, $m^3/(c \cdot km^2)$;

q'_0 – середньобагаторічний модуль максимальної витрати води схилового припливу, $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$;

$\psi(t_p/T_0)$ - трансформаційна функція розпластування повеневих хвиль під впливом руслового добігання;

ε_F - коефіцієнт русло-заплавного регулювання;

r – коефіцієнт трансформації водопіль під впливом озер і водосховищ руслового типу.

Методика визначення характеристик максимального стоку весняного водопілля невивчених у гідрологічному відношенні річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра представлена в даній роботі (розд.3) та в науковій статті за участі автора [42].

Результати по визначенню прогнозних величин максимальних витрат води весняного водопілля 2020-2021 р., що одержані з карто-схеми розподілу по території прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів (рис.4.10) та їх забезпеченостей (рис.4.11) представлені в табл. 4.9.

Оцінка справджуваності довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля виконувалася шляхом визначення похибки прогнозу δ та в частках від допустимої похибки – $\delta/\delta_{\text{дон}}$ [41,42].

Величина похибки прогнозу δ , $\text{м}^3/\text{с}$ визначалася за рівнянням

$$\delta = Q_m - Q'_m, \quad (4.9)$$

де Q_m і Q'_m – спостережені і спрогнозовані максимальні витрати води весняного водопілля, $\text{м}^3/\text{с}$.

Величина допустимої похибки $\delta_{\text{дон}}$ максимальних витрат води водопілля становить $\pm 0,674$ від середньоквадратичного відхилення прогнозої величини від її середньобагаторічної величини (норми) σQ_m , $\text{м}^3/\text{с}$. Прогноз вважається справджуваним, якщо відношення $\delta/\delta_{\text{дон}} \leq 1,0$ [41].

Таблиця 4.9 - Довгострокові прогнози максимальних витрат води весняного водопілля 2020-2021 р. та їх оцінка як для невивчених річок басейнів рр. Десна та лівих приток Середнього Дніпра

Пост	Річка-створ	F , км ²	$(q_0)_{роз.}$	$k(q_m)$	$(Q_m)_{роз.}$, м ³ /с	$P\%$	Q_m , м ³ /с	Дата Q_m	δ , м ³ /с	$\delta_{дон.}$, м ³ /с	$\delta/\delta_{дон.}$
1	Десна-с.Олександрівка	1710	0,093	0,38	60,4	90				49,1	
2	Десна- с. Голубея	4770	0,080	0,59	225	86	327	09.Кві	102	108	0,95
3	Десна-м.Брянськ	13700	0,059	0,38	307	91	344	16.Кві	36,8	242	0,15
4	Десна-с.Разльоти	36300	0,030	0,37	403	88	274	12.Гра	-129	509	0,25
5	Десна-м.Чернігів	81400	0,021	0,34	581	86	468	21.Гра	-113	945	0,12
6	Десна-с.Леткі	88500	0,021	0,30	558	82				1007	
7	Ветьма-с.Круча	1370	0,074	0,37	37,5	91				41,5	
8	Болва-м.Кіров	2010	0,090	0,34	61,5	94				55,6	
9	Болва-с.Псур	3210	0,086	0,35	97	94	297	04.Кві	200,4	79,6	2,52
10	Снежесть-м.Карачев	282	0,162	0,23	10,5	95				12,4	
11	Навля-сmt Навля	1560	0,091	0,21	29,8	95	20,7	04.Кві	-9,11	45,8	0,20
12	Неруса-с.Радогощ	1020	0,099	0,13	13,1	93				33,1	
13	Сєв-с.Новоямське	1150	0,073	1,60	134	83				36,3	
14	Соля-с.Мальцево	39,4	0,051	0,35	0,70	84				2,74	
15	Судость-сmt Погар	5180	0,085	0,45	198	82	41,0	21.Бер	-157	115	1,37
16	Коста-с.Глазово	150	0,255	0,46	17,6	81				7,63	

Продовження табл. 4.9

Пост	Річка-створ	F , км ²	$(q_0)_{\text{роз.}}$	$k(q_m)$	$(Q_m)_{\text{роз.}}$, м ³ /с	$P\%$	Q_m , м ³ /с	Дата Q_m	δ , м ³ /с	$\delta_{\text{дон.}}$, м ³ /с	$\delta/\delta_{\text{дон.}}$
17	Рожок-с.Красне	60	0,216	0,41	5,31	85				3,78	
18	Івотка-с.Івот	1260	0,055	0,20	13,9	82	4,85	29.Бер	-9,01	38,9	0,23
19	Головесня-с.Покошичі	29,5	0,137	0,35	1,41	80				2,20	
20	Убідь-с.Кудрівка	970	0,050	0,28	13,6	82	6,63	20.Бер	-6,95	31,8	0,22
21	Сейм-с.Гуцино	375	0,085	0,10	3,19	94				15,4	
22	Сейм-с.Зуєвка	2320	0,083	0,10	19,3	94				62,1	
23	Сейм-с.Лебязе	4870	0,066	0,10	32,1	94				109	
24	Сейм-с.Ришково	7460	0,068	0,10	50,7	95	70,2	26.Бер	19,5	152	0,13
25	Сейм-м.Рильськ	18100	0,041	0,50	371	94	136	24.Бер	-235	299	0,79
26	Сейм-с.Мутино	25600	0,028	0,55	394	93	136	29.Бер	-258	390	0,66
27	Полная-с.Губанівка	333	0,116	0,55	21,2	94				14,0	
29	Рать-с.Беседіно	630	0,143	0,10	9,01	95				22,9	
30	Тускар-с.Свобода	1690	0,106	0,10	17,9	95				48,7	
31	Тускар-м.Курськ	2380	0,100	0,10	23,8	95	23,6	31.Бер	-0,20	63,3	0,0032
32	Снова-с.Щурово	781	0,129	0,10	10,1	95				27,0	
33	лог Райчик-с.Польова Лукашівка	6,2	0,225	0,10	0,14	95				0,67	

Продовження табл. 4.9

Пост	Річка-створ	F , км ²	$(q_0)_{\text{роз.}}$	$k(q_m)$	$(Q_m)_{\text{роз.}}$, м ³ /с	$P\%$	Q_m , м ³ /с	Дата Q_m	δ , м ³ /с	$\delta_{\text{дон.}}$, м ³ /с	$\delta/\delta_{\text{дон.}}$
34	Реут-с.Любицька	960	0,095	1,30	119	94				31,6	
35	Прут-с.Ширково	530	0,082	0,10	4,35	92				20,0	
36	Свапа-с.Локтіоново	419	0,132	0,10	5,53	95				16,7	
37	Свапа-с.Михайлівка	2800	0,084	0,10	23,5	94				71,7	
38	Свапа-с.Старий Город	3690	0,093	0,10	34,3	94				88,5	
39	Усожа-м.Фатеж	364	0,160	0,10	5,82	95				15,0	
40	Клевень-с.Шарпівка	2440	0,060	0,15	22,0	85	14,0	07.Бер	-7,96	64,5	0,12
41	Есмань-с.Ротівка	628	0,063	0,17	6,73	87				22,8	
42	Снов-с.Щорс (Носівка)	7140	0,033	0,51	120	70				147	
43	Ревна-с.Залізний міст	380	0,078	0,48	14,2	75				15,5	
44	Остер-с.Кривицьке	2750	0,012	0,44	14,5	83				70,7	
45	Сула-с.Зеленківка	427	0,087	0,27	10,0	83				17,0	
46	Сула-м.Ромни	4020	0,044	0,25	44,2	88				94,5	
47	Сула-с.Снітин	6540	0,026	0,25	42,5	87				137	
48	Сула-м.Лубни	14200	0,017	0,23	55,5	87	16,0	09.Кві	-39,5	248	0,16
50	Ромен-м.Ромни	1650	0,026	0,20	8,58	90				47,8	
51	Удай-м.Прилуки	1520	0,021	0,35	11,2	83				44,9	

Закінчення табл. 4.9

Пост	Річка-створ	F , км ²	$(q_0)_{роз.}$	$k(q_m)$	$(Q_m)_{роз.}$, м ³ /с	$P\%$	Q_m , м ³ /с	Дата Q_m	δ , м ³ /с	$\delta_{дон.}$, м ³ /с	$\delta/\delta_{дон.}$
52	Удай-с.Курінька	6120	0,014	0,35	30,0	83				130	
53	Перевід-с.Сасинівка	745	0,014	0,37	3,86	81				26,0	
54	Многа-с.Вороньки	506	0,065	0,25	8,22	87				19,4	
55	Сліпорід-с.Олександрівка	527	0,024	0,30	3,79	85				20,0	
56	Оржиця-с.Маяківка	1950	0,016	0,33	10,3	84				54,3	
57	Псел-м.Обоянь	1100	0,099	0,10	10,9	94	19,7	04.Бер	8,81	35,1	0,25
58	Псел-м.Крупець	4700	0,079	0,50	186	93				107	
59	Псел-м.Суми	7770	0,052	0,20	80,8	93				157	
60	Псел-м.Гадяч	11300	0,025	0,25	70,6	91				208	
61	Псел-с.Запсілля	21800	0,022	0,25	120	90	56,7	26.Бер	-63,2	345	0,18
64	Хорол-м.Миргород	1740	0,027	0,25	11,7	83				49,8	
65	Ворскла-с.Козінка	1870	0,082	0,29	44,5	92	16,7	18.Бер	-27,8	52,6	0,53
66	Ворскла-с.Чернетчина	5790	0,036	0,27	56,3	91				125	
67	Ворскла-м.Кобеляки	13500	0,014	0,25	47,3	91	48,0	08.Кві	0,75	239	0,0031
68	Мерла-м.Богодухів	309	0,071	0,29	6,36	92				13,3	
									$n=19$	$P\%=$	89%

При прогнозі стоку для невивчених у гідрологічному відношенні річок стає задача визначення допустимої похибки прогнозів [18]. Так, при довгострокових прогнозах максимальних витрат води весняного водопілля $\delta_{дон}$ (м³/с) автором визначено по залежності, яка представлена на рис.4.12 і описується рівнянням

$$\delta_{дон} = 0,16 \cdot F^{0,77}, \quad (4.10)$$

де F , км².

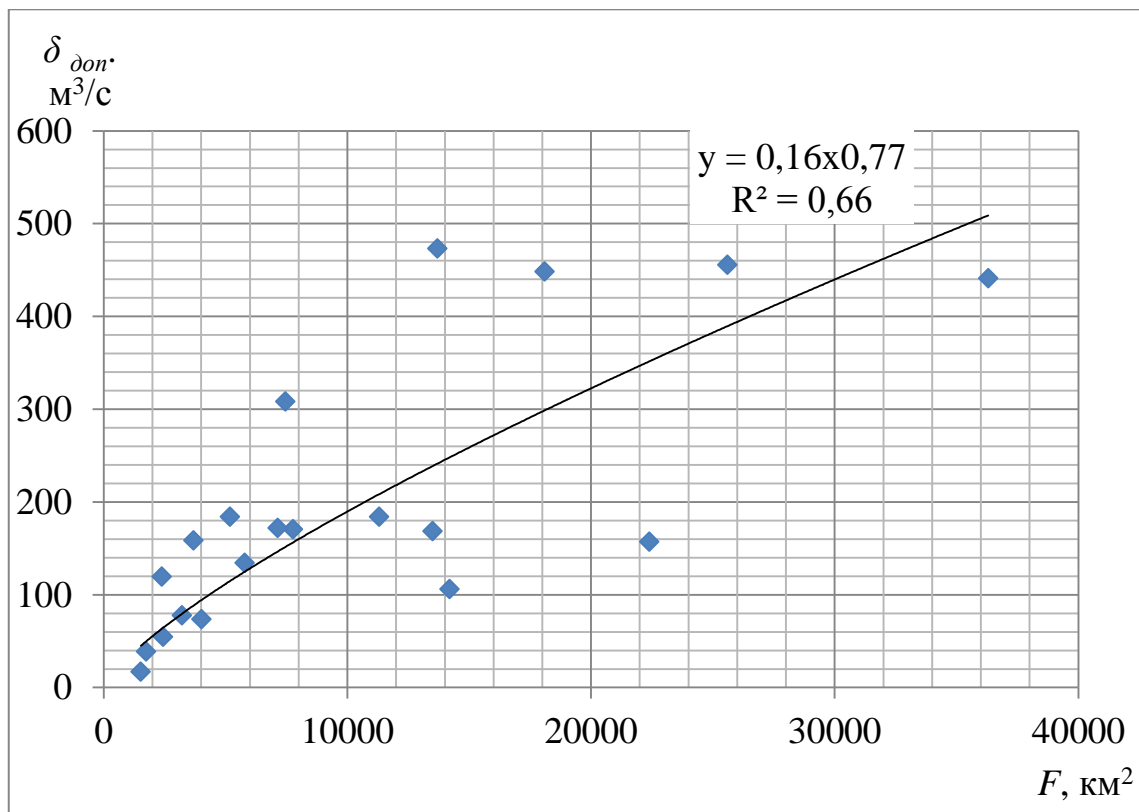


Рис.4.12 - Залежність для встановлення допустимої похибки довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля для невивчених річок басейнів рр. Десна та лівих приток Середнього Дніпра

В результаті оцінки складених перевірних довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля 2020-2021 р. для невивчених річок басейнів р. Десна та лівих приток Середнього Дніпра одержано, що у 89% випадків прогнози є виправданими (за даними спостережених максимальних витрат води у 2021 р. в 19 гідрологічних створах), тобто похибка прогнозу є меншою за допустиму, а саме відношення $\delta / \delta_{дон} \leq 1,0$ (табл.4.8). Забезпеченість у багаторічному періоді прогнозних величин максимальних витрат води річок, що зняті з карто-схем забезпеченостей коливаються в межах 70-95%.

ВИСНОВКИ

У даному дослідженні автором проаналізовано гідрометеорологічні умови формування екстремального весняного водопілля 2022-2023 р. в басейні р. Десна та лівобережжя Середнього Дніпра та здійснене довгострокове прогнозування його максимальних витрат води, визначені середньобогаторічні характеристик максимального стоку весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра

1. Визначення середньобогаторічних характеристик максимального стоку весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра здійснюється в методі територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля рівнинних річок, що базується на передчасному визначенні типу водності весни за комплексом гідрометеорологічних факторів та встановленні регіональних залежностей максимальних витрат води і шарів стоку весняного водопілля (для опорних водозборів) від сумарного надходження тало-дощових вод. При цьому в курсовому проекті на основі методики, яка спирається на модель типового редуційного гідрографа водопілля Є. Д. Гопченка і В. А. Овчарук здійснено визначення середньобогаторічних величин максимальних модулів весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра, як:

- за наявності часових рядів стокових спостережень за статистичними середньобогаторічними величинами максимальних витрат води водопілля;
- за відсутності часових рядів стокових спостережень за моделлю типового редуційного гідрографу весняного водопілля.

2. Збіжність максимальних модулів стоку весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра показала, що розрахункові величини максимальних модулів нижчі за статистичні середньобогаторічні їх величини на 10%. Зроблений висновок про те, що методика може бути використана для розрахунку середньобогаторічних величин максимальних

модулів весняного водопілля річок розглядуваної території за відсутності даних спостережень за стоком води на них.

3. Аналіз умов формування весняного водопілля 2022-2023 р. в басейнах рр. Дніпра, Десни та лівобережжя Середнього Дніпра показав, що вони були складними з осінньо-зимового до весняного періоду. Гідрометеорологічні умови осінньо-зимового періоду 2022-2023 рр. характеризувалися підвищеною водністю річок від осінніх дощів, нестійким режимом погоди зимового періоду, незначним промерзанням ґрунту, формуванням у зимовий період екстремального тало-дощового паводку, що обумовили високу водність річок перед весняним водопіллям, подальшим малоактивним накопиченням та нерівномірним заляганням снігового покриву призвели до формування екстремального весняного водопілля і виникненню небезпек затоплення автомобільних шляхів, населених пунктів.

4. Результати довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. в басейнах рр. Десна, Сейм та лівих приток Середнього Дніпра за методикою територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля річок при використанні програмного комплексу «СЕЙМ» виконані за різних сценаріїв випадіння опадів у період завчасності прогнозу показали задовільні статистичні оцінки прогнозу максимальних витрат води водопілля у разі врахування високої передповеневої водності річок за рахунок проходження екстремального зимового паводку.

Завчасність прогнозів максимальних витрат води водопілля 2022-2023 р. становила порядку 20-30 діб для невеликих приток Десни, та майже двох місяців - для основних крупних річок басейну.

5. Обґрунтовано застосування моделі прогнозу максимальних витрат води для невивчених у гідрологічному відношенні водозборів при побудові карто-схем очікуваних модульних коефіцієнтів максимальних витрат води весняного водопілля та їх забезпеченостей у багаторічному періоді (на прикладі весняного водопілля 2020-2021 р.).

5.1 Встановлено залежність для визначення допустимої похибки довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля для невивчених річок басейнів рр. Десна та лівих приток Середнього Дніпра.

5.2 В результаті оцінки складених перевірних довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля 2020-2021 р. для невивчених річок басейнів рр. Десна та лівих приток Середнього Дніпра одержано, що у 89% випадків прогнози є виправданими (за даними спостережених максимальних витрат води у 2021 р. в 19 гідрологічних створах), тобто похибка прогнозу є меншою за допустиму, а саме відношення $\delta / \delta_{\text{дон}} \leq 1,0$.

Забезпеченість у багаторічному періоді прогнозних величин максимальних витрат води річок, що зняті з карто-схем забезпеченостей коливаються в межах 70-95%.

ПЕРЕЛІК ДжЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Шакірманова Ж. Р., Перевозчиков І. М., **Шевченко О. П.** Застосування методу територіальних довгострокових прогнозів для визначення максимальних витрат води в умовах формування весняного водопілля 2022-2023 року в басейні р. Десна. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2023. № 31. С.5-21. <https://doi.org/10.31481/uhmj.31.2023>
<http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/12059>
2. **Шевченко П.О.**, Бовдуй В. В. Територіальне довгострокове прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р.Десна і р.Сула. *Матеріали Студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету* - 2022, 11-18 травня 2022 р., Одеса: ОДЕКУ. 2022. С.210-214.
3. **Шевченко П. О.** Аналіз умов формування та прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 року річок басейну Десни та лівобережжя середнього Дніпра. *Матеріали XXII Наукової конференції молодих вчених Одеського державного екологічного університету*, 23 - 31 травня. Одеса : ОДЕКУ. 2023. С. 109-110.
4. Шакірманова, Ж. Р., **Шевченко, О. П.** Визначення характеристик максимального стоку весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра. *XIX Міжнародна науково-практична конференція "Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення"* (14-15 вересня, Харків, 2023 р.).) / УКРНДІЕП.- С.383-389.
<http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/12064>
5. Физико-географическое районирование Украинской ССР / Под ред. В.П.Попова, А.М. Маринича, А.И. Ланько. Киев: Университет, 1968. 683 с.
6. Атлас України [Електронний ресурс]: Кер. проекту Л.Г.Руденко, В.С.Чабанюк, А.І.Бочковська / Інститут географії Національної академії наук України і Товариство з обмеженою відповідальністю «Інтелектуальні

- системи ГЕО», Інтелектуальні Системи ГЕО, 1999-2000. Назва з титул. екрану.
7. Швєбс Г.І. Каталог річок і водойм України: Навчально-довідковий посібник / Г.І. Швєбс, М.І. Ігошин. Одеса: Астропринт, 2003. 392 с.
 8. Ресурсы поверхностных вод СССР Т.6. Украина и Молдавия. Вып.2. Среднее и Нижнее Поднепровье / [под ред. М.С.Каганера]. Ленинград: Гидрометеиздат, 1971. 656 с.
 9. Географічна енциклопедія України: В 3-х т. / [за ред. О.М.Маринича та ін]. – Київ: «Українська Радянська енциклопедія» ім. М.П. Бажана, 1989. Т.1: А – Ж. 416 с.
 10. Климчук А.Б. Карст и природные полости. В кн.: Экологическая геология Украины /под ред. Шестопалова В.М. Киев: Наукова думка, 2009. / <http://www.institute.speleoukraine.net/karst-and-caves/ukrainian-karst/>
 11. Справочник по климату СССР. Ленинград: Гидрометеиздат, 1967. - Вып.28. – 359 с.
 12. Клімат України / За ред. В.М.Ліпінського, В.А.Дячука, В.М.Бабіченко. Київ: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
 13. Кліматичний кадастр України (бч.). Державна гідрометеорологічна служба. Київ: 2006, електронний ресурс.: climate_cgo@inbox.ru.
 14. Агрокліматичний довідник по території України / за редакцією: Т.І.Адаменко, М.І.Кульбіді, А.Л.Прокопенка. Кам'янець-Подільський: ПП Галагодза Р.С., 2011. 108 с.
 15. Просторове довгострокове прогнозування максимального стоку весняного водопілля в басейні Середнього Дніпра за умов сучасних кліматичних змін (заключний). Звіт про науково-дослідну роботу. № держреєстрації 0114U005144, 2015. 262 с.
 16. Державний водний кадастр. Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші (за 2011-2015 рр. та весь період спостережень). Частина 1. Річки. Випуск 2. Басейн Дніпра. Довідкове видання. Київ, 2017. 475 с.

17. Методичні вказівки до чергувань з дисципліни «Гідрологічні прогнози» по темі: «Керівництво роботи з автоматизованим робочим місцем гідролога-прогнозиста АРМ-гідро», 2012. 59 с.
18. Шакірзанова Ж.Р. Довгострокові гідрологічні прогнози: Конспект лекцій. Одеса: Вид. ТЕС, 2010. 154 с.
19. Аполлов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов. Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. 419 с.
20. Змиева Е.С., Климова В.В. Долгосрочный прогноз максимального весеннего стока // Труды Гидрометцентра СССР. 1983. Вып. 265.- С.3 – 16.
21. Гопченко Е.Д., Овчарук В.А. Формирование максимального стока весеннего половодья в условиях юга Украины. ТЭС, Одесса, 2002, 110 с.
22. Руководство по гидрологическим прогнозам. Вып. 1. Долгосрочные прогнозы элементов водного режима рек и водохранилищ Ленинград: Гидрометеиздат, 1989. 358 с.
23. Шакірзанова Ж.Р. Довгострокове прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок та естуаріїв території України: монографія. Одеса: ФОП Бондаренко М.О., 2015. 252 с.
24. Zhannetta Shakirzanova, Anhelina Dokus, Territorial long-term forecasting of hydrological characteristics of spring floods of lowland rivers. Editor(s): Sughosh Madhav, Shyam Kanhaiya, Arun Srivastav, Virendra Singh, Pardeep Singh, Ecological Significance of River Ecosystems, Elsevier, 2022, Chapter 17. Pages 325-350. ISBN 9780323850452
<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85045-2.00020-0>
25. Лобода Н.С. Методи статистичного аналізу у гідрологічних розрахунках і прогнозах : навчальний посібник. Одеса: Екологія, 2010. 184 с.
26. Овчарук В.А. Максимальний стік весняного водопілля рівнинних річок України: Монографія. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2020. 300 с.
27. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Ленинград: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.

28. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки. Одеса, ТЕС, 2014, 483 с.
29. Гопченко Є.Д., Шакірзанова Ж.Р., Андреевська Г.М. Комп'ютерні засоби просторового узагальнення очікуваних характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок (на прикладі басейну Десни) // Метеорологія, кліматологія та гідрологія: Міжвід. наук. збірник України. – Київ:КНТ, 2005. Вип. 49. С. 406-413.
30. Eugene Gopchenko, Jannetta Shakirzanova. Bundled software for long-term territorial forecasts of spring floods. Transboundary Floods: Reducing Risks Through Flood Management. - Printed in the Netherlands. Springer 2006, 111-119.
31. Кочелаба Е.И., Окорский В.П., Соседко М.Н. Математическое моделирование процессов формирования половодного стока на территории Полесья с учетом оттепельных явлений // Труды УкрНИГМИ. 1990. Вып. 235. С.3 – 18.
32. Разработать методику расчета и прогноза дождевого и талого стока на территории Киевского Полесья: отчёт о НИР (заключительный) УкрНДГМИ: Научный руководитель Соседко М.Н. - №ГР 01870026055; ИНВ № 02890027518. Киев, 1988. 78 с.
33. Разработать метод долгосрочного прогноза весеннего стока рек бассейна Верхнего Днестра, формирующих приток в Киевское и Каневское водохранилище: Отчет в НИР (заключительный) УкрНДГМИ: Научный руководитель Кочелаба Е.И. №ГР 01860106318; ИНВ № 02890042267. Киев, 1988. – 110 с.
34. Кочалаба Є.І., Окорський В.П., Соседко М.Н. Оценка динамики промерзания и оттаивания почвы в полесских районах по метеорологическим данным // Труды УкрНИГМИ. 1990. Вип. 235. С. 18-26.
35. Рубцов І.Г. Особенности формирования, расчеты и прогнозы объема половодья притоков Среднего Днестра // Труды УкрНИГМИ. 1969. Вип. 97. С. 38-54.

36. Рубцов І.Г. Расчеты и прогнозы максимального расхода половодья притоков Среднего Днепра // Труды УкрНИГМИ. 1970. Вип. 97. С. 55-62.
37. Делеур М.С. Влияние рельефа местности и метеорологических условий зимы на распределение снежного покрова в бассейнах рек Среднего Днепра // Труды УкрНИГМИ. 1969. Вип. 80. С. 99-115.
38. Рубцов І.Г. Условия формирования и метод расчета стока половодья в открытом бассейне // Труды УкрНИГМИ. – 1970. Вип. 88. С.25-41.
39. Шакірманова Ж.Р., Докус А.О., Сербова З.Ф., Швець Н.М. Комплексний метод довгострокового прогнозування гідрологічних характеристик весняного водопілля річок : Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології : монографія / за ред. В.І. Осадчого та ін. Київ: Ніка-Центр, 2019. С.58 – 74. ISBN 978-966-7067-39-7
40. Методичні вказівки з практичних занять та чергувань з дисципліни «Гідрологічні прогнози» по темі: «Територіальний довгостроковий прогноз максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Десна та лівих приток Середнього Дніпра (за автоматизованим комп'ютерним комплексом)» для студентів IV курсу денної форми навчання за спеціальністю “Гідрологія” / Шакірманова Ж.Р., Андреевська Г.М., Погорелова М.П., Будкіна І.Є. Одеса, ОДЕКУ, 2012. 56 с.
41. Настанова з оперативної гідрології. Прогнози режиму вод суші. Гідрологічне забезпечення і обслуговування / Керівний документ. Київ.: Український гідрометеорологічний центр, 2012. 120 с.
42. Оцінювання якості методики та точності (справджуваності) прогнозів режиму поверхневих вод суші / Керівний документ. Київ: Український гідрометеорологічний центр, 2015. 70 с.

Додаток А
Метеорологічні характеристики

Таблиця А.1 – Середні місячні і річні температури повітря (°С)

ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ													
СЕРЕДНЯ МІСЯЧНА І РІЧНА ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ (°С)													
Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Глухів													
Середня	-8,1	-6,9	-1,7	7,1	14,2	17,2	18,3	17,5	12,4	6,2	0,4	-4,3	6,0
Середнє квадратичне відхилення	4,3	3,9	3,2	2,2	2,1	1,7	1,4	1,3	1,3	1,8	2,1	2,8	1,0
Найбільш низька	-17,5	-17,6	-10,5	0,1	9,4	14,1	16,0	15,2	8,9	1,6	-9,0	-11,7	3,7
Рік	1987	1956	1952	1929	1941	1904	1935	1928, 1933	1894	1976	1993	1933	1987
Найбільш висока	-1,6	1,3	4,2	11,5	18,2	22,7	23,5	21,8	15,9	10,5	4,7	1,4	7,9
Рік	1899, 1989	2002	1990	1975	1975	1901	1936	1929	1924	1929	1926	1960	1975
Суми													
Середня	-7,7	-6,4	-1,1	7,9	14,9	18,0	19,2	18,2	13,0	6,6	0,6	-4,1	6,6
Середнє квадратичне відхилення	4,1	3,6	3,0	2,3	2,1	1,8	1,4	1,3	1,4	1,7	2,1	2,7	1,1
Найбільш низька	-16,6	-17,3	-9,3	0,2	9,8	14,2	16,6	15,1	9,6	0,9	-8,3	-11,6	4,1
Рік	1963	1929	1952	1929	1918	1928	1912	1928	1993	1920	1993	1933	1987
Найбільш висока	-1,1	1,4	4,6	12,3	18,8	22,0	24,1	22,9	17,8	11,3	4,6	1,9	8,5
Рік	1994	2002	1990	1975	1975, 1979	1924	1936	1938	1909	1929	1996	1960	1989

Продовження таблиці А.1

ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ													
СЕРЕДНЯ МІСЯЧНА І РІЧНА ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ (°С)													
Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Прилуки													
Середня	-6,7	-5,5	-0,4	8,3	15,1	18,1	19,2	18,3	13,4	7,1	1,3	-3,3	7,1
Середнє квадратичне відхилення	4,0	3,7	3,0	2,1	2,0	1,7	1,5	1,3	1,3	1,5	2,1	2,5	1,0
Найбільш низька	-16,2	-15,2	-7,7	3,9	11,1	15,0	17,0	16,1	10,3	2,7	-6,9	-10,3	4,9
Рік	1963	1954, 1956	1952	1931	1941	1933	1935	1987	1959	1946	1993	1933	1987
Найбільш висока	-0,6	2,4	5,5	13,0	18,8	22,0	25,4	22,5	18,8	11,3	4,7	2,2	9,1
Рік	1989	2002	1990	1950	1975	1954	1936	1938	1909	1935	1969	1960	1989

Таблиця А.2 – Максимальна температура повітря

МАКСИМУМ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ (°С)													
Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Глухів													
Середній	-4,9	-3,5	1,9	12,2	20,0	22,9	24,0	23,6	18,1	10,6	2,9	-1,8	10,5
Середнє квадратичне відхилення	3,5	3,1	2,9	2,6	2,6	2,0	1,7	1,7	2,0	2,0	2,1	2,4	1,0
Середній з абсолютних	2,6	3,0	10,3	21,9	27,5	29,3	30,1	30,5	26,0	18,7	9,9	4,9	31,5
Середнє квадратичне відхилення	1,6	3,0	5,1	2,9	2,3	2,1	2,0	2,0	2,1	2,6	2,5	2,6	1,6
Абсолютний	5,9	12,3	20,4	28,2	31,9	33,6	36,9	37,0	31,7	25,7	16,4	10,2	37,0
Рік	1975	1990	1983	1975	1979	1938, 1946	1936	1946	1944	1915	1967	1982	1946
Дата	6	26	27	29	31	30,12	30	20	10		1	19	20. VIII
Суми													
Середній	-4,5	-3,0	2,6	13,1	20,9	23,9	25,0	24,4	18,8	11,2	3,3	-1,5	11,2
Середнє квадратичне відхилення	3,4	2,9	3,0	2,8	2,7	2,1	1,7	1,7	2,0	2,1	2,1	2,3	1,0
Середній з абсолютних	2,9	3,5	11,2	22,6	28,1	30,4	31,3	31,4	26,6	19,1	10,5	5,4	32,5
Середнє квадратичне відхилення	2,0	3,3	5,1	3,0	2,6	2,2	1,9	2,2	2,2	2,7	2,6	2,8	2,0
Абсолютний	8,0	13,5	21,0	29,9	33,4	38,5	36,6	39,9	32,7	27,9	19,7	11,3	39,9
Рік	1899	1989	1983	1950	1906	1924	1936	1907	1909	1927, 1999	1926	1898	1907
Дата	23	26	27	24	11	16	30	11	9	4	1	5	11.VIII

Продовження таблиці А.2

МАКСИМУМ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ (°С)													
Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Прилуки													
Середній	-3,6	-2,2	3,3	13,4	20,9	23,6	24,8	24,3	19,2	11,9	4,0	-0,6	11,6
Середнє квадратичне відхилення	3,4	3,1	3,2	2,6	2,4	2,0	1,7	1,6	1,9	1,8	2,1	2,1	1,0
Середній з абсолютних	3,5	4,2	12,9	23,0	28,2	30,2	30,8	31,1	26,8	20,4	11,6	6,1	32,1
Середнє квадратичне відхилення	2,2	3,5	5,1	2,7	2,3	2,2	2,0	2,1	2,1	2,6	2,7	2,8	1,8
Абсолютний	7,1	14,6	21,8	29,7	32,1	35,6	38,0	38,2	32,1	26,1	18,5	11,8	38,2
Рік	1975	1990	1990	1950	1958	1957	1936	1946	1944	1966	1967	1964	1946
Дата	7	26	20	23	30	25	30	20	1	5	1	5	20. VIII

Таблиця А.3 – Мінімальна температура повітря

МІНІМУМ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ (°C)													
Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Глухів													
Середній	-11,6	-10,6	-5,1	2,8	8,5	11,6	13,0	12,0	7,6	2,5	-2,1	-7,1	1,8
Середнє квадратичне відхилення	5,2	4,8	3,8	1,9	1,5	1,5	1,1	1,1	1,1	1,7	2,4	3,5	1,1
Середній з абсолютних	-25,5	-23,6	-17,3	-3,6	1,2	5,5	7,9	5,6	-0,1	-5,3	-11,8	-20,1	-28,3
Середнє квадратичне відхилення	6,0	7,4	8,1	2,6	1,9	2,1	1,7	2,4	2,0	2,7	4,7	5,1	5,6
Абсолютний	-39,8	-36,1	-36,7	-18,8	-3,9	0,7	3,6	-1,6	-4,6	-11,5	-23,0	-33,9	-39,8
Рік	1987	1985	1964	1931	1946	1933	1968	1966	1958	1898	1989	1895	1987
Дата	9	10	8	5	13	4	23	31	18		30		9. I
Суми													
Середній	-10,9	-9,7	-4,4	3,3	9,3	12,5	14,0	12,9	8,2	2,8	-1,9	-6,8	2,4
Середнє квадратичне відхилення	4,8	4,4	3,4	2,0	1,6	1,2	1,2	1,2	1,1	1,6	2,3	3,3	1,1
Середній з абсолютних	-22,9	-21,0	-14,7	-3,1	2,1	6,2	9,1	7,0	0,9	-4,9	-11,1	-18,9	-25,9
Середнє квадратичне відхилення	5,5	6,5	7,5	2,8	2,1	2,1	1,9	2,1	2,4	2,4	4,5	5,1	4,6
Абсолютний	-36,0	-33,0	-33,4	-14,9	-6,5	-0,4	4,7	1,1	-5,5	-19,0	-22,9	-30,7	-36,0
Рік	1935	1956	1964	1952	1918	1916	1957	1966	1916	1920	1999	1907	1935
Дата	6	4	8	1	5	2	3	31	29	31	26	25	6. I

Продовження таблиці А.3

МІНІМУМ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ (°С)													
Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Прилуки													
Середній	-9,9	-8,6	-3,6	3,9	9,7	12,7	14,0	13,0	8,4	3,2	-1,2	-5,9	3,0
Середнє квадратичне відхилення	4,8	4,3	3,3	1,8	1,7	1,4	1,3	1,1	1,1	1,5	2,2	3,0	1,1
Середній з абсолютних	-21,6	-19,8	-13,6	-2,4	2,3	6,7	9,1	6,6	0,8	-4,5	-9,5	-17,7	-24,1
Середнє квадратичне відхилення	5,3	6,3	7,1	2,4	1,9	2,3	1,8	2,1	2,2	2,1	4,2	4,7	4,3
Абсолютний	-33,4	-30,6	-28,4	-13,9	-1,6	1,8	5,6	1,4	-3,9	-8,7	-21,7	-28,1	-33,4
Рік	1950	1956	1964	1931	1935	1963	1909	1966	1986	1988	1931	1969	1950
Дата	11	1	7			3		31	29	27		31	11.I

Таблиця А.4 – Середня місячна та річна кількість опадів

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

Продовження таблиці А.4

СЕРЕДНЯ МІСЯЧНА І РІЧНА КІЛЬКІСТЬ ОПАДІВ (мм) З ПОПРАВКАМИ НА ЗМОЧУВАННЯ															
Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Холод- ний період (XI-III)	Теплий період (IV-X)	Рік
Суми															
Середня	43	33	38	39	55	68	77	62	45	38	52	53	219	384	603
Середнє квадратичне відхилення	28,7	18,3	20,1	25,6	36,6	31,0	41,1	34,8	28,6	30,1	30,4	30,6	85,7	91,3	120,5
Коефіцієнт варіації	0,67	0,55	0,53	0,65	0,67	0,45	0,53	0,56	0,64	0,80	0,58	0,57	0,39	0,24	0,20
Найменша	2	2	1	0	1	6	14	1	2	1	1	5	63	137	228
Рік	1972	1954	1911	1918	1949	1910	1967	1929	1907	1896, 1987	1926	1917	1954	1908	1908
Найбільша	130	119	79	112	157	253	189	171	151	195	140	123	451	653	886
Рік	1966	1937	1970	1973	1961	1907	1907	1947	1905	1952	1980	1981	1970	1973	1973

Продовження таблиці А.4

СЕРЕДНЯ МІСЯЧНА І РІЧНА КІЛЬКІСТЬ ОПАДІВ (мм) З ПОПРАВКАМИ НА ЗМОЧУВАННЯ															
Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Холод- ний період (XI-III)	Теплий період (IV-X)	Рік
Прилуки															
Середня	45	37	39	48	47	70	87	55	49	38	48	55	224	394	618
Середнє квадратичне відхилення	23,8	20,4	19,8	26,4	21,4	44,5	42,9	31,3	40,3	31,9	20,7	22,5	58,0	92,0	120, 0
Коефіцієнт варіації	0,53	0,55	0,50	0,55	0,46	0,64	0,49	0,57	0,82	0,85	0,43	0,41	0,26	0,23	0,19
Найменша	7	2	2	1	3	7	8	8	4	0	2	2	88	187	334
Рік	1972	1972	1921	1886	1936	1940	1936	1929	1934	1987	1921	1948	1954	1963	1946
Найбільша	112	74	85	118	114	205	201	159	180	161	120	105	360	578	836
Рік	1966	1970	1967	1982	1967	1984	1974	1947	1971	1939	1952	1966	1967	1982	1980

Таблиця А.5 – Середня та річна швидкість вітру

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Глухів (висота флюгера 12м; М-63-10м)													
Середня	3,6	3,7	3,5	3,3	2,9	2,6	2,4	2,4	2,7	3,1	3,6	3,8	3,1
Середнє квадратичне відхилення	0,9	1,1	0,9	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	1,0	0,6	0,5
Коефіцієнт варіації	0,25	0,30	0,26	0,18	0,21	0,23	0,21	0,25	0,22	0,19	0,28	0,16	0,16
Найменша	1,5	2,0	1,5	2,2	1,6	1,1	1,3	1,4	1,6	1,9	1,8	2,2	2,1
Рік	1988	1986	1986	1986	1989	1988, 1989	1988	1989	1989	1988	1986	1985	1988
Найбільша	5,0	7,2	5,3	4,5	4,2	3,7	3,5	4,0	3,7	4,1	5,5	5,1	4,1
Рік	1962	1969	1990	1965, 1979	1969	1962	1968	1961	1966	1971	1969	1975	1969
Максимальна	20ф,а	28ф	24а	22а	25а	30а	25а	22а	20а	25ф	24ф	24а	30а
Рік	1970, 1987	1969	1983	1987	1980	1981	1980	1979, 1987	1987	1970	1970, 1973	1979	1981
Дата	17, 18, 26	13	12	18	1	13	14	26, 6	4	31	2, 26	8	13.VI

Продовження таблиці А.5

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Суми (висота флюгера 14м; М-63-12м)													
Середня	4,4	4,6	4,3	4,1	3,5	3,3	3,1	3,1	3,3	3,9	4,4	4,5	3,9
Середнє квадратичне відхилення	0,7	1,1	0,8	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,6	0,8	0,5	0,3
Коефіцієнт варіації	0,17	0,23	0,19	0,13	0,15	0,14	0,15	0,18	0,16	0,15	0,18	0,11	0,09
Найменша	3,2	2,7	2,9	3,1	2,4	2,3	2,0	2,2	2,6	2,4	2,9	3,4	3,2
Рік	1972	1982	1973, 1986	1984	1983	1981	1972	1968	1968, 1975	1961	1975	1984	1985
Найбільша	5,9	8,3	6,2	5,2	4,5	4,1	4,0	4,4	4,7	4,9	5,9	5,8	4,5
Рік	1989	1969	1990	1965	1969, 1990	1976, 1978	1962, 1968	1961	1986	1969, 1971	1969	1975	1969
Максимальна	24ф	34ф	24ф	24ф	22ф	25ф,a	24a	19a	20ф	24a	28ф	25a	34ф
Рік	1964	1969	1968, 1970	1967	1969	1971, 1975	1983	1989	1964	1976	1970	1975	1969
Дата	27	12	15, 5	18	21	13, 4	14	5	13	8	3	10	12.II

Продовження таблиці А.5

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Прилуки (висота флюгера 12м; М-63-10м)													
Середня	3,5	3,7	3,5	3,4	3,0	2,7	2,5	2,5	2,6	2,8	3,3	3,4	3,1
Середнє квадратичне відхилення	1,0	1,3	1,1	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,9	0,8	0,7
Коефіцієнт варіації	0,28	0,35	0,30	0,23	0,25	0,23	0,25	0,28	0,23	0,21	0,28	0,22	0,22
Найменша	2,1	1,7	1,3	1,9	1,8	1,5	1,6	1,4	1,7	1,8	1,4	1,8	1,9
Рік	1987, 1988	1982, 1987	1986	1986	1987	1988	1987, 1988	1985	1982	1986	1986	1985	1986
Найбільша	5,7	7,8	5,5	5,2	4,2	4,0	3,8	4,3	4,1	4,0	4,9	4,8	4,3
Рік	1965	1969	1962	1965	1962, 1969	1962	1968	1961	1964	1971	1969	1962	1962
Максимальна	24ф	25ф	30ф	22ф	25а	26а	22ф	20а	28ф	22ф	20ф	24ф	30ф
Рік	1964, 1970	1969	1971	1968	1985	1981	1973	1980	1973	1973	1973	1967	1971
Дата	27, 18	16	23	6	31	13	19	6	10	19	25	11	23.III

Пояснення до табл.А.5: Максимальна швидкість вітру надана за вимірами флюгера (ф) або дистанційного анеморумбометра (а).

Додаток Б

Мережа гідрометеорологічних спостережень в басейнах лівобережжя Середнього Дніпра (в межах України)

№ з/п	Річка_ - пункт	Довгота	Ши-рота	Код поста	Площа водо-збору	Період спостережень	Число років
1	Десна - с.Розльоти	34,00	53,20	80123	36300	1936-40, 1954-2015	67
2	Десна - с.Вишеньки	30,00	53,08	-	37600	1895-1921, 1930-35	33
3	Десна - м.Чернігів	34,22	52,79	80131	81400	1884-2015	132
4	Десна - с.Літки	33,98	52,70	80136	88500	1973-2015	43
5	Івотка - с.Івот	33,94	51,94	80179	1260	1959-2015	57
6	Головесня - с.Покошичі	32,95	51,78	80183	29,5	1930,1932- 41,1944-2015	83
7	Убідь - с.Кудрівка	32,67	51,81	80193	970	1957-2015	59
8	Сейм - с.Мутин	35,42	51,89	80209	25600	1926-2015	90
9	Клевень - с.Шарпівка	34,13	51,63	80255	2440	1931-40, 1956-2015	70
10	Єсмань - с.Ротівка	33,92	51,63	-	628	1936-41, 1944-88	51
11	Снов - с.Носівка	32,26	52,21	80259	7140	1956-2010	55
12	Остер - с.Кривицьке	31,93	51,03	-	2750	1937-44, 1953-83	39

Таблиця
гідрологічних

13	Ревна - с.Залізний Міст	32,83	52,27	-	380	1957-75	19
14	Білоус - с.Кошівка	31,00	51,65	80600	526	1957-63, 1984-2015	39
15	Трубіж - с.Заворичі	31,25	50,79	-	476	1962-88	27
16	Трубіж - смт Баришівка	31,12	50,61	80280	1990	1946-57, 1960-2015	68
17	Трубіж - м.Переяслів- Хмельницький	31,22	50,46	80285	3430	1936-40, 1962-2015	59
18	Ільта - с.Селичівка	31,07	50,36	-	230	1967-88	22
19	Недра - смт Березань	31,49	50,52	80289	789	1945-50, 1955- 59, 1961-77, 1979-2015	65
20	Супій - с.Піщане	31,75	50,27	80344	1900	1928-41, 1959-2015	71

Б.1 – Список
постів

Продовження таблиці Б.1

№ з/п	Річка - пункт	Довгота	Широта	Код поста	Площа водозбору	Період спостережень	Число років
21	Вільшанка - с. Мліїв	31,28	49,23	80346	749	1956-2015	60
22	Золотоношка - м.Золотоноша	32,10	49,88	80350	431	1945-2015	71
23	Сула - с.Зеленківка	34,34	50,84	80354	427	1932-41, 1944-2015	82

24	Сула - м.Ромни	33,60	50,95	80355	4020	1926-40, 1958-2010	68
25	Сула - с.Снятин	33,38	50,62	-	6540	1928-35, 1957-88	40
26	Сула - м.Лубни	33,08	50,55	80359	14200	1936-2015	80
27	Терн - с.Будки	33,86	50,03	-	840	1936-41, 1944-75	38
28	Ромен - м.Ромни	33,09	50,94	80369	1650	1956-2015	60
29	Удай - м.Прилуки	32,17	50,80	80372	1520	1936-41, 1944-2015	78
30	Удай - с.Курінька	32,39	50,57	-	6120	1953-88	36
31	Перевід - с.Сасинівка	31,95	50,52	80380	745	1956-2015	60
32	Многа - с.Вороньки	32,89	50,30	-	506	1953-88	36
33	Сліпорід - с.Олександрівка	32,62	50,09	80386	527	1954-2015	62
34	Оржиця - с.Маяківка	32,27	50,13	80391	1950	1954-2015	62
35	Псел - м.Обоянь	36,77	51,15	-	1100	1951-80, 1982-86	35
36	Псел - с.Крупець	36,37	51,05	-	4700	1928-41, 1949-80	46
37	Псел - м.Суми	35,91	51,13	80408	7770	1938-41, 1948-2015	72
38	Псел - м.Гадяч	35,52	50,87	80412	11300	1936-39, 1958-2015	62
39	Псел - с.Запсілля	34,20	50,35	80421	22400	1928-40, 1950-2015	79
40	Грунь - с.Римарівка	34,19	50,61	-	958	1945-75	31

41	Хорол - м.Миргород	33,72	50,36	80432	1740	1920-45, 1956-2015	86
42	Говтва - с.Михнівка	34,26	49,73	80436	1560	1952,1954, 1955,1958-2015	61
43	Ворскла - с.Козинка	36,04	50,61	-	1870	1930-41, 1944- 49, 1952-80, 1982-86	52

Продовження таблиці Б.1

№ з/п	Річка_пункт	Дов-гота	Ши-рота	Код поста	Площа водо-збору	Період спостережень	Чис-ло років
44	Ворскла - с.Чернеччина	35,58	50,54	80447	5790	1954-2015	62
45	Ворскла - м.Кобеляки.	35,32	50,01	80453	13500	1966-2015	50
46	Ворсклиця - с.Мокра-Орлівка	35,65	50,69	-	612	1956-80, 1982-86	30
47	Ворсклиця - с.Березівка	35,49	50,62	-	1460	1931-41, 1944-88	56
48	Мерло - м.Богодухів	35,68	50,19	80460	309	1951-2015	65

Таблиця Б.2 – Список метеорологічних станцій

№ з/п	Тип, назва	Область	Число років	Індекс	Висота станції, м БС	Широта станції, в долях від	Довгота станції, в долях від
-------	------------	---------	-------------	--------	----------------------	-----------------------------	------------------------------

						градусів	градусів
1	АМСЦ Чернігів	Чернігівська	34	33135	139	51,38	31,30
2	АМСЦ Суми	Сумська	66	33275	180	50,85	34,66
3	АМСЦ Полтава	Полтавська	64	33506	160	49,48	34,35
4	М Семенівка	Чернігівська	48	3349	160	52,18	32,58
5	М Щорс	Чернігівська	47	33136	127	51,8	31,95
6	М Ніжин	Чернігівська	59	33246	124	51,05	31,90
7	М Остер	Чернігівська	55	33236	112	50,95	30,88
8	М Прилуки	Чернігівська	65	33362	132	50,58	32,38
9	М Дружба	Сумська	33	3358	190	52,05	33,92
10	М Глухів	Сумська	66	33156	164	51,65	33,98
11	М Конотоп	Сумська	66	33261	144	51,23	33,20
12	М Ромни	Сумська	60	33268	168	50,76	33,45
13	М Лебедин	Сумська	65	33382	131	50,58	34,48
14	М Гадяч	Полтавська	66	33376	154	50,36	33,98
15	М Лубни	Полтавська	68	33377	156	50,01	33,00
16	М Веселий Поділ	Полтавська	64	33495	96	49,61	33,26
17	М Богодухів	Харківська	58	34302	202	50,18	35,61
18	М Коломак	Харківська	66	34304	180	49,85	35,23

Додаток В

Базова інформація для складання довгострокового прогнозу максимальних витрат води
весняного водопілля в басейнах рр.Десна, Сейм та середніх лівих приток Дніпра

Номер поста	Річка-пост	F , км ²	f_l , %	f_b , %	ψ , в долях град. півн.ш.	S_0 , мм	L_0 , см	$(q_{09-01})_0$, л/(с·км) ²	Q_0 , м ³ /с	q_0 , м ³ /(с·км) ²	$(C_v)_{Q_m}$	σ_{Q_m} , м ³ /с	$(\delta_{don})_{Q_m}$, м ³ /с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	Десна-м.Брянськ	13700	40	1	53,83	84	83	3,38	932	0,068	0,66	766	517
4	Десна-с.Розльоти	36300	30	2	53,17	76	80	2,84	923	0,025	0,66	602	406
9	Болва-д.Пеур	3210	44	<1	53,83	85	91	2,70	238	0,074	0,26	110	74,2
15	Судость-д.Погар	5180	16	6	52,67	72	82	1,79	388	0,075	0,81	294	198
20	Снов-с.Щорс	7140	10	-	52,25	64	81	2,23	315	0,046	0,97	247	167
24	Сейм-м.Ришкове	7460	5	<1	51,75	79	92	2,03	619	0,083	0,77	510	344
25	Сейм-м.Рильськ	18100	8	1	51,83	77	92	1,92	867	0,048	0,70	654	441
26	Сейм-м.Мутин	25600	7	1	51,75	76	90	2,22	914	0,036	0,82	772	520
31	Тускар-м.Курськ	2380	5	<1	52,08	86	92	2,52	274	0,115	0,68	200	135

Продовження додатка В

Номер поста	Річка-пост	F , км ²	f_l , %	f_b , %	ψ , в ДОЛЯХ град. півн.ш.	S_0 , мм	L_0 , см	$(q_{09-01})_0$, л/(с·км) ²	Q_0 , м ³ /с	q_0 , м ³ /(с·км) ²	$(C_v)_{Q_m}$	σ_{Q_m} , м ³ /с	$(\delta_{don})_{Q_m}$, м ³ /с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
38	Свапа-ст.Город	3690	11	2	51,17	84	94	2,81	387	0,105	0,74	235	159
40	Клевень-с.Шарпівка	2440	8	3	51,83	69	99	2,13	124	0,051	1,00	81,0	54,4
46	Сула-м.Ромни	4020	2	2	50,92	65	82	1,39	134	0,033	0,90	104	70,4
48	Сула-м.Лубни	14200	7	7	50,58	64	79	1,23	226	0,016	0,86	157	106
51	Удай-м.Прилуки	1520	11	11	50,83	64	88	1,39	32,0	0,021	1,04	23,2	15,6
59	Псел-м.Суми	7770	9	1	51,08	62	76	2,04	297	0,038	1,03	247	166
60	Псел-м.Гадяч	11300	11	1	50,83	60	76	1,94	271	0,024	0,96	234	158
61	Псел-м.Запсілля	22400	7	1	50,67	58	76	1,42	334	0,015	0,81	218	147
64	Хорол-м.Миргород	1740	2	5	50,33	62	69	0,92	73,7	0,042	1,07	72,0	48,8
66	Ворскла-с.Чернеччина	5790	8	<1	50,50	70	78	1,82	207	0,036	0,97	183	124
67	Ворскла-м.Кобеляки	13500	10	3	50,17	67	73	1,88	254	0,019	0,82	147	98,9

Продовження додатка В

№	Річка-пост	Кількість метеостанцій	Номер метеостанції	Номер метеостанції для $\theta^{\circ}\text{C}$	Назва метеостанції	Норма $\bar{\theta}_{02}^{\circ}\text{C}$	Норма $\bar{\theta}_{03}^{\circ}\text{C}$	Номер району (підрайону)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>	<i>21</i>
3	Десна-м.Брянськ	4	1,2,3,4,5,6,7,9	6	Жуківка	-7,4	-2,3	6
4	Десна-с.Розльоти	15	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,	7	Брянськ	-7,2	-2,3	6
9	Болва-д.Псур	4	2,4,5,9	4	Жуківка	-7,4	-2,3	6
15	Судость-д.Погар	3	70,71	70	Жуківка	-7,4	-2,3	6
20	Снов-с.Щорс	3	71,73,76	73	Семеніка	-7,1	-2,0	6
24	Сейм-м.Ришкове	4	29,31,78,80,82,100	31	Курськ	-7,9	-2,4	7а
25	Сейм-м.Рильськ	8	25,29,31,39,78,79,80	31	Курськ	-7,9	-2,4	7а
26	Сейм-м.Мутин	11	25,26,29,31,39,40,78	81	Льгов	-7,8	-2,2	7а
31	Гускар-м.Курськ	4	78,80	80	Курськ	-7,9	-2,4	7а
38	Свапа-ст.Город	2	39,79	79	Курськ	-7,9	-2,4	7а
40	Клевень-с.Шарпівка	1	40,83	83	Курськ	-7,8	-2,2	7а
46	Сула-м.Ромни	2	45,85	46	Ромни	-6,0	-0,8	7б
48	Сула-м.Лубни	4	46,48,51,85,87,101	46	Ромни	-6,0	-0,8	7б
51	Удай-м.Прилуки	2	51,87,101	51	Ромни	-6,0	-0,8	7б
59	Псел-м.Суми	4	57,59,63	59	Суми	-6,0	-1,2	7в
60	Псел-м.Гадяч	6	57,59,60,63,92	59	Суми	-6,0	-1,2	7в
61	Псел-м.Запсілля	8	57,59,60,63,64,92,93	59	Гадяч	-6,0	-1,2	7в
64	Хорол-м.Миргород	2	60	60	Гадяч	-6,0	-0,8	7в

Продовження додатка В

№	Річка-пост	Кількість метеостанцій	Номер метеостанції	Номер метеостанції для θ °С	Назва метеостанції	Норма $\bar{\theta}_{02}$ °С	Норма $\bar{\theta}_{03}$ °С	Номер району (підрайону)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>	<i>21</i>
66	Ворскла-с. Чернеччина	4	66,96,97	96	Богодухів	-6,0	-1,2	7в
67	Ворскла-с. Кобеляки	7	66,68,94,95,96,97,99	96	Богодухів	-6,0	-1,2	7в