

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра гідрології суші

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему:

**ПРОСТОРОВЕ ДОВГОСТРОКОВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ
МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ В
БАСЕЙНІ Р. ДЕСНА ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО
КОМПЛЕКСУ «SEIM»**

Виконав студент 2 курсу групи МГ- 61
спеціальності 8.04010503 Гідрологія,
Василенко Гліб Андрійович

Керівник: д.геогр.н., проф.
Шакірзанова Жаннетта Рашидівна

Консультант

Рецензент: к.геогр.н., доцент
Сербов Микола Георгійович

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра Гідрології суші
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 8.04010503 «Гідрологія»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри гідрології суші
д.геогр.н., проф. Гопченко Є.Д.
“ ___ ” _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Василенку Глібу Андрійовичу

1. Тема роботи: Просторове довгострокове прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Десна за допомогою програмного комплексу «Seim»
керівник роботи: Шакірзанова Жаннетта Рашидівна, д.геогр.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від “ ___ ” _____ 20__ року №_
2. Строк подання студентом роботи _____
3. Вихідні дані до роботи: 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) вивчення фізико-географічних умов формування стоку річки Десна, Сейм та інших лівих приток Середнього Дніпра з використанням сучасних електронних карт;
 - 2) викладення теоретичних основ методу просторових довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля; методика щодо визначення середньобагаторічних максимальних модулів весняного водопілля.
 - 3) картографічна форма представлення прогностичних величин максимальних витрат води весняного водопілля та їх забезпеченості для передчасної оцінки максимального підйому рівнів води в річках під час весняного водопілля;
 - 4) комп'ютеризація процесу комплексного оперативного забезпечення та екологічного моніторингу про стан водності річок в період весняного водопілля;
 - 5) схема довгострокового прогнозування максимальних витрат води по гідрометеорологічним даним та по картосхемах прогнозних максимальних модульних коефіцієнтів та їх забезпеченості;
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Фізико-географічна карта басейну р. Десна, карта ґрунтів і рослинності, гідрографічна мережа річки Десна, гідрометеорологічна вивченість території, карта-схеми розподілу по території середньобагаторічних величин шарів стоку весняного водопілля, тривалості схилового припливу тало-дощової води, середньобагаторічних величин максимальних запасів води в сніговому покриві,

карта – схема розподілу модульних коефіцієнтів максимальних витрат води весняного водопілля 2015-2016 р. та їх забезпеченості.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4 (технічна отладка комп'ютерного комплексу)	Андреевська Г.М. – к.геогр.н., доцент кафедри інженерних конструкцій та водних досліджень Одеського національного морського університету	26.12.16	10.01.17

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи		Оцінка виконання етапу	
				у %	за 4-х бальною шкалою
1	Вивчення фізико-географічних умов формування стоку річок в басейні р. Десна.	31.10.16	13.11.16	75	добре
2	Описання методу територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля.	14.11.16	27.11.16	75	добре
3	Рубіжна атестація	28.11.16	04.12.16	80	добре
4	Методика щодо визначення середньобагаторічних максимальних модулів весняного водопілля.	05.12.16	25.12.16	80	добре
5	Реалізація методики прогнозу довгострокових просторових прогнозів характеристик весняного водопілля у басейні р. Десна на основі комп'ютерної програми « <i>Seim</i> ».	26.12.16	04.01.17	82	добре
6	Схема довгострокового прогнозування максимальних витрат води по гідрометеорологічним даним та по картосхемах прогнозних модульних коефіцієнтів та їх забезпеченості.	05.01.17	18.01.17	82	добре
7	Оформлення магістерської роботи	19.01.17	26.01.17	80	добре
8	Підготовка презентації та доповіді	27.01.16	05.02.17	85	добре
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)			80	добре

Студент _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Актуальність теми полягає в комп'ютеризації процесу комплексного оперативного забезпечення та прогностичного моніторингу про стан водності річок в період весняного водопілля, що представляє інтерес для відповідних органів влади та населення.

Метою роботи є використання сучасних комп'ютерних технологій (у вигляді програмного комплексу «*Seim*») для передчасної оцінки максимального підйому рівнів води в річках під час весняного водопілля, що дає змогу завчасно реагувати і попереджати населення і владні структури про катастрофічні повені та наслідки від можливих підтоплень територій.

Об'єктом дослідження є водні басейни річок Десни з Сеймом та інших лівих приток Дніпра, для яких необхідним є прогностичний моніторинг можливого затоплення територій в роки з катастрофічним розвитком гідрометеорологічної ситуації.

Вихідними даними є метеорологічні та гідрологічні дані весняного водопілля, що запозичені з бази даних Українського гідрометцентру за допомогою автоматизованого робочого місця гідролога АРМ-гідро. Поряд з цим використано авторську базу даних за багаторічними матеріалами гідрометеорологічних спостережень.

Новизна дослідження полягає у виявленні та аналізі закономірностей формування весняного водопілля на річках. Також запропонований метод прогнозування максимального стоку весняного водопілля при використанні дискримінантної функції, застосованої у інформаційних технологіях обробки даних моніторингу у вигляді комп'ютерного комплексу «*Seim*».

Соціальна значимість роботи пов'язана з можливістю завчасного попередження катастрофічних наслідків від весняних водопіль річок при комп'ютеризації моніторингу їх стану у поточному режимі надходження гідрометеорологічної інформації.

Загальна характеристика наукової роботи:

Структура: робота складається з 4 розділів.

Об'єм – 78 стор.

Рисунків – 26 шт.

Таблиць – 9 шт.

Використаних літературних джерел – 27.

Ключові слова: автоматизація випуску прогнозу, весняне водопілля, максимальні витрати води, картографічна форма.

SUMMARY

Actuality is the computerization process of integrated operational support and predictive monitoring of state water content of rivers during the spring flood of interest to the relevant authorities and the public

The aim is to use modern computer technology (in the form of program complex «Seim») for early assessment of the maximum rise in water levels in the rivers during the spring flood, which allows you to react in advance and warn the population and the authorities of the catastrophic consequences of floods and possible flooded areas.

The object of study is the water basins of the Desna of the Sejm and the other left tributaries of the Dnieper, which requires a prognostic monitoring possible flooding areas during the development of disastrous hydrometeorological situation.

The initial data are meteorological and hydrological data spring flood that borrowed from a database of Ukrainian Hydrometeorological using workstation hydrologist ARM-hydro. In addition, the author uses the database perennial materials meteorological observations.

The novelty of the research is to identify and analyze patterns of spring floods on the rivers. Also, the proposed method of forecasting the maximum drain spring flood using discriminant function applied information technology in data monitoring as a computer complex «*Seim*».

The social significance of the work associated with the possibility of early warning of catastrophic consequences of the spring flood of the rivers in the computerization of monitoring their state revenues in the current mode of hydrometeorological information.

Overview of Research:

Structure: consists of 4 parts.

Volume – 78 page.

Figures – 26 pcs.

Tables – 9 pcs.

Used literature – 27.

Keywords: automation output forecast spring flood, the maximum water flow, mapping form.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	8
1 Коротка фізико-географічна характеристика басейну р. Десна...	9
1.1 Географічне положення і рельєф.....	9
1.2 Ґрунти і рослинність.....	10
1.3 Клімат.....	17
1.4 Озерність та заболоченість.....	25
1.5 Особливості водного режиму річок досліджуваної території....	26
1.6 Гідрометеорологічна вивченість басейну р. Десна.....	27
2 Теоретичні основи методу просторових довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля.....	30
2.1 Основні положення методу прогнозу.....	30
2.2 Методика щодо визначення середньобагаторічних максимальних модулів весняного водопілля.....	35
2.3 Визначення гідрометеорологічних чинників водопілля, що входять до дискримінантної функції.....	41
3 Методика для довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Десна та приток Середнього Дніпра.....	48
3.1 Складання бази вихідної та оперативної гідрометеорологічної інформації.....	48
3.2 Складання прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля.....	51
4 Використання комп'ютерного комплексу за допомогою сучасних технологій для гідрологічного моніторингу весняного водопілля...	54
4.1 Автоматичне складання оперативного прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля з комп'ютерною програмою «Seim».....	54

4.1.1 Організація бази даних у комп'ютерному комплексі.....	55
4.1.2 Схема прогнозу максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля у автоматичному режимі.....	58
4.1.3 Побудова картосхем прогнозних максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля.....	60
4.1.4 Побудова картосхем забезпеченості прогнозних величин максимальних витрат води весняного водопілля.....	61
4.2 Схема прогнозу максимальних витрат води по картосхемах їх прогнозних модульних коефіцієнтів.....	63
4.3 Результати перевірних розрахунків за програмним комплексом «Seim» за багаторічний період 2001-2016 рр.....	67
Висновки.....	74
Література.....	76

ВСТУП

В період весняного водопілля, однієї з найбільш багатоводних фаз гідрологічного режиму більшості рівнинних річок України, формування стоку обумовлене таненням накопиченого за зиму снігу і весняними опадами, а також можливістю ґрунтів поглинати поталі та дощові води. Як відомо, водопілля супроводжується розливами річок, які у багатоводні роки іноді набувають характер стихійного лиха, чим завдають великих збитків господарським об'єктам, населеним пунктам. При цьому необхідним є гідрологічний та екологічний моніторинг за станом водності річок весняного водопілля.

Головні задачі магістерського дослідження полягають у використанні засобів автоматичного прогностичного моніторингу за станом водних об'єктів, систематизації гідрологічних і метеорологічних даних (як багаторічних, так і щорічних).

В роботі використаний комп'ютерний комплекс для прогнозування максимальних витрат та рівнів води на річках Десни з Сеймом та інших лівих приток Середнього Дніпра для щорічного прогнозування і автоматичного картографічного представлення очікуваних максимальних витрат води весняного водопілля та їх ймовірності настання у багаторічному розрізі.

Ураховуючи, що в останнє десятиріччя строки проходження водопіль змінюються до більш ранніх дат, методика прогнозу витрат води на річках передбачає складання прогнозу на дати 10, 20 і 28 лютого, дату максимального накопичення снігових запасів, а також як у більш ранні, так і пізні строки.

Результатом роботи є побудовані з використанням комп'ютерних засобів картосхеми прогностичних величин, які представляють інтерес для фахівців з екології, владних структур, населення для передбачення катастрофічних наслідків при затопленні прибережних смуг і руйнуванні житлових територій, промислових об'єктів та шляхів сполучення.

Автор став переможцем у Міжнародному конкурсі найкращих робіт з комп'ютерного моніторингу стану довкілля України серед учнів та студентів, 22 травня 2015 р., Вінницький національний технічний університет (м.Вінниця), перше місце, диплом першого ступеня за «Найбільш аналітичне дослідження» серед студентів. Результати роботи доповідалися на наукових студентських семінарах кафедри.

Магістерська робота була виконана згідно з листа заявки на виконання теми для Українського Гідрометеорологічного Центра, м.Київ (лист від 4 лютого 2015 р. № 01-16/101).

1 КОРОТКА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ Р. ДЕСНА

Ріка Десна – найбільша лівобережна притока р. Дніпра довжиною 1130км. За водозбірною площею Десна займає друге місце (89 174 км²) після р. Прип'яті (104 720 км²). В Україні протяжність Десни складає 591 км. Похил її русла 1м/км. Загалом водозбірний басейн р. Десни складається з 292 річок. Фізико-географічну характеристику району досліджень надано за літературними джерелами [1-4].

1.1 Географічне положення і рельєф

Десна бере початок у межах Смоленської височини, з торфоболота «Голубой мох», поблизу Єльні. Протікає по Смоленській та Брянській областям Росії, Чернігівській і Київській областям України (рис.1.1).



Рисунок 1.1 - Карта географічного положення басейну р.Десна

По обидві сторони Десни лежить Придеснянська рівнина. Вона ділить басейн на дві різні по рельєфу частини. Лівобережжя Десни - полого-хвиляста низовина, утворена річковими терасами. Тераси добре простежуються протягом майже всієї річки.

Правобережжя Десни піднесене. Тут проходить один з нешироких і слабо виражених відрогів Середньоруської височини. Схили берегів порізані балками і ярами, в місцях оголення можна бачити виходи крейдяних відкладень. Ці породи при розмивах утворюють опуклі «крейдяні лоби».

Басейн Десни знаходиться у межах Воронізького кристалічного масиву, який здебільшого розташований у межах Росії та охоплює територію північно-східної України. Тут на глибині від 150 м до 970 м залягають докембрійські кристалічні породи, які, в свою чергу, перекриті осадовими відкладами пермського, юрського, крейдового і палеогенового віку. У будові сучасного рельєфу беруть участь відкладення антропогену.

Київська та Чернігівська області лежать на Придніпровській низовині, де розташований найбільший в Україні артезіанський басейн (Дніпровсько-Донецький), на який припадає понад 50% експлуатаційних ресурсів підземних вод. Цей басейн має кілька водоносних горизонтів, які залягають у гірських породах різного віку. Максимальна потужність шару підземних вод (до 800 м) – на півночі артезіанського басейну [2].

1.2 Ґрунти та рослинність

Ґрунтовий покрив. Формування ґрунтового покриву зони повсюдно відбувається в умови підвищеного або надмірного зволоження. Основний фон ґрунтів (до 75%) складають дерново-підзолисті ґрунти різного механічного складу, різного ступеня підзолисті, а отже і агровиробничої значущості.

Географічне розповсюдження основних груп ґрунтів розглядуваної території представлено на картосхемі ґрунтів (рис.1.2).



Рисунок 1.2 – Карта-схема ґрунтів басейну р. Десна [4]

- Л - сірі лісові
- пд - дерново-підзолисті і дерново-підзолисті жовті
- чв - чорноземи вилужені і опідзолені
- чт - чорноземи типові
- чл - лугово-чорноземні та чорноземно-лугові
- піщані і супіщані

Дерново-підзолисті піщані і глинисто-піщані ґрунти майже суцільно покривають борові тераси і горбисті перероблені вітром зандрові рівнини. Вони бідні мулистими частками (2-5%), в них переважає дрібнозернистий пісок (близько 90%) і тому вони вельми водопроникні. Водопідймальна здатність цих ґрунтів вкрай невелика - 0,5 м. Корисні вологозапаси в метровому шарі даних ґрунтів не більше 100-110 мм, тому водний режим їх вкрай несприятливий, особливо для рослин з неглибокою кореневою системою.

У дерново-підзолистих ґрунтів піщаного і глиняно-піщаного механічного складу елювіальний горизонт проявляється слабо. Ілювіальний горизонт представлений тонкими, звивистими, часто обривчастими, явно ущільненими горизонтальними прошарками - «псевдо фібрами».

Для дерново-підзолистих ґрунтів в першу чергу характерна чітка диференціація профілю по елювіально-ілювіальному типу. Верхній гумусово-елювіальний горизонт потужністю 10-20 (22) см, світло-сірого або буровато-сірого кольору, рихлий, неміцно-грудкуватий чи плитчато-комковатий. Під ним залягає підзолистий горизонт, який у середньопідзолистих ґрунтах за потужністю менше або дорівнює верхньому; у сильно підзолистих ґрунтах він явно перевершує верхній (опускається до 35-45 см). У слабопідзолистих ґрунтах він відсутній або у нижній частині верхнього горизонту представлений у вигляді белесових карманів. Це без гумусовий горизонт тонкоплитчатої або листоватої структури, який майже повністю складається з кремнезему.

Ілювіальний горизонт великої потужності. Нижня його межа виявляється на глибині 100-140 см і тим чіткіше, чим важче механічний склад ґрунтів. Він червонувато-бурий, дуже щільний, тріщинуватий в сухому стані і в'язкий, липкий, важко водопроникний у вологому.

Дерново-підзолисті супіщані (рідше суглинні) ґрунту. Це найбільш поширені ґрунту басейну Десни. Вони займають переважно вирівняні ділянки зандрових рівнин. При супіщані і суглинисті механічному складі частіше проявляється середній ступінь підзолисті. Від попередніх ґрунтів вони відрізняються дещо більшим вмістом мулу: 6-11% у верхньому шарі та 16-30% в ілювіальному горизонті. З обваженням механічного складу відповідно поліпшуються і водно-фізичні властивості ґрунтів: у суглинних і супіщаних ґрунтів значно краще, ніж у піщаних і глинисто-піщаних водно-повітряний режим, зменшується аерація, фільтрація і т.д.

У зв'язку з наявністю глибше 40 см ущільненого ілювіального горизонту, помітно знижується водопроникність і фільтрація, тим самим

періодично створюється перезволоження і ґрунтовий стік, а в загальному обумовлюється кращий водний режим даних ґрунтів у порівнянні з попередніми.

Чорноземи типові - це найбільш сприятливі для землеробства ґрунти. Вони мають досить сприятливий склад і фізичні властивості і, крім того, залягають на таких же багатих і фізично сприятливих ґрунтах. Ділянки, зайняті чорноземами, зазвичай рівні; ґрунтові води, як правило, прісні і залягають глибоко. Чорноземи типові представлені чорноземами і потужними мало- і середньо гумусними ґрунтами. Обидва вони гумусовані на велику глибину (100-120 см).

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

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

Опідзолені ґрунти зустрічаються на даній території окремими островами або, частіше, більш-менш суцільними смугами. Вони поділяються на дві основні генетичні та агропромислові групи - слабо опідзолені і сильно опідзолені.

Перші з них представлені чорноземом опідзоленим і темно-сірим опідзоленим ґрунтом. Ці ґрунти спочатку були чорноземами, а потім опідзолились під впливом лісу, і, у зв'язку з цим, поєднують в собі ознаки і чорноземів, і лісових ґрунтів. На відміну від чорноземів, вони сильно вилужені: карбонати кальцію у них вимиті з усього профілю і залягають зазвичай глибше 110-130 см. У зв'язку з тим, що в цих ґрунтах руйнуються і частково вилугуюються не тільки вапно, а й деякі інші дуже важливі сполуки, наприклад гумус, то вони помітно менше гумусовані. Тому загальні запаси поживних речовин (азоту і фосфору) помітно менші, ніж у типових чорноземах.

Сильноопідзолені сірі і світло-сірі ґрунти являють собою ґрунти корінних лісів, які ніколи не були під степом. Вони дуже бідні на азот, фосфор та калій, мають сильно пригнічену життєдіяльність азотофіксуючих бактерій. Якості цих ґрунтів сильно погіршуються і несприятливою будовою профілю: на 15-20 см у них залягає або зовсім безплідний, без гумусовий, не структурний підзолистий горизонт, або дуже щільний, в'язкий, липкий у вологому стані і твердий в сухому [1].

Рослинність. При вивченні процесів формування стоку велика увага повинна приділятися не тільки таким факторам, як рельєф, геологічна будова, ґрунтовий покрив але також і рослинності.

Рослинність розглядуваної території (рис.1.3) характеризується низкою своєрідних рис, що залежать, головним чином, від фізико-географічних особливостей басейну. В межах даної території переважна роль належить сосновим і широколистяно-сосновим лісам. Поширені дубові, дубово-соснові, грабово-дубові ліси і низинні болота у заплавах річок; лугові степи розорані.

Широке поширення соснових лісів на розглядуваній території явище, в деякому роді, інтразональне і пояснюється наявністю на території басейну піщаних просторів. Представлені соснові ліси групами асоціацій лишайникових, зеленомошних і довгомошних сосняків.

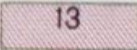

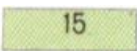

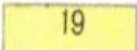
Сосняки лишайникові займають близько 15% площі соснових лісів. Ґрунти під ними підзолисті, борові піски з низьким заляганням рівня ґрунтових вод (від 3 до 12 м). Травостій рідкий, утворений чебрецем звичайним і овсяницею овечою та ін. Моховий покрив середньої густини.

Сосняки зеленомохові широко поширені в північній частині території на рівних або слабохвилястих місцях. Ґрунти під ними дерново-слабопідзолисті піщані. Ґрунтові води на глибині 2-3 м. Деревостій однарусний, з незначною домішкою берези бородавчастої і дуба. Підлісок з одиничних кущів. У трав'яно-кущовому ярусі панують брусниця, верес,

костриця овеча, білоус, орляк, чорниця та ін. Моховий покрив середньої густини.



Рисунок 1.3 - Карта-схема рослинності басейну р. Десна [4]

-  13 - широколистяно-темнохвойні ліси
-  14 - світлохвойні ліси
-  15 - широколисті ліси
-  16 - сосново-широколистяні ліси
-  19 - лугові злаково-різнотравні і різнотравно-злакові степи у поєднанні з лісами

Сосняки довгомохові займають знижені ділянки з дерновими середньопідзолистими піщаними ґрунтами. Ґрунтові води на глибині 1-2 м. Трав'яно-кущовий ярус утворюють чорниця, багульник болотний, лохина, молінія блакитна і ін. Моховий покрив густий.

Розглянуті ліси, поряд із загальним кліматичними особливостями, мають важливе ґрунтозахисне значення. У першу чергу це відноситься до

лишайникових сосняків, природне поновлення яких ускладнене і застосування суцільних вирубок веде до утворення піщаних пустирів. Інші групи асоціацій лісів, розташовані уздовж гідрографічної мережі, мають важливе водоохоронне і протиерозійне значення.

Луги на розглянутій території мають антропогенне походження. Виникли вони на місці зведення лісів і осушених боліт. Розміщуються в заплавах і на вододілах. Заплавні луки зосереджені в заплавах Десни, Сейму та їх більш дрібних приток і складають 65-70% площі, зайнятої лугами. Лугова рослинність є досить важливим фактором, що стримує розвиток ерозійних процесів в заплавах річок і цим самим оберігає їх від замулення. Особливо важливу протиерозійну роль виконує лугова рослинність приуслової частини заплави. До складу заплавних лугів входить чотири класи формацій: справжні, остепнені, болотисті і торф'яністі. На частку справжніх луків припадає близько 44%, болотистих - 35%, торф'яністих-15% і остепнених-5% загальної площі луків [1].

Болотисті луки зустрічаються в заплавах всіх річок розглянутої території. Найбільшого розвитку вони досягають у притерасних частинах заплав. Ґрунти під ними глеево-болотні і торф'яністі. Представлені групами формацій крупно осокових і крупно злакових лугів.

Крупно осокові болотисті луки є найбільш поширеними. Представлені вони здебільшого формацією осоки стрункої, яка, особливо в при терасній частині заплави, займає велику площу. Крім осоки стрункої, в травостої зустрічаються тонконіг болотний, очерет, мітлиця повзуча, калюжниця болотна й ін.

Крупно злакові болотисті луки зазвичай зустрічаються рідше, ніж попередні, але в заплаві Десни вони переважають.

Евтрофні (низинні) болота приурочені до заплав річок. Не рідко вони займають значні частини заплав або тільки їх притерасні частини де зустрічаються в комплексі з заболоченими луками. За своїм рослинним покривом відносяться до трав'яної групи формацій.

Трав'яні болота розвиваються в умовах сильного зволоження проточними водами і, як правило, схильні до дії алювіальних або делювіальних відкладень. У рослинному покриві переважають угруповання осоки стрункої, осоки роздутою, осоки пухирчастої, очерету, манника водного, хвоща болотної.

1.3 Клімат

Основні риси клімату описуваної території формуються під впливом загальних і місцевих кліматоутворюючих факторів [1, 5-8].

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

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

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

Характер та інтенсивність основних кліматоутворюючих факторів істотно розрізняється по сезонах року.

Взимку дуже розвинена циклонічна діяльність; більшість циклонів переміщається на описувану територію саме в цей сезон року.

Перехід до холодного періоду пов'язаний з початком вторгнення арктичного повітря, що обумовлює різкі й значні похолодання, перші морози і сніг.

Перехід до весняного сезону характеризується підвищенням ролі радіаційного фактора і посиленням впливу підстильної поверхні.

За умовами циркуляції початок весни пов'язано з слабшанням північно-східних і східних впливів і посиленням західних. У квітні і травні ще спостерігаються повернення холоду, викликані вторгненням арктичного повітря. Вони обумовлюють різкі похолодання і заморозки.

Влітку вторгнення арктичного повітря майже повністю припиняються. В цілому погодні умови літнього сезону відрізняються значним підвищенням температури за рахунок прогріву земної поверхні, великий повторюваності ясних днів, рідкісними туманами, збільшенням кількості опадів і активної грозової діяльності.

У жовтні - листопаді починає розвиватися сибірський антициклон. Одночасно, в другу половину осені, в слідстві збільшення контрастів температур між сушею і морем, посилюється циклонічна діяльність. Циклони приносять вологе повітря, обумовлюючи на більшій частині території похмуру з дощами погоду. Проходження західних циклонів і улоговин супроводжується також посиленням вітру, зрідка освітою туману та ожеледиці. В цілому погода у другій половині осені характеризується великою кількістю похмурих днів, обложними опадами і тривалими туманами. За циркуляційним особливостям друга половина осені наближається до зимового сезону.

Згідно метеорологічним показникам, клімат на даній території помірно континентальний - з теплим літом і помірно холодною зимою [1]. Метеорологічні характеристики за багаторічний період кліматичної норми (1961-1990 рр.) наведені з даними «Кліматичного кадастру» [9].

Температура повітря характеризується рядом показників, які відображають кліматичні особливості місцевості. Річний хід температури повітря (табл.1.1) майже співпадає з річним ходом надходження сонячної радіації. Аналізуючи дані по температурі можна сказати, що: найхолодніший місяць – січень. Середня температура місяця змінюється в середньому від -

7,1 до $-8,0^{\circ}\text{C}$. Найтепліший місяць – липень. Середня температура місяця змінюється в середньому від $18,0$ до $18,7^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 1.1 – Середня місячна та річна температура повітря, $^{\circ}\text{C}$ [9]

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

<i>Чернігів</i>	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	рік
Середня	-7,1	-5,6	-0,6	7,8	14,5	17,6	18,7	17,7	12,8	6,8	1,2	-3,3	6,7
Середнє квадратичне відхилення	4,3	3,8	3,1	1,9	2,0	1,6	1,4	1,1	1,2	1,6	2,1	2,5	1,0
Найбільш низька	-16,1	-16,5	-8,3	1,3	10,5	14,3	16,4	15,0	10,5	2,7	-7,3	-10,1	4,7
Рік	1987	1929	1942	1929	1980	1928	1935, 1979	1926	1973, 1993	1946, 1976	1993	1933	1987
Найбільш висока	-0,1	2,5	5,5	12,4	18,0	22,1	24,0	22,4	17,0	11,1	5,8	2,3	8,7
Рік	1989	2002	1990	1950	1889	1999	1936	1929	1937	1935	1996	1960	1989

Для літа характерні слабозвинені області підвищеного і зниженого тиску. При цьому тривалий час утримується суха погода з інтенсивним підвищенням температури.

Річний хід максимальної температури повітря аналогічний ходу середньої температури, тобто найменші значення відмічаються у зимові місяці, а найбільші – влітку. Восени можливі неодноразові повернення тепла, пов'язані із значною адвекцією теплого повітря. Абсолютний максимум

температури спостерігається із середини червня до першої декади вересня і досягає 38,6°C (табл.1.2).

Таблиця 1.2 – Абсолютний максимум місячної та річної температури повітря, °С [9]

<i>Семенівка</i>	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	рік
Середній	-4,7	-3,1	2,4	11,9	19,7	22,7	23,6	23,2	17,7	10,5	3,0	-1,6	10,4
Середнє квадратичне відхилення	3,6	3,1	2,9	2,4	2,6	2,2	1,7	1,6	2,0	1,8	2,0	2,2	1,1
Середній з абсолютних	2,9	3,3	10,9	21,0	27,4	29,4	30,1	30,2	25,9	18,5	10,0	5,2	31,1
Середнє квадратичне відхилення	2,0	3,0	5,0	3,5	2,2	1,9	2,2	1,6	2,1	2,5	2,4	2,5	1,7
Абсолютний	7,3	13,7	19,8	28,3	32,0	33,8	37,8	37,5	30,9	25,6	16,6	10,3	37,8
Рік	1975	1990	1990	1950	1979	1954	1936	1946	1944	1966	1967	1961	1936
Дата	6	26	20	23	31	28	30	20	9	6	1	3	30.VII

<i>Чернігів</i>	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	рік
Середній	-3,8	-2,2	3,3	13,0	20,3	23,5	24,5	23,8	18,5	11,7	3,8	-0,8	11,3
Середнє квадратичне відхилення	3,5	3,2	3,3	2,2	2,3	2,1	1,6	1,5	2,0	1,8	2,3	2,2	1,0
Середній з абсолютних	3,6	4,8	13,2	22,6	27,1	30,1	30,6	30,7	26,5	19,7	11,1	6,1	31,7
Середнє квадратичне відхилення	2,6	3,9	5,4	2,6	2,6	2,2	2,0	1,8	1,9	2,2	2,6	2,6	1,8
Абсолютний	9,6	15,6	22,3	29,3	32,2	34,5	38,6	37,4	31,8	27,8	20,6	11,5	38,6
Рік	1991	1990	1990	1950	1979	1998	1936	1946	1944	1999	1926	1960	1936
Дата	11	26	20	23	31	14	30	20	9	4	1	5	30.VII

Абсолютний мінімум температури повітря значно нижчий, ніж середня місячна температура повітря і навіть середня мінімальна, і залежить від місцевих умов і характеру рельєфу. Абсолютний мінімум температури повітря спостерігається в січні і досягає -41°C (табл.1.3).

Таблиця 1.3 – Абсолютний мінімум місячної та річної температури повітря, °C [9]

<i>Семенівка</i>	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	рік
Середній	-11,4	-10,0	-4,9	2,6	8,1	11,3	12,7	11,7	7,3	2,5	-2,0	-6,9	1,8
Середнє квадратичне відхилення	5,2	4,6	3,8	1,8	1,7	1,5	1,1	1,0	1,1	1,7	2,4	3,3	1,1
Середній з абсолютних	-25,1	-22,2	-16,2	-3,5	0,6	4,9	7,5	5,3	0,1	-5,5	-11,7	-19,8	-26,7
Середнє квадратичне відхилення	5,4	6,6	8,2	2,6	1,9	2,2	1,4	2,3	2,0	2,4	5,0	5,7	4,5
Абсолютний	-35,7	-34,5	-36,6	-19,9	-2,7	0,4	4,3	0,2	-4,6	-13,2	-23,8	-33,5	-36,6
Рік	1987	1956	1964	1931	1944, 1986	1930	1976	1966	1986	1940	1989	1930	1964
Дата	8	1	8	5	2,6	4	6	31	29	29	27	31	8.III

<i>Чернігів</i>	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	рік
Середній	-10,4	-9,1	-4,1	3,2	8,8	12,0	13,5	12,4	7,8	2,8	-1,4	-6,1	2,5
Середнє квадратичне відхилення	5,1	4,5	3,4	1,7	1,7	1,3	1,2	0,9	1,0	1,7	2,3	3,0	1,1
Середній з абсолютних	-23,2	-20,6	-14,0	-2,7	1,9	6,3	8,9	6,6	0,6	-5,2	-10,5	-17,3	-25,5
Середнє квадратичне відхилення	5,8	6,6	7,7	2,3	2,1	2,2	1,4	2,4	2,2	2,3	4,8	5,4	4,7
Абсолютний	-35,9	-33,9	-29,9	-13,6	-1,9	1,0	6,6	0,1	-4,3	-10,8	-23,5	-32,7	-35,9
Рік	1987	1929	1987	1931, 1952	1965	1930	1978	1966	1966, 1986	1988	1989	1930	1987
Дата	9	7	5	5	3	4	19	31	30, 29	27	27	29	9. I

Весна починається з того часу, коли середньодобова температура повітря стає вищою $+5^{\circ}\text{C}$. Така температура настає зазвичай близько 8-15 квітня. Проте перші ознаки весни бувають помітні вже в березні. В кінці травня середньодобова температура повітря перевищує $+15^{\circ}\text{C}$. Настає літо. Воно продовжується 105-110 днів. Середньодобова температура літніх місяців $+16^{\circ}\text{C}$, $+18^{\circ}\text{C}$ [9]. У жовтні температура повітря не перевищує 7°C .

Від жовтня до листопада відбувається найінтенсивніше зниження середньої температури повітря. Проте у листопаді вона ще залишається додатною. У цьому місяці зростає вплив циркуляції атмосфери, що

призводить до значних змін температури повітря від доби до доби, збільшується хмарність, встановлюється зимовий розподіл температури повітря. Перші нічні заморозки на ґрунті іноді спостерігаються і в кінці серпня. Середні багаторічні терміни осінніх заморозків на території басейну припадають на другу половину вересня. Закінчується осінь в середині листопада, коли середньодобова температура стає нижчою 0°C . За фенологічний початок зими вважається день льодоставу (1-3 грудня), коли замерзають річки і озера. Її настанню передують 2-3 «приморозки» з тимчасовим утворенням сніжного покриву. Середня тривалість зими 148 днів. На даній території зима відносно м'яка (січень -7°C , -9°C) [1].

Для характеристик весняного сніготанення і умов формування водного режиму велике значення мають терміни весняного переходу середньої добової температури повітря через 0 і 5°C .

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

Опади. Основною закономірністю просторового розподілу опадів зумовлено загальними циркуляційними факторами. Опадів в середньому за рік випадає від 550 до 600 мм. Річний хід числа днів з опадами 1,0-5,0 мм виражений слабо. Опади 10,0 мм і більше спостерігаються 14-16 днів за рік. Вересень і жовтень – найсухіші місяці теплого періоду. В цей період випадає 45-55 мм опадів. У листопаді та грудні кількість опадів збільшується порівняно з вереснем та жовтнем [1]. Найбільша кількість опадів випадає в липні (від 80 до 100 мм), найменша - в грудні, січні, лютому (по 25-35 мм в місяць).

У кліматі даної території чітко виражено чотири пори року: весна, літо, осінь і зима. Влітку в середньому випадає 220-230 мм опадів. На жаль, в окремі роки опади випадають у край нерівномірно. Для кінця осені

характерна смуга затяжних холодних дощів. За осінній період випадає 120 мм опадів. За зиму випадає 160мм опадів. До кінця весняного сніготанення в ґрунті накопичується до 200-250 мм вологи [1]. Цієї кількості цілком достатньо для зволоження ґрунту в літні місяці (табл.1.4).

Таблиця 1.4– Середня місячна і річна кількість рідких (Р), твердих (Т) і змішаних (З) опадів (мм) [9]

Вид опадів	I	II	III	IV	X	XI	XII	Рік
Семенівка								
Р	3	3	7	29	37	29	14	471
Т	24	17	17	3	1	9	20	91
З	11	10	13	9	2	14	14	76
Чернігів								
Р	4	4	6	30	32	27	14	429
Т	26	20	16	3	1	8	19	93
З	12	12	13	9	2	13	14	77

Найбільші добові кількості опадів мають велике практичне значення; вони враховуються при гідрологічних будівельних розрахунках, будівництві ставків і водосховищ вимагає врахування бездошових періодів з тим, що б правильно розрахувати випаровування з поверхні цих водойм.

На розглянутій території відзначається 2-3 бездошових періоди тривалістю більше 10-ти днів. Бездошові періоди тривалістю більше 20 днів спостерігаються не щороку.

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

Сніговий покрив істотно впливає на формування клімату в зимовий сезон. Він з'являється в середині жовтня.

Середні дати утворення снігового покриву відстають на 2 - 5 днів від середньої дати переходу температури через 0°C. Перший сніг лише в

рідкісних випадках зберігається всю зиму; найчастіше він сходить повністю, а потім утворюється новий. Перший сніг на півночі і північному сході території випадає в середині листопада, на заході - до 20 листопада.

Стійкий сніговий покрив встановлюється зазвичай до 10-15 грудня. В середньому він тримається 100-120 днів, особливо міцним він буває в останній тиждень лютого [1]. Висота снігового покриву в основному залежить від кількості опадів та температури у період снігонакопичення.

У холодні зими спостерігається закономірне збільшення висоти снігового покриву протягом зими. Максимальне снігонакопичення відмічається наприкінці лютого або в березні. У теплі зими максимальна висота може бути у будь-якому місяці холодного періоду. На полях висота снігового покриву досягає 10-25 см, в лісі - 40 см [1].

На початку зими щільність снігового покриву не велика, але з часом сніг осідає і ущільнюється. Весняне збільшення щільності снігового покриву відбувається доти, доки сніг не збагатиться водою. Середня щільність дещо більша у декаду з найбільшим запасом води і становить приблизно 310 кг/м³.

Тривалість періоду сніготанення залежить від товщини і щільності снігового покриву. Середня тривалість періоду сніготанення 16 - 20 днів, в роки з дружною теплою весною танення відбувається за 4 - 8 днів, а в роки з затяжної навесні сніг сходить протягом місяця. Максимальна інтенсивність сніготанення досягає 30 см шару снігу за декаду, а за добу може досягати 10 - 13 см.

Вітер. Вітровий режим обумовлюється атмосферною циркуляцією і характером підстильної поверхні.

У холодну пору року напрям вітру визначається наявністю над Україною смуги високого тиску, сформованого відрогами антициклонів. У тутешній (північно-західній) частині району в цей час панують південно-східні та південні вітри, що переходять у південно-західні.

З квітня зменшується інтенсивність циклонічної діяльності і на напрям вітру все більше вплив надають місцеві умови.

Влітку і на початку осені на всій території басейну панують західні і північно-західні вітри.

У жовтні-листопаді спостерігається перехід від літніх процесів до зимових. У цей час відбувається ослаблення західного і посилення східного антициклону, в результаті чого на значній території спостерігаються вітри південно-східних румбів.

Середні річні швидкості вітру на досліджуваній території складають 2,7 - 5,3 м / с. Найбільші значення середніх місячних швидкостей вітру спостерігаються в січні-березні і коливаються від 3,6 до 5,9 м / с.

Вологість повітря

Вологість повітря є важливим елементом режиму зволоження. Вона залежить від циркуляційних процесів і особливостей підстильної поверхні, і характеризується абсолютною і відносною вологістю і недоліком насичення (дефіцитом вологості). Абсолютна вологість змінюється відповідно до зміни температури повітря. Найменших значень вона досягає в січні - лютому і становить 3,0 - 4,0 мб. У березні у зв'язку із загальним зростанням температури, абсолютна вологість зростає на 1 мб на місяць. Найбільш інтенсивне наростання її відбувається від березня до квітня.

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

1.4 Озерність і заболоченість

Озер на розглянутій території порівняно не багато, і розташовуються вони переважно в заплавах річок. У басейні р. Десна зустрічаються заплавні річкові та вододільні озера. Переважно це озера з низькими зарослими

берегами, мулистим дном і малими глибинами. Величина, форма і глибина їх сильно змінюється в залежності від сезону року [1,2].

Вододільні болота розташовані на заболоченому вододілі річки Десна. Для них характерні низькі заболочені береги і в'язке торф'янисте дно. Глибини озер порядку 3 - 4 м, зрідка до 10 - 12м. більшість з них з'єднане протоками і штучними каналами.

Болота є характерним елементом ландшафту розглянутої території. За орієнтовними даними загальна площа торф'яних боліт перевищує 7 100 км². Торф'яні запаси обчислюються в 10,26 км³ (при середній глибині торф'яного покладу 1,4 м). найпоширенішим типом є евтрофні болота. Чітко виділяються долинні болота, майже всюди поширені заплавні болотні масиви.

1.5 Особливості водного режиму річок досліджуваної території

Характер водного режиму річок більшою мірою визначається особливостями водопілля, його тривалістю і частковою участю талих вод в річному стоці, що у свою чергу зумовлюється типом живлення річок. Річки розглядуваної території мають змішане живлення, при чому у північній частині території роль талого стоку у формуванні річного стоку значно більша, ніж у південній [1,3].

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

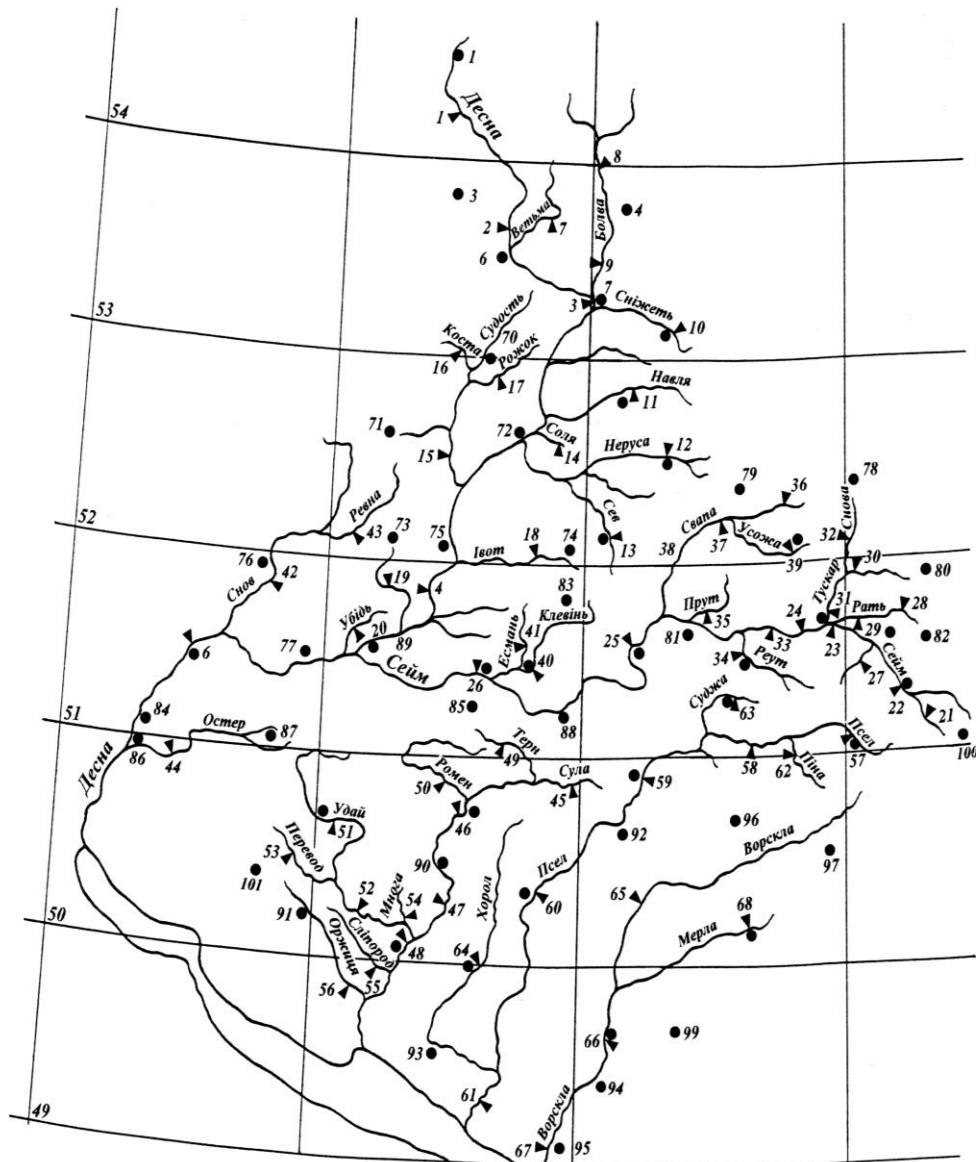
Отже, основна частина стоку формується в період весняного водопілля. Початок весняного водопілля відноситься, зазвичай, до першої-другої декади

березня, інколи до другої-третьої декади лютого. Закінчується водопілля у другій декаді квітня, інколи у другій-третьій декаді травня. Тривалість водопілля становить 1,5-2 місяці. Максимальні рівні весняного водопілля, як правило, є максимальними річними рівнями води і спостерігаються наприкінці березня – на початку квітня. Інтенсивність підйому рівнів води під час водопілля залежить від водності весни. Високі водопілля формуються під час пізньої весни внаслідок інтенсивного сніготанення достатньо великих снігозапасів та тривалих дощових опадів, що накладаються на основну хвилю талих вод. Характер водопілля значною мірою визначає розподіл стоку протягом року. У літньо-осінній та зимовий періоди рівні води стійкі, коливання їх незначні [1,3].

У зв'язку з деякою відмінністю в режимі річок виділяють гідрологічні райони. Для річок Верхньодеснянського і Нижньодеснянського гідрологічних районів характерна висока весняна повінь, така, що проходить двома-трьома піками, обумовленими нерівномірним таненням снігу або дощами. Найвищий рівень весняної повені на великих річках спостерігається в середині квітня, на малих - на початку квітня. Повінь починається на початку - середині березня, а закінчується на малих і середніх річках в середині - кінці квітня, на великих в середині - кінці травня.

1.6 Гідрометеорологічна вивченість басейну р. Десна

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. Такі гідрологічні пости охоплюють діапазони водозбірних площ від 2380 км² (р.Тускар-м.Курськ) до 36300 км² (р.Десна-м. Розльоти). По території гідрологічні пости у кількості 44 розміщені порівняно рівномірно, що видно з рис.1.4. Перелік гідрологічних постів наведений у Додатку А1.



▼ – гідрологічні пости; ● – метеорологічні станції

Рисунок 1.4 - Гідрометеорологічна мережа спостережень в басейні Десни та інших лівих приток Середнього Дніпра.

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 (див. рис.1.4),

які проводять снігомірні зйомки на стандартних снігомірних маршрутах на відкритій 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.

Перелік метеорологічних стацій і постів наведений у Додатку А2.

Отримання оперативної інформації гідрометеорологічних спостережень ведеться при використанні комп'ютерної системи «Автоматизоване робоче місце» (АРМ гідро, рис.1.5) через мережу Інтернет.

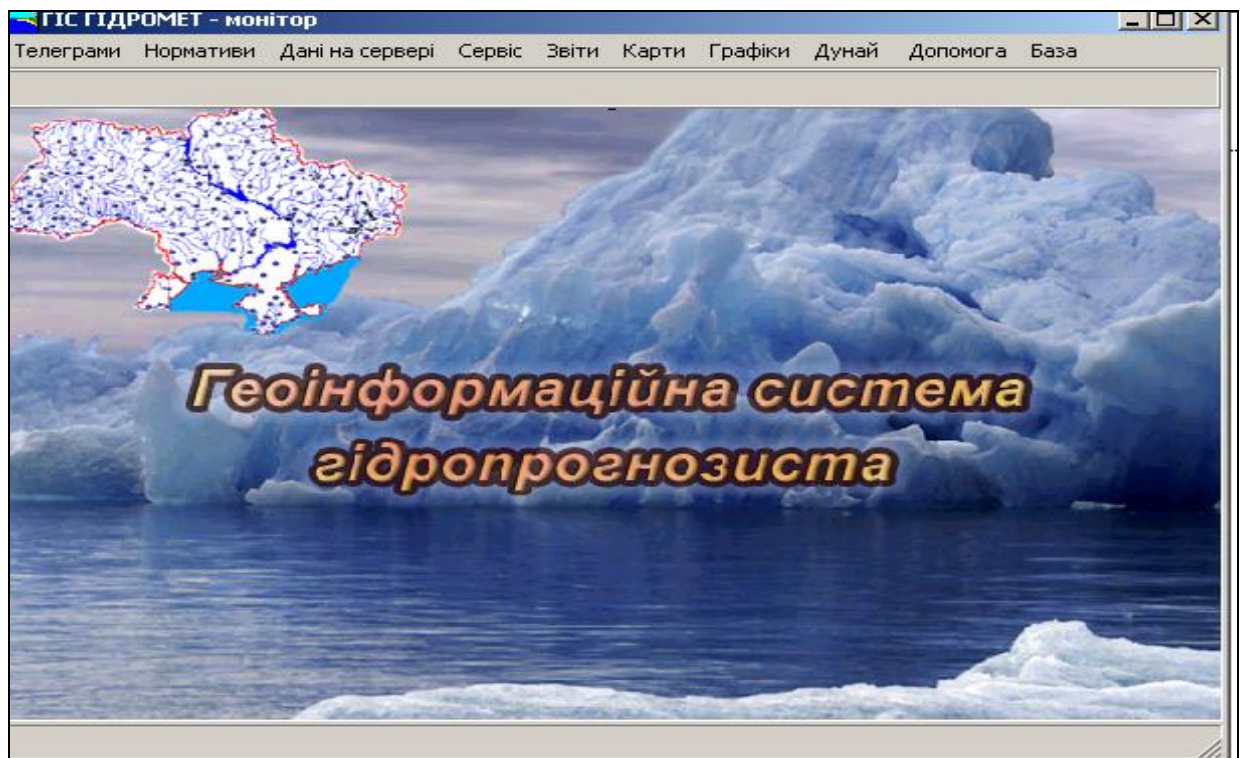


Рис.1.5 – АРМ гідролога-прогнозиста

2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МЕТОДУ ПРОСТОРОВИХ ДОВГОСТРОКОВИХ ПРОГНОЗІВ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ

2.1 Основні положення методу прогнозу

Основу прогнозної схеми становлять обґрунтовані регіональні залежності між максимальними модульними коефіцієнтами та максимальними запасами води в сніговому покриві перед весняним водопіллям, які мають вигляд [10-14]

$$q_m/q_0 = f(S_m/S_0) \quad (2.1)$$

або

$$k_{q_m} = f(k_S) \quad (2.2)$$

де q_m і q_0 - максимальний модуль весняного водопілля і його середньобогаторічна величина, $\text{м}^3/(\text{с км}^2)$;

S_m і S_0 - максимальний запас води в сніговому покриві (з урахуванням льодової кірки) перед початком весняного сніготанення і його середньобогаторічна величина, мм;

k_{q_m} - максимальний модульний коефіцієнт весняного водопілля;

k_S - модульний коефіцієнт запасів вологи на басейні, які приймають участь у формуванні максимальної витрати води весняного водопілля.

Для типізації весняних водопілля на графіках зв'язку $q_m/q_0 = f(S_m/S_0)$ в методі авторами [10-14] було використано багатомірну модель дискримінантного аналізу.

Лінійна дискримінантна функція (DF) виступає як вимірювач приналежності випадку (об'єкту) до тієї або іншої апріорної групи явищ. Функція DF записується у вигляді:

$$DF = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_mx_m, \quad (2.3)$$

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

$X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ - вектор ознак (вектор-предиктор);

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

За знаком дискримінантних рівнянь водопілля диференційовані по категоріях водності (багато-, середньо- і маловодних) за комплексом провідних факторів водопілля: максимальних запасів води в сніговому покриві, передвесняного зволоження ґрунтів, глибини їх промерзання, а також середньомісячної температури повітря лютого, як показника метеорологічних зимових умов.

Прогнозні залежності $q_{m0} \sim S_{m0}^3$, які побудовані за знаком дискримінантних функцій, описуються поліномами 3-го степеня:

$$q_{m0} = b_0 + b_1 S_{m0} + b_2 S_{m0}^2 + b_3 S_{m0}^3 \quad (2.4)$$

де b_0, b_1, b_2, b_3 – коефіцієнти поліному.

Встановлено, що для басейнів річок розглядуваної території, які характеризуються близькими умовами формування весняних водопіль, дискримінантні рівняння і прогнозні поліноми стали та можуть використовуватися для усіх річок регіону.

По встановлених регіональних залежностях вигляду (2.1), а також даних снігомірних зйомок, за методикою знаходяться значення максимальних модульних коефіцієнтів $k_{qm} = q_m / q$. Одержання прогнозних

величин максимальних модулів весняного водопілля q_m , $\text{м}^3/(\text{с км}^2)$ відбувається як

$$q_m = k_{q_m} q, \quad (2.5)$$

а максимальних витрат води ($\text{м}^3/\text{с}$) –

$$Q_m = k_{q_m} q F, \quad (2.6)$$

де F - площа водозборів річок, км^2 .

Реалізація моделей, подібних (2.1), ускладнюється необхідністю розрахунку величини q_0 . Для річок, по яких є багаторічні ряди спостережень, його значення можна визначити як

$$q_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{m_i}}{n \cdot F}, \quad (2.7)$$

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 і розраховується за рівнянням [15]

$$q_0 = \frac{q' \cdot q_m}{q_m + q'}, \quad (2.8)$$

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

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

$\psi(t_p/T_0)$ - 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.

Забезпеченість або ймовірність настання у багаторічному періоді прогнозних величин максимальних витрат води водопілля Q_m встановлюється 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 при встановленому для даної території $(C_s/C_v)_{Q_m}=2,5$ [16].

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

$$(C_v)_{Q_m} = 0,0001 \cdot \varphi^0 + 0,0002 \cdot \varphi^0 + 0,0003 \cdot \varphi^0 + 0,0004 \cdot \varphi^0 + 0,0005 \cdot \varphi^0, \quad (2.9)$$

де φ^0 - широта геометричних центрів водозборів, в частках °півн.ш.

Забезпеченість прогнозних величин Q_m встановлюється у вигляді

$$P_1 < P_{Q_m} < P_2, \quad (2.10)$$

де P_1 і P_2 – верхня та нижня межі забезпеченості.

Формою представлення територіальних довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля по запропонованій методиці є карти очікуваних величин максимальних модульних коефіцієнтів k_{q_m} , що складаються в оперативному режимі на різні дати випуску прогнозів.

Можливість автоматичної побудови картосхем прогностичних характеристик розглянута в роботі.

Карти дають змогу визначити прогностичні значення максимальних витрат води водопілля для будь-якого водозбору у межах розглядуваної території, що особливо важливо для невивчених річок, а також оцінити розміри майбутнього водопілля в цілому для великої території у кожному році.

При наявності стокових спостережень на річках у регіоні побудування карт величин максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля відбувається за схемою: прогнозовані у кожному році по залежностях і описаній методиці значення k_{qm} наносяться на карту до геометричних центрів водозборів, а потім проводяться ізолінії очікуваних величин по території.

Оскільки модульний коефіцієнт нижньою межею має 0, то при $k_q(k_Y)=1$ його значення співпадає з середнього багаторічною величиною (нормою) значення. Якщо прогнозований модульний коефіцієнт $k_q(k_Y)<1$, то максимальні витрати (шари стоку) водопілля будуть нижчими за норму, якщо ж $k_q(k_Y)>1$, то водопілля очікується вищим за норму, а якщо ж $k_q(k_Y)$ знаходиться в межах одиниці, то водопілля буде близьким до норми.

Одночасно з картами прогностичних значень модульних коефіцієнтів весняного водопілля надається й картосхема ймовірності перевищення прогностичних величин у багаторічному розрізі (P %) у будь-якій частині території, незалежно від стану її гідрометеорологічної вивченості. Так, наприклад, при $P=20$ % водопілля буде спостерігатися один раз у 5 років, при $P=1$ % – один раз у 100 років і т.д.

2.2 Методика щодо визначення середньобагаторічних максимальних модулів весняного водопілля

При відсутності спостережень за щорічними максимальними витратами води на річках та водотоках розрахункові значення максимумів зазвичай визначаються за формулами, параметри яких повинні відображати загальні особливості формування стоку водопілля на річках розглядуваного району. Для даної цілі можуть бути використані відомі в літературі загальні та регіональні формули. Більшість цих формул виходить з однакових теоретичних передумов і відрізняються одна від одної головним чином структурою, а в залежності від схематизації вихідної моделі формування максимального стоку. Проте ці формули не рівнозначні, так як їх параметри виведені у різний час за даними спостережень різної тривалості, часто без урахування високих водопіль, характеристики яких надають суттєвий вплив на числові значення параметрів формул.

За відсутності даних спостережень за стоком норма q_0 визначається за методикою, яка спирається на модель типового редуційного гідрографа водопілля і розраховується за рівнянням [15]

$$q_0 = q'_0 \psi(t_p / T_0) \varepsilon_F \cdot r, \quad (2.11)$$

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

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.

Середньобагаторічний модуль максимальної витрати води схилового припливу q'_0 в (2.11), визначається в рамках редуційних гідрографів

$$q'_0 = 0,28 \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_0, \quad (2.12)$$

де $(n+1)/n$ – коефіцієнт нерівномірності схилового припливу у часі, що приймається для басейнів рівнинних річок України на рівні 8.1;

T_0 – тривалість схилового припливу, год;

Y_0 – середньобагаторічний шар стоку, мм.

Середньобагаторічні шари стоку весняного водопілля Y_0 для невивчених у гідрологічному відношенні річок в (2.12) можуть бути визначені за картосхемою їх розподілу по території (рис.2.1) при введенні поправкових коефіцієнтів на урахування впливу місцевих факторів – залісеності f_n і заболоченості f_{σ} (у частках від одиниці).

Отримати значення Y_0 , використовуючи картосхему (див.рис.2.1), можна за рівнянням

$$Y_0 = (Y_0)_{\text{карт}} \cdot k_n k_{\sigma}, \quad (2.13)$$

де $(Y_0)_{\text{карт}}$ - середньобагаторічні значення шарів весняного стоку, зняті з картосхеми для геометричних центрів водозборів річок, мм.

Визначення коефіцієнтів впливу залісеності k_n і заболоченості k_{σ} на середньобагаторічні величини шарів стоку здійснюється за рівняннями:

$$k_n = 1 + 0,070 \cdot \lg(f_n + 1); \quad (2.14)$$

$$k_{\sigma} = 1 - 0,081 \cdot \lg(f_{\sigma} + 1). \quad (2.15)$$

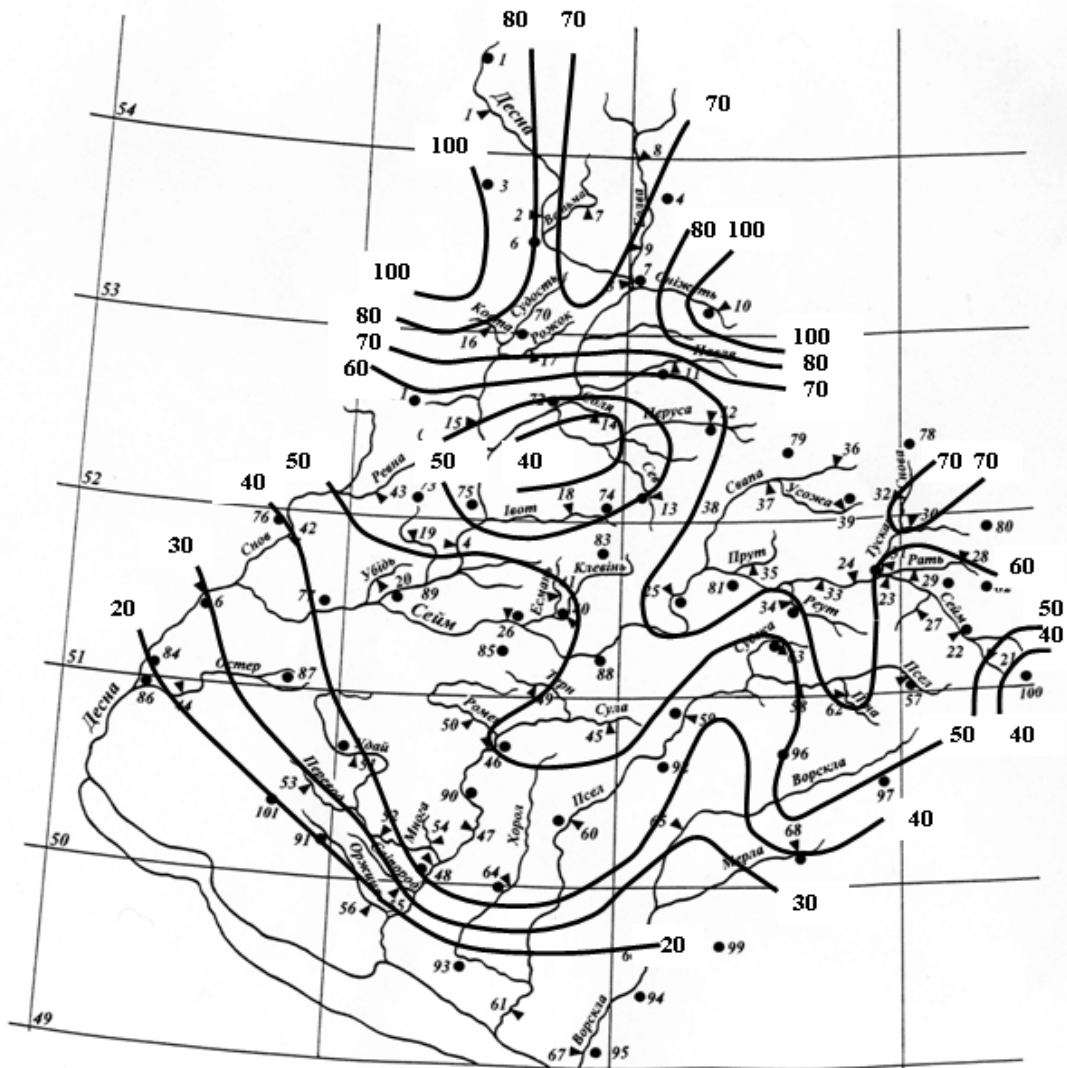


Рисунок 2.1 – Розподіл по території середньобагаторічних величин шарів стоку весняного водопілля (при $f_l = 0, f_b = 0$) в басейні Десни та інших лівих приток Середнього Дніпра, мм

Величини тривалості схилового припливу тало-дощової води на водозборах T_0 в (2.12) для невивчених у гідрологічному відношенні річок можуть бути визначені за картосхемою їх розподілу по території (рис.2.2) при введенні поправочних коефіцієнтів на урахування впливу місцевих факторів – залісеності і заболоченості.

Отримати значення T_0 , використовуючи картосхему (див.рис.2.2), можна за рівнянням

$$T_0 = (T_0)_{\text{карт}} \cdot k'_l k'_b, \quad (2.16)$$

де $(T_0)_{\text{карт}}$ - значення тривалості схилового припливу води, які зняті з картосхеми для геометричних центрів водозборів річок.

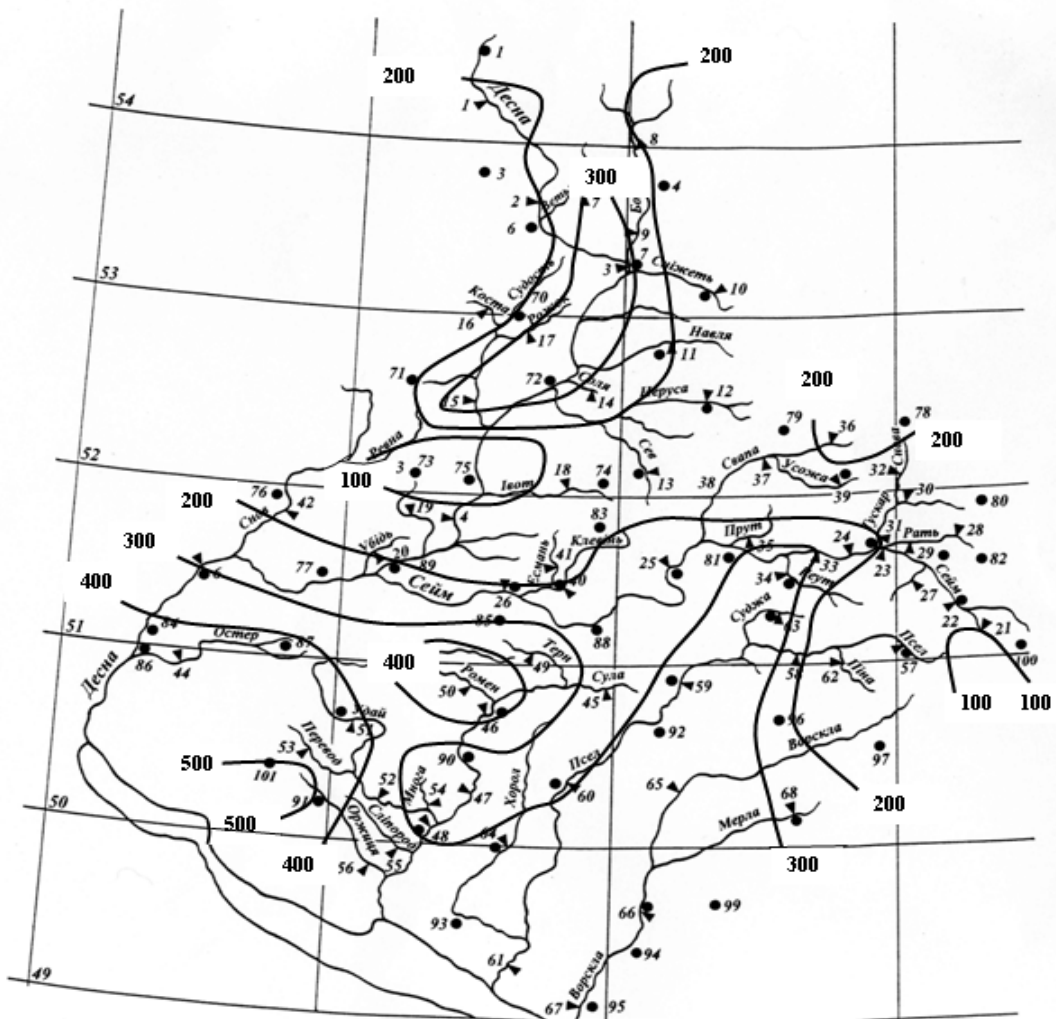


Рисунок 2.2 – Розподіл по території тривалості схилового припливу тало-дошової води (при $f_l = 0, f_b = 0$) в басейні Десни та інших лівих приток Середнього Дніпра, год

Значення коефіцієнтів впливу залісеності k'_l і заболоченості k'_b на величину тривалості схилового припливу визначаються за рівняннями:

$$k'_L = 1 + 0,37 \lg(f_L + 1); \quad (2.17)$$

$$k'_O = 1 + 1,23 \lg(f_O + 1). \quad (2.18)$$

Трансформаційна функція розпластування повенеких хвиль під впливом руслового добігання $\psi(t_p / T_0)$ в (2.11) встановлюється за рівняннями:

- при $t_p / T_0 = 0$

$$\psi(t_p / T_0) = 1.0; \quad (2.19)$$

- при $0 < t_p < T_0$

$$\psi(t_p / T_0) = 1 - \frac{m + 1}{(n + 1)(m + n + 1)} \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^n; \quad (2.20)$$

- при $t_p \geq T_0$

$$\psi(t_p / T_0) = \frac{n}{n + 1} \frac{T_0}{t_p} \left[\frac{m + 1}{m} - \frac{n + 1}{m(m + n + 1)} \left(\frac{T_0}{t_p} \right)^m \right], \quad (2.21)$$

де t_p – тривалість руслового добігання, год;

m – показник степені у рівнянні кривої ізохрони ($m=1.0$);

n – показник степені у рівнянні кривої припливу поверхневих вод ($n=0.2$).

Розрахунок тривалості руслового добігання t_p в (2.12) здійснюється за співвідношенням

$$t_p = L / V_\partial, \quad (2.22)$$

де L – гідрографічна довжина водотоку (відстань від найдалшої точки водозбору), км, що за відсутності даних про гідрографічну довжину водотоку визначається по залежностях від площ водозборів річок F вигляду

$$L = f(F); \quad (2.23)$$

V_{∂} – швидкість добігання, км/год, для визначення якої використовується формула

$$V_{\partial} = a_2 \cdot F^{\alpha_2} \cdot I^{0,33}, \quad (2.24)$$

a_2 – швидкісний параметр, приймається для району досліджень за табл.2.1;

α_2 - параметр, який також визначається за табл.2.1;

I – середньозважений ухил річки, ‰, що за відсутності даних про середньозважені ухили річок можна визначити в залежності від площ водозборів

$$I = f(F). \quad (2.25)$$

Коефіцієнт русло-заплавного регулювання ε_F в (2.11) можна визначити в залежності від розмірів водозборів F , км²

$$\varepsilon_F = e^{-0,18 \cdot \lg(F+1)}. \quad (2.26)$$

Таблиця 2.1 – 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 максимального стоку весняного водопілля під впливом озер і водосховищ руслового типу r в (2.11) визначається за формулою СНІП 2.01.14-83

$$r = 1/(1 + Cf'_{03}), \quad (2.27)$$

де f'_{oz} – середньозважена озерність;

C – емпіричний коефіцієнт, який визначається величиною Y_0 за табл.2.2.

Таблиця 2.2 – 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 максимальних витрат води весняного водопілля у зв'язку з сучасними змінами клімату (підвищенням зимових температур повітря, зменшенням снігонакопичення і промерзання ґрунтів) до середньобагаторічних величин максимумів водопіль рекомендовано вводити коефіцієнт на зниження водності річок у період з 2010 і подальші роки.

2.3 Визначення гідрометеорологічних чинників водопілля, що входять до дискримінантної функції

Максимальні запаси води в сніговому покриві (S_m) на водозборах в залежності (2.1) визначаються як середні зважені значення з урахуванням нерівномірності снігонакопичення на відкритих і залісених ділянках і обчислюються за формулою [17-19]

$$S_m = S(1 - f_l) + k_l S f_l, \quad (2.28)$$

де k_l – коефіцієнт снігонакопичення з урахуванням залісеності водозборів f_l , у частках одиниці;

S - максимальні запаси води в сніговому покриві по вимірах у полі (з урахуванням запасів води в крижаній кірці), мм.

Для кожної станції дата максимальних запасів води в сніговому покриві встановлювалася по найбільшому значенню загальних снігозапасів (включаючи запас води в крижаній шкiрці) перед весняним таненням снігу (за даними вимірів снігозапасів у полі).

Підрахунок середніх по басейнах максимальних запасів води в сніговому покриві проводився по значеннях S_j , які обчислені за формулою (2.28) за даними репрезентативних метеостанцій по вимірах їх на польових ділянках

$$S_{m_i} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m S_j, \quad (2.29)$$

де S_j - максимальні снігозапаси по окремих пунктах їх виміру у межах водозбору, мм;

m - кількість вимірювальних пунктів снігозапасів.

Максимальні запаси води у сніговому покриві перед весняним сніготаненням включені до вектор-предиктору дискримінантної функції DF та у прогнозну схему у вигляді модульних коефіцієнтів

$$(k_S)_i = \frac{S_{m_i}}{S_0}, \quad (2.30)$$

де S_{m_i} - значення середніх на водозборах максимальних снігозапасів в i -му році, мм;

S_0 – середньобогаторічні величини максимальних снігозапасів на водозборі, мм.

Середньобогаторічні максимальні снігозапаси узагальнені у вигляді карти розподілу величини S_0 по території (рис.2.3). Напрямок ізоліній на цій карті свідчить про убування S_0 по мірі зменшення континентальності клімату

- з півночі та північного сходу (від 70-80- мм) на південь і південний захід (до 60-50 мм).

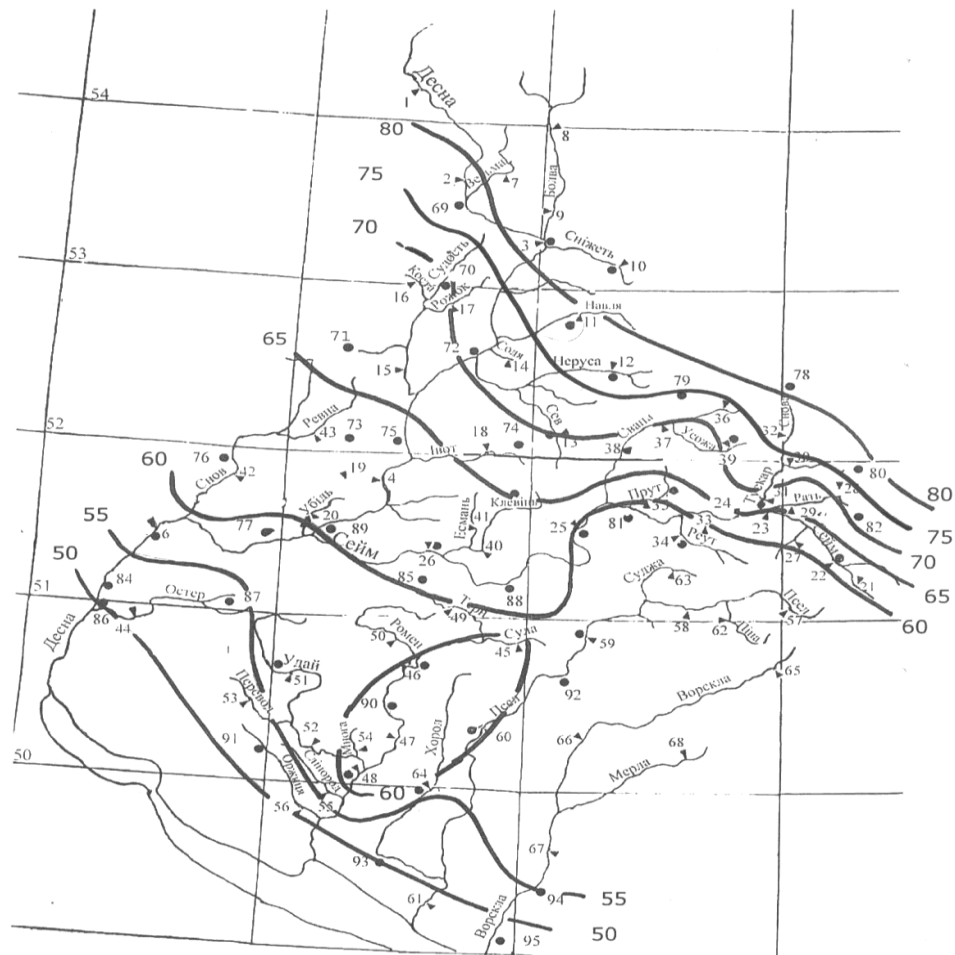


Рисунок 2.3 – Розподіл по території середньобаторічних величин
максимальних запасів води в сніговому покриві

Для аналізу зміни снігозапасів, які накопичуються на водозборах перед початком весняного водопілля, доцільно у кожному році будувати карти розподілу їх по території. Такі карти є основою при складанні прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля.

На календарну дату складання прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля розрахунок середніх на водозборах максимальних запасів води в сніговому покриві (S_m)_{ДСП} ведеться за схемою

$$(S_m)_{ДСП} = [S_{ДСП}(1 - f_l) + k_l S_{ДСП} f_l] + \Delta\bar{S}, \quad (2.31)$$

де $S_{ДСП}$ - максимальні запаси води в сніговому покриві (за вимірами у полі), які накопичилися на дату складання прогнозу, мм;

f_l – залісеність водозборів, у долях від одиниці;

k_l – коефіцієнт снігонакопичення у лісі, прийнятий рівним 1.13;

$\Delta\bar{S}$ - нормальна добавка до максимальних запасів води в сніговому покриві, мм.

Визначення середніх величин добавок $\Delta\bar{S}$ на різні дати складання прогнозу виконується за рівнянням

$$\Delta\bar{S} = a + b(\varphi'^o - 50), \quad (2.32)$$

де φ'^o - географічна широта пунктів виміру снігозапасів, в частках град. півн. ш.

Коефіцієнти a і b у формулі (2.32) визначаються для календарних дат випуску прогнозів. Умови введення добавки $\Delta\bar{S}$ і значення коефіцієнтів в рівнянні (2.32) наведені у табл.2.3.

Таблиця 2.3 – Нормальні добавки до максимальних запасів води в сніговому покриві $\Delta\bar{S}$, мм

Умови введення добавки ($\Delta\bar{S}$) в залежності від очікуваної температури повітря		$\Delta\bar{S}$	Значення коефіцієнтів	
ДСП: до дати 20 лютого	ДСП: від дати 20 лютого і пізніше		a	b
$\Theta_{02,03} \leq (\bar{\Theta}_{02,03} - 1^\circ\text{C})$	$\Theta_{03} \leq (\bar{\Theta}_{03} - 1^\circ\text{C})$	$\Delta\bar{S}_1$	3.27-0.086 Д	26.8-0.55 Д
$(\bar{\Theta}_{02,03} + 1^\circ\text{C}) > \Theta_{02,03} > (\bar{\Theta}_{02,03} - 1^\circ\text{C})$	$(\bar{\Theta}_{03} + 1^\circ\text{C}) > \Theta_{03} > (\bar{\Theta}_{03} - 1^\circ\text{C})$	$\Delta\bar{S}_2$	3.38-0.109 Д	20.4-0.61 Д
$\Theta_{02,03} \geq (\bar{\Theta}_{02,03} + 1^\circ\text{C})$	$\Theta_{03} \geq (\bar{\Theta}_{03} + 1^\circ\text{C})$	$\Delta\bar{S}_3$	2.14-0.074 Д	7.47-0.25 Д

Умовні позначення:

ДСП – дата складання прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля;

$\Theta_{02,03}$ і $\bar{\Theta}_{02,03}$ - середнє значення середньомісячних температур повітря в лютому і березні та норма величини, відповідно, °С.

Θ_{03} і $\bar{\Theta}_{03}$ - середня температура повітря за березень та її норма, відповідно, °С.

D - кількість діб від 1-го лютого.

При цьому, якщо зима очікується холодною, вважається, що опадів у вигляді снігу буде більше за середньобагаторічне їх значення ($\Delta\bar{S}_1$), при температурі повітря, близькій до норми – значення добавки снігу ($\Delta\bar{S}_2$) береться на рівні середньобагаторічної величини і, якщо температура повітря вища за норму, поповнення максимальних снігозапасів ($\Delta\bar{S}_3$) буде меншим за середньобагаторічне.

У прогнозній схемі у вектор-предикторі дискримінантної функції в якості інтегральної характеристики зволоження ґрунтів на водозборах прийнятий середній річковий модуль стоку в створі річки з вересня попереднього по січень поточного року q_{09-01} , віднесений до його норми $(q_{09-01})_0$

$$(k_{q_{09-01}})_i = \frac{(q_{09-01})_i}{(q_{09-01})_0}, \quad (2.33)$$

де $(q_{09-01})_i$ - середній модуль стоку з вересня по січень для i -ї весни, л/(с·км²):

$$(q_{09-01})_i = \frac{\sum_{01}^{09} Q_i}{F} 10^3, \quad (2.34)$$

де Q_i – середня місячна витрата води з вересня попереднього по січень поточного року, м³/с.

За відсутності спостережень прийняту характеристику зволоження ґрунтів можна визначити за встановленими залежностями середнього модуля стоку з вересня по січень q_{09-01} від широти геометричних центрів водозборів. Так, для визначення середньобагаторічних величин $(q_{09-01})_0$ використовується рівняння

$$(q_{09-01})_0 = 0,417 (\varphi^0 - 50) + 1,36, \quad (2.35)$$

де $(q_{09-01})_0$ - середньобагаторічні значення середніх модулів стоку з вересня попереднього по січень поточного років, л/(с км²);

φ^0 - широта геометричних центрів водозборів, в частках ° півн.ш.

При визначенні модульного коефіцієнта $(k_{q_{09-01}})_i$ за (2.35) для конкретних років поточні значення $(q_{09-01})_i$ можна бути отримати на основі безпосередніх спостережень за стоком води річок. За відсутності спостережень пропонується відновлення рядів $(q_{09-01})_i$ шляхом побудування для кожного i -го року залежностей типу

$$(q_{09-01})_i = k_3 + k_4(\varphi^0 - 50), \quad (2.36)$$

де k_3 і k_4 - коефіцієнти рівняння (2.36), що отримуються у поточному році.

В якості фактора втрат води під час водопілля при дискримінантному аналізі бралися значення глибин промерзання ґрунтів (під озимими) найбільші перед початком весняного танення снігу, осереднені по водозборах з урахуванням даних усіх пунктів спостережень, розташованих у їх межах, і віднесені до норм промерзання, тобто

$$(k_L)_i = \frac{L_i}{L_0}, \quad (2.37)$$

де L_i - середні по водозборах значення максимальних глибин промерзання ґрунтів для i -го року, см;

L_0 – середньобогаторічні глибини промерзання ґрунтів на окремих водозборах, см.

Узагальнення L_0 , розрахованих для кожного пункту спостережень (по даних на агрометеорологічних станціях), виконане в залежності від широтного положення пунктів. У цілому при збільшенні широти, тобто при переході від південних у більш північні райони розглядуваної території, глибини промерзання збільшуються у відповідності з рівнянням

$$L_0 = 69 + 1,43(\varphi'^0 - 50), \quad (2.38)$$

де φ'^0 - географічна широта пунктів виміру глибин промерзання ґрунтів, в ° півн.ш.

При прогнозах максимального стоку у кожному році на різні дати їх складання для розрахунку k_L використовуються безпосередні виміри глибин промерзання ґрунтів L_j , як середньозважені або середні арифметичні значення у межах кожного з водозборів. За відсутності спостережень на водозборі доцільним є відновлення полів глибин промерзання ґрунтів на дати прогнозу шляхом встановлення залежностей вигляду (2.38), але побудованих по щорічних даних у вигляді

$$L_i = k_1 + k_2(\varphi'^0 - 50), \quad (2.39)$$

де k_1 і k_2 - коефіцієнти рівняння (2.39), визначені у поточному році.

3 МЕТОДИКА ДЛЯ ДОВГОСТРОКОВИХ ПРОГНОЗІВ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ В БАСЕЙНІ Р. ДЕСНА ТА ПРИТОК СЕРЕДНЬОГО ДНІПРА

3.1 Складання бази вихідної та оперативної гідрометеорологічної інформації

Блок-схема прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля на основі запропонованої в [10-14] методики територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного режиму річок (розділ 2) представлена на рис. 3.1. При складанні довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля необхідна базова та оперативна вихідна інформація.

Складання базової інформації:

- а) Морфометричні та басейнові характеристики опорних водозборів:
- площа водозборів, F , км²;
 - залісеність водозборів, f_l , в частках від площ водозборів F ;
 - заболоченість водозборів, f_b , 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 прогновної схеми.

максимальних витрат води весняного водопілля в дату 20 лютого

б) Середньобагаторічні величини вихідних даних:

- максимальних витрат води весняного водопілля Q_0 , м³/с або їх модулів q_0 , м³/(с*км²);
- максимальних запасів води у сніговому покриві або картосхема розподілу по території S_0 , мм;
- максимальних значень глибин промерзання ґрунтів під озимими L_0 , см;

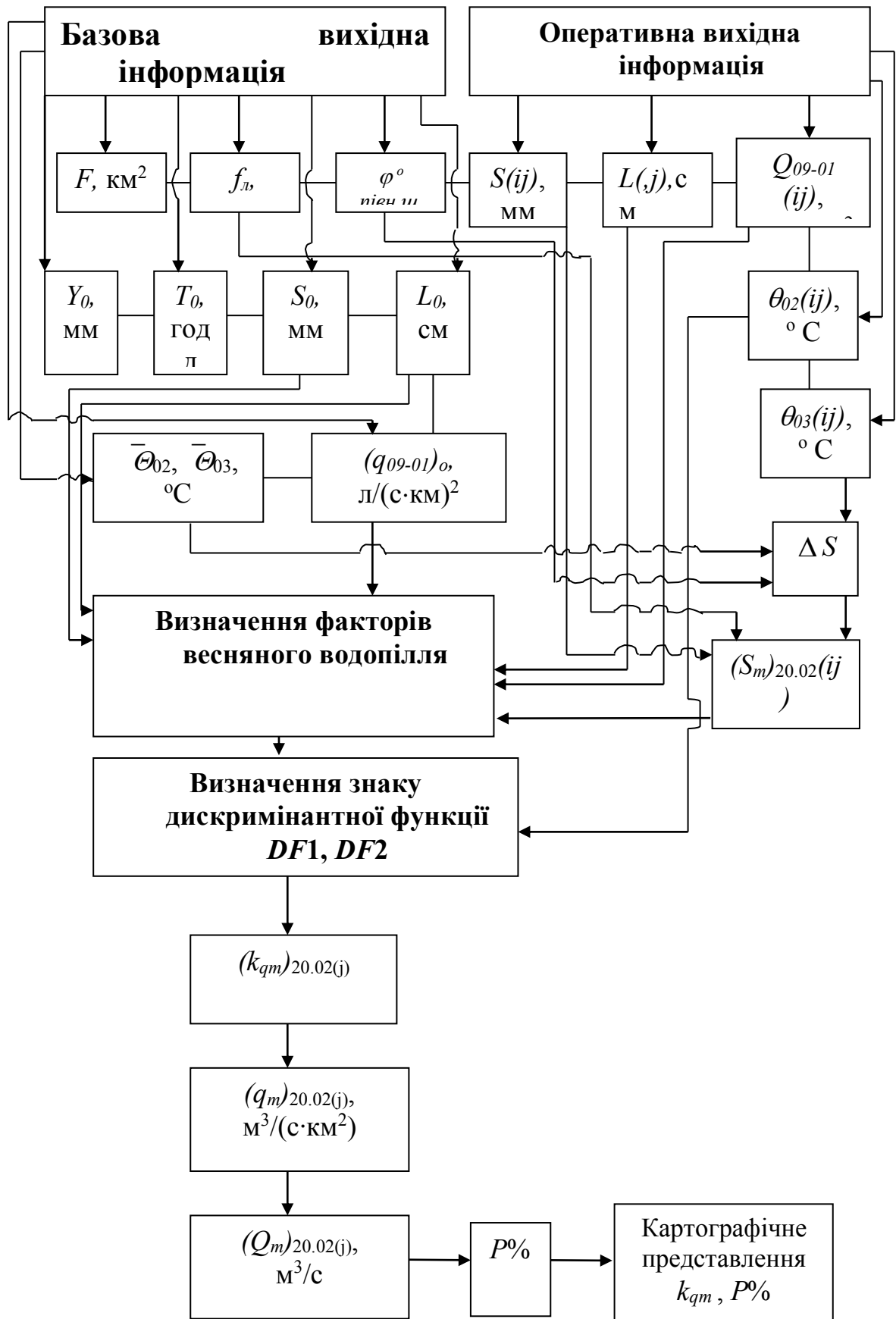


Рисунок 3.1 – Блок-схема програми для довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля

- середньомісячних витрат води за зимові та весняні місяці, отримані як: середньобагаторічні 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 $(C^*)_{Q_m}$, що отримуються при статистичній обробці часових рядів стокових даних;

- величина допустимої похибки прогнозів максимальних витрат води $\delta_{доп}$, м³/с.

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

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

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 θ_{02} °С за даними метеорологічних станцій або у вигляді прогнозних величин;

ж) метеорологічний прогноз середньомісячної температури повітря в березні θ_{03} °С.

3.2. Складання прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля.

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

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 .

Коефіцієнти рівнянь наведені в табл. 3.1 відповідно району приналежності гідрологічного поста до річкового басейну. За знаком дискримінантної функції встановлюється якісний (альтернативний) прогноз висоти майбутнього водопілля:

- дискримінантна функція $DF1 > 0$ – максимальні витрати води будуть більшими за середньобагаторічні значення;
- за $DF1 \leq 0$, а $DF2 \geq 0$ – максимальні витрати води весняних вод очікуються близьким до середньобагаторічних їх значень;
- за $DF1 < 0$ і $DF2 < 0$ – максимальні витрати води водопілля прогнозуються меншим за середньобагаторічні їх значення;

Таблиця 3.1 – 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
$DF1$	1,49	-14,4	2,76	11,0	0,057
$DF2$	-0,30	-6,33	2,96	7,55	0,274

Умовні позначення до табл.3.1:

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

б) прогноз величин модульних коефіцієнтів k_{q_m} здійснюється на дату його складання за регіональними залежностями у вигляді рівняння поліному вигляду і даними табл.3.1, відповідно району приналежності гідрологічного поста і знаком дискримінантної функції DF ;

Таблиця 3.2 – Коефіцієнти поліному

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, Псел, 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 , $\text{м}^3/\text{с}$ за рівнянням

$$Q_m = k_{q_m} \cdot Q_{02} \quad (3.1)$$

де q_0 – середньобогаторічні величини максимальних модулів весняного водопілля, $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$;

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

$$K_{Q_{2010}} = \frac{1}{1 + 0,0001 \cdot \varphi^2}; \quad (3.2)$$

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 $C_s = 2,5 C_v$. Забезпеченість прогнозних величин Q_m надається у вигляді інтервалу $P\%$;

д) 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 , $\text{м}^3/\text{с}$ визначається за рівнянням

$$\delta = Q_m - Q; \quad (3.3)$$

де Q_m і Q' – спостережені і прогнозні значення максимальних витрат та рівнів води весняного водопілля, $\text{м}^3/\text{с}$.

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

$$\delta_{\text{доп}} = 0,1 F; \quad (3.4)$$

4 ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО КОМПЛЕКСУ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ГІДРОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ

За допомогою автоматизованого комп'ютерного комплексу «*Seim*» на різні дати (10, 20, 28 лютого та дату накопичення максимальних снігозапасів) є можливість складати довгострокові прогнози максимальних витрат води весняного водопілля у поточному році, будувати картосхеми модульних коефіцієнтів очікуваних величин та їх забезпеченості для здійснення просторового моніторингу стану водних об'єктів у весняний період року [10-14]. Відома практика й математичного моделювання процесу розвитку паводків на річках [21-22].

4.1 Автоматичне складання оперативного прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля з комп'ютерною програмою «*Seim*»

Програма використовується для випуску територіального довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля в басейнах рр. Десна, Сейм та інших лівих приток Середнього Дніпра.

Мінімальні вимоги до конфігурації комп'ютера: *Windows* 2000 і вище, *Microsoft Office XP*, з обов'язковою установкою *MsExcel*, *MsAccess*. Монітор: дозвіл екрана не менш 800×600 точок.

Програма «*Seim*» створена в середовищі програмування *Microsoft Visual Basic 6.0* з використанням *Microsoft Office XP*, що створює користувачеві додаткові зручності при роботі з програмою.

Для запуску програми необхідно запустити файл *Seim.exe* з директорії, в яку встановлена програма. Після запуску цього файлу відкривається діалогове вікно „*Seim*” (рис.4.1), в якому вибирається поточний рік і дата, а потім шляхом послідовного натискання кнопок користувачеві надається можливість:

- ввести необхідну вихідну інформацію;
- здійснити розрахунок; переглянути /зберегти/, роздрукувати таблиці з вихідними даними й розрахунковими характеристиками;
- нанести на карту отримані прогнозні характеристики.

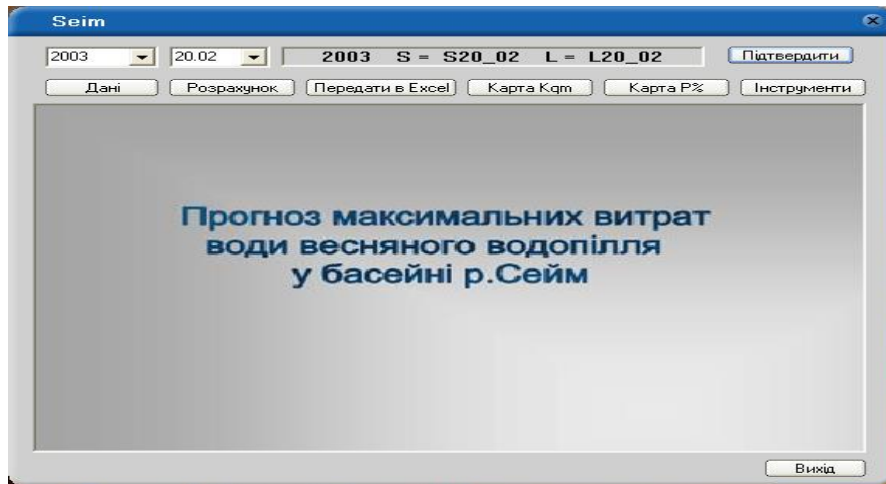


Рисунок 4.1 - Діалогове вікно „*Seim*”

4.1.1 Організація бази даних у комп'ютерному комплексі

Базова інформація для складання довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля являє собою основні гідрологічні характеристики річок басейну Десни, Сейму та ін. (гідрографічні показники, норми максимального стоку водопілля, норми метеорологічних величин).

Оперативна інформація для складання довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля являє собою гідрологічні та метеорологічні дані у поточному році. Введення вихідних даних по здійснюється безпосередньо в програмі у діалоговому вікні „Data” або через файл db.2. Після виходу з діалогового вікна db.2 вся інформація, яка занесена до таблиці „OI Meteo 200_” чи „OI GST 200_” зберігається автоматично.

Оперативна інформація по метеостанціях для заданого року, наприклад, 2003 – це таблиця „OI Meteo 2003” у діалоговому вікні „Data” (рис.4.2). Умовні позначення у ній такі:

S31_01 – значення максимальних запасів води в сніговому покриві на 31 січня, мм;

S05_02 – значення максимальних запасів води в сніговому покриві на 5 лютого й т.д., мм;

Sm – значення максимальних запасів води в сніговому покриві, мм;

L31_01 – значення глибини промерзання ґрунту на 31 січня, см;

L10_02 – значення глибини промерзання ґрунту на 10 лютого й т.д., см;

Lm – максимальне значення глибини промерзання ґрунту, см;

T2 – середня температура повітря в лютому, °С;

T3 – середня температура повітря в березні, °С.

Met	Meteo	Hr1	S31	S10	S15	S20	S25	S31	S25	S31	Sm	L31	L10	L20_02	
25	Рильськ	51,58	23	50	50	48	48	62	68	70	84	33	84	87	88
26	Мугин	51,42	13	21	21	16	21	29	26	32		32		92	92
29	Беседино	51,67	41	44		50	55	59	74	75	82	66	82		
31	Курськ	51,67		45		58	60	60	60	70	83		83		
39	Фатеж	52,08	42	60		72	72	80	81	70	77	73	81	74	77
40	Шарпівка	51,50		46		58	55		78	64	74		78		
78	Почині	52,50	46	65		88	88	99	89	96	113	81	113	73	71
79	Дмитрієв	52,42	48	68	68	74	74	81	94	93	106	60	106		

Met	Meteo	Hr1	S31	S10	S15	S20	S25	S31	S25	S31	Sm	L31	L10	L20_02	
25	Рильськ	51,58	23	50	50	48	48	62	68	70	84	33	84	87	88
26	Мугин	51,42	13	21	21	16	21	29	26	32		32		92	92
29	Беседино	51,67	41	44		50	55	59	74	75	82	66	82		86,959
31	Курськ	51,67		45		58	60	60	70	83		83			86,959
39	Фатеж	52,08	42	60		72	72	80	81	70	77	73	81	74	77
40	Шарпівка	51,50		46		58	55		78	64	74		78		86,962

Key	Meteo_Num	Meteo	Hr1	Hr1-50	L20_02	(Hr1-50)*L	(Hr1-50)^2
1	25	Рильськ	51,58	1,58	88	139,04	2,4964
2	26	Мугин	51,42	1,42	92	130,64	2,0164
3	39	Фатеж	52,08	2,08	77	160,16	4,3264

Рисунок 4.2 – Діалогове вікно „Data” з відновленою інформацією по метеостанціях на задану дату

Оперативна інформація по гідрологічних постах для заданого року, наприклад, 2003 – це таблиця „OI GST 2003” у діалоговому вікні „Data” (рис.4.3). Умовні позначення у ній такі:

q09_01 – величини модулів стоку з вересня попереднього року по січень розрахункового року (модулі осіннього стоку), л/(с·км)²;

Qm – максимальні витрати води весняного водопілля, м³/с;

Y_m – шари стоку весняного водопілля, мм.

Отримання оперативної інформації гідрометеорологічних спостережень ведеться при використанні комп'ютерної системи «Автоматизоване робоче місце» (АРМ гідро) через мережу Інтернет.

Відновлення оперативної інформації по метеостанціях і гідропостах

Відновлення вихідної інформації по глибинах промерзання ґрунту здійснюється на конкретно задану дату. При відновленні інформації в діалоговому вікні „*Seim*” необхідно вибрати рік і дату, натиснути кнопку [Підтвердити], а потім натиснути кнопку [Дані], після чого відкриється діалогове вікно „Data” (див.рис.4.2 та 4.3).

ID	Gst_Num	Gst	q09_01	Qm	Ym
1	24	Сейм-м.Ришкове	0,83	318	
2	25	Сейм-м.Рильськ		723	
3	26	Сейм-м.Мугин		552	
4	31	Тускар-м.Курськ		216	
5	38	Сельа-ст.Город	1,15		
6	40	Клевень-с.Шарнієк		62	
7	46	Сула-м.Ронни		83,6	
8	48	Сула-м.Лубни	1,78	108	

Gst_Num	Gst	q09_01	Qm	Ym
24	Сейм-м.Ришкове	0,83	318	
25	Сейм-м.Рильськ	2,1301810381759	723	
26	Сейм-м.Мугин	2,10098053607432	552	
31	Тускар-м.Курськ	2,22143260724332	216	
38	Сельа-ст.Город	1,15		
40	Клевень-с.Шарнієк	2,1301810381759	62	

Key	GST_Num	GST	Q 09_01	Hr	Hr - 50	(Hr-50)*Qos	(Hr-50)^2
1	24	Сейм-м.Ри	0,83	51,75	1,75	1,4525	3,0625
2	38	Сельа-ст.Гс	1,15	51,17	1,17	1,3455	1,3689
3	48	Сула-м.Луб	1,78	50,58	0,58	1,0324	0,3364

q09_01 рас = K3 + K4 * (Hr-50) K3 = 1,46221955260233 K4 = 0,365006276269709

Рисунок 4.3 - Діалогове вікно „Data” з відновленою інформацією по гідрологічних постах на задану дату

Після цього натиснути кнопку [Відновити інформацію], при активній кнопці [OI_Meteo], в результаті чого заповняться дві нижні таблиці (див.рис.4.3), при активній кнопці [OI_GST] - заповняться дві нижні таблиці (див.рис.4.4).

Відновлена інформація по глибинах промерзання ґрунту на задану дату заноситься до відповідної таблиці (наприклад, OI Meteo 2003_A), а по величинах q09_01 – до табл.OI GST 2003_A.

Відновлена інформація по цих величинах використовуються в подальших розрахунках. Слід зазначити, що при кожній зміні дати,

відновлення вихідної інформації необхідно повторити, натисканням клавіші [Відновити інформацію].

Після занесення вихідних даних і відновлення інформації по глибинах промерзання ґрунту $L_{роз}$ і модулів осіннього стоку $q_{09_01_{роз}}$ необхідно натиснути кнопку [Вихід] для того, щоб повернутися в діалогове вікно „Seim” і продовжити розрахунок.

4.1.2 Схема прогнозу максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля у автоматичному режимі

Перш ніж приступитися до визначення прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів, необхідно виконати усі операції, які описані вище. Потім у діалоговому вікні „Seim” (див. рис.4.1) необхідно натиснути кнопку [Розрахунок], в результаті чого відкриється діалогове вікно „Calculate” (рис.4.4).

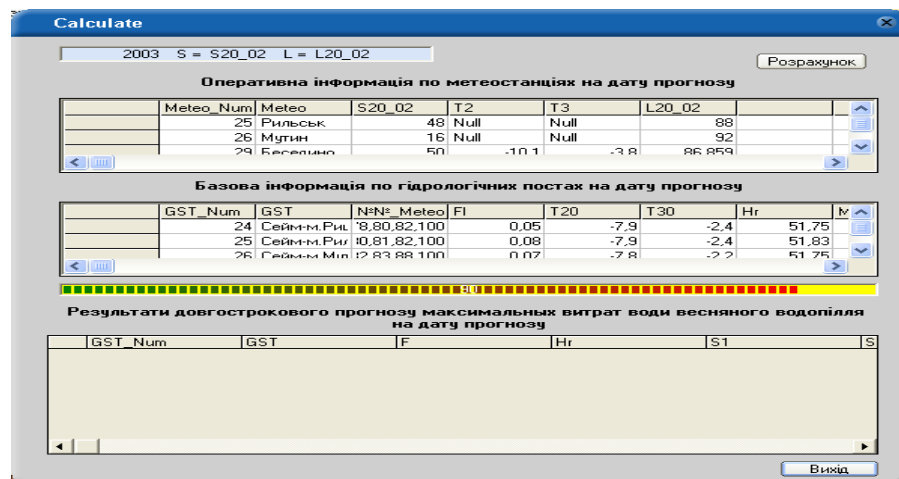


Рисунок 4.4 – Діалогове вікно „Calculate” з вибіркою вихідної інформації, яка використовується при прогнозі на задану дату

У таблиці «Оперативна інформація по метеостанціях на дату прогнозу» (див. рис.4.5) організується вибірка вихідних даних по метеостанціях для прогнозу на задану дату (наприклад, 20 лютого).

Для одержання прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів та їх забезпеченості за методикою прогнозу, необхідно

натиснути кнопку [Розрахунок] у діалоговому вікні „Calculate”, після чого заповнюється нижня таблиця (рис.4.6).

У таблиці «Результати довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля на дату прогнозу» представлені усі проміжні розрахункові величини (див. рис.4.6).

Для того, щоб переглянути, зберегти й роздрукувати таблиці з вихідними даними й результатами розрахунків, необхідно натиснути кнопку [Передати в Excel] у діалоговому вікні „Data” (див. рис.4.1), після чого відкриється вікно „Send to Excel” (рис.4.7).

The screenshot shows a window titled "Calculate" with a date field set to "2003 S = S20_02 L = L20_02" and a "Розрахунок" button. It contains three tables:

Оперативна інформація по метеостанціях на дату прогнозу

Meteo_Num	Meteo	S20_02	T2	T3	L20_02
25	Рильськ	48	Null	Null	88
26	Мугин	16	Null	Null	92
29	Беседина	50	-10.1	-3.8	86.859

Базова інформація по гідрологічних постах на дату прогнозу

GST_Num	GST	NN_Meteo	F1	T20	T30	Hr	N
24	Сейм-м.Риц.	8.80.82.100	0.05	-7.9	-2.4	51.75	
25	Сейм-м.Риц.	10.81.82.100	0.08	-7.9	-2.4	51.83	
26	Сейм-м.Риц.	12.83.88.100	0.07	-7.8	-2.2	51.75	

Результати довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля на дату прогнозу

GST_Num	GST	F	Hr	S1
24	Сейм-м.Рицкове	7460	51.75	58.3333333333333
25	Сейм-м.Рильськ	18100	51.83	58.2
26	Сейм-м.Мугин	25600	51.75	51.3571428571429
31	Тискар-м.Курськ	2390	52.08	73
38	Села-ст.Город	3690	51.17	73
40	Клевень-с.Шарпівк.	2440	51.83	58
46	Сейм-м.Велик.	4000	51.92	73

Рисунок 4.6 – Діалогове вікно „Calculate” з вибіркою вихідної інформації й виконаним розрахунком прогнозних величин на задану дату

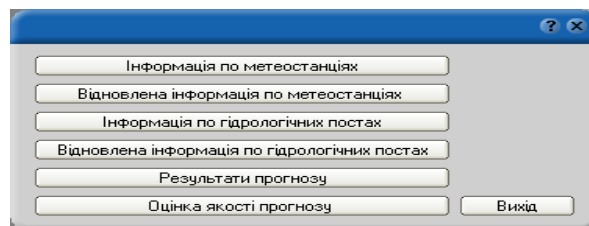


Рисунок 4.7 – Діалогове вікно для перегляду, збереження й роздрукування таблиць з вихідними даними, результатами розрахунку і оцінки якості прогнозу

Натиснувши відповідну кнопку можна переглянути потрібну таблицю.

Результати довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля - S20_02 2003 рік														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Key	Gst Num	Gst	F	SR	qGst	LI	T 2	T 3	DF1	DF2	Kqm	P%	qRm	
1	24	Сейм-м Ришове	7460	81,29	0,83	82,76	-1,0	-3,8	-2,74	-1,5	0,22	32	136,96	
2	25	Сейм-м Рильськ	18100	81,52	2,13	83,14	-1,0	-3,8	-1,12	0,44	0,68	61	589,98	
3	26	Сейм-м Мутин	25600	74,4	2,1	84,72	-9,3	-2,9	0,05	0,95	1,66	18	1576,07	
4	31	Тускар-м Курськ	2300	87,03	2,22	78,93	-10,1	-3,8	-3,26	-1,05	0,28	92	75,53	
5	38	Свапа-ст Город	3590	94,9	1,15	81,92	-10,1	-3,8	-4,49	-2,37	0,28	88	109,19	
6	40	Клевень-с Шарлівека	2440	81,42	2,13	87,93	-9,3	-2,9	-3,37	-0,61	0,22	76	40,9	
7	46	Сопь-м Ромин	4020	82,2	1,9	81,5	-8,5	-1,7	5,24	4,49	1,19	30	199,47	
8	48	Сопь-м Лубни	14200	49,89	1,78	85,31	-8,5	-1,7	5,79	4,92	1,1	33	249,39	
9	51	Удай-м Прилуки	1520	49,26	1,77	84,29	-8,5	-1,7	4,34	3,66	1,05	36	33,4	
10	59	Псел-м Суми	7770	77,92	1,86	83,29	-9,1	-2,9	-2,25	0,35	0,96	39	299,55	
11	60	Псел-м Гаден	11300	80,51	2,19	86,97	-9,1	-2,9	-2,31	0,84	1,11	33	312,71	
12	61	Псел-м Завлілля	22400	73,62	2,08	89,95	-9,1	-2,9	-0,67	2,14	1,02	37	341,92	
13	64	Хороп-м Миргород	1740	67,5	1,58	85	-8,5	-1,7	3,75	4,91	2,07	12	158,18	
14	66	Ворскла-с Чернетчина	5790	58,82	1,84	86,89	-9,1	-2,9	3,64	2,95	1,27	27	272,22	
15	67	Ворскла-с Кобеляки	13500	77,09	1,52	84,22	-9,1	-2,9	-0,46	1,12	0,81	47	207,11	
16	3	Десна-Брянськ	13700	95,14	2,73	84,73	-9,3	-2,9	-0,4	1,45	0,8	52	746,51	
17	4	Десна-Роплюти	36300	80,4	0	85,84	-9,1	-2,9	-7,86	-5,89	0,38	90	355,38	
18	9	Болва-Псур	3210	93,75	2,86	80,21	-9,3	-2,9	0,96	2,79	1,73	5	409,91	
19	15	Судость-Потар	6180	89,61	3,44	86,84	-9,1	-2,9	2,91	2,31	2,22	6	860,67	
20	20	Слов-Щоць	7140	70,65	3,43	107,95	-9	-2,6	7,36	5,19	1,69	16	555,93	

Рисунок 4.8 – Таблиця „Result” з результатами прогнозу на дату його складання

4.1.3 Побудова картосхем прогнозних максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля

Для побудови карти прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів стоку весняного водопілля необхідно в діалоговому вікні „Data” (див. рис.4.1) натиснути кнопку [Карта Kqm], в результаті чого відкриється вікно „Excel” і діалогове вікно програми „Chart Kqm”, за допомогою якого виконується побудова карти Kqm (рис.4.9).

Series	Y	X
1	169	116
2	130	123
2	145	47

Рисунок 4.9 – Вікно „Excel” і діалогове вікно програми „Chart Kqm”

На рис.4.9 показана таблиця з координатами ізоліній величини K_{qm} при заданому кроці ізоліній на рівні 0.5. Крок ізоліній можна задавати, рівними 0.1; 0.2; 0.5, у діалоговому вікні „Chart K_{qm} ” (рис.4.10).

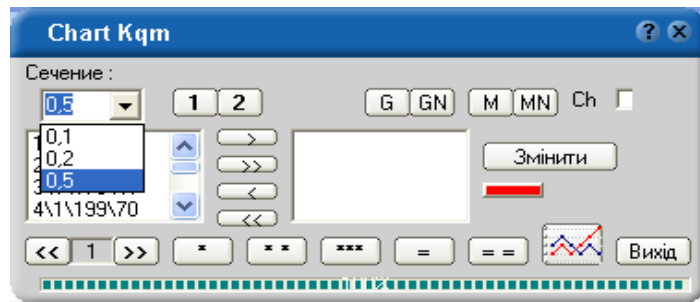


Рисунок 4.10 – Вибір кроку ізолінії у вікні „Chart K_{qm} ”

4.1.4 Побудова картосхем забезпеченості прогнозних величин максимальних витрат води весняного водопілля

Для побудови карти забезпеченості прогнозних величин максимальних витрат води весняного водопілля в даній роботі в діалоговому вікні „Data” (див. рис.4.1) необхідно натиснути кнопку [Карта P%], у результаті чого відкриється „Excel” і діалогове вікно програми „Chart P” за допомогою якого виконується побудова карти P%.

Робота в Chart P

Робота в діалоговому вікні „Chart P” здійснюється аналогічно з діалоговим вікном „Chart K_{qm} ”, з тією лише різницею, що крок ізоліній там задано 5 й 10 % (рис.4.11).

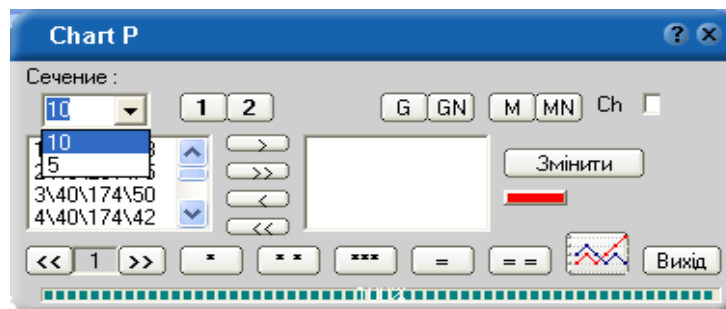


Рисунок 4.11 – Діалогове вікно „Chart P”

Відома практика побудови картосхем гідрологічної інформації засобами ГІС, що є перспективою подальших досліджень, при встановленні зон затоплення при високих повенях на річках.

На прикладі весняного водопілля 2015-2016 р. в роботі побудовано картосхеми прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів водопілля цього року (рис.4.12) та ймовірності його настання у багаторічному періоді (рис.4.13). Як можна бачити максимальні витрати води весняного водопілля (у вигляді їх модульних коефіцієнтів) були менше норми по всій досліджуваній території (на рівні 0,2- 0,4 від норми, дещо збільшуючись в басейнах рр. Псел і Хорол – до 0,6 від норми). Забезпеченість настання максимальних витрат води весняного водопілля коливалася від 80-90% до 50-60%.

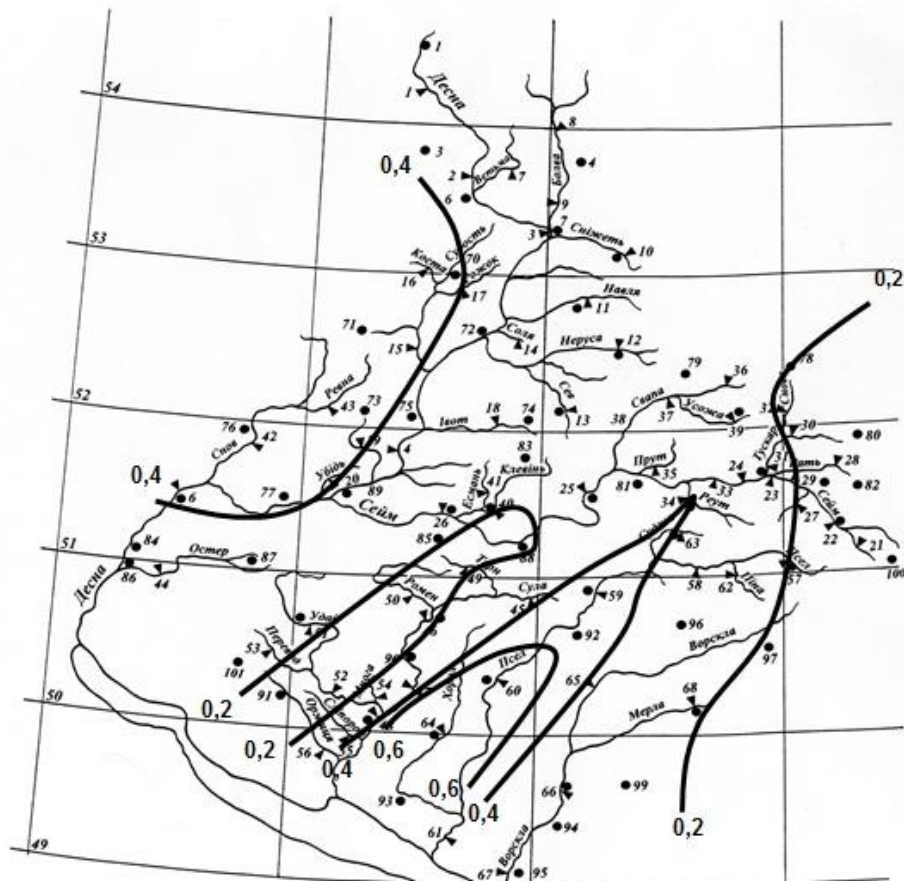


Рисунок 4.12–Розподіл по території прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля 2015-2016р.

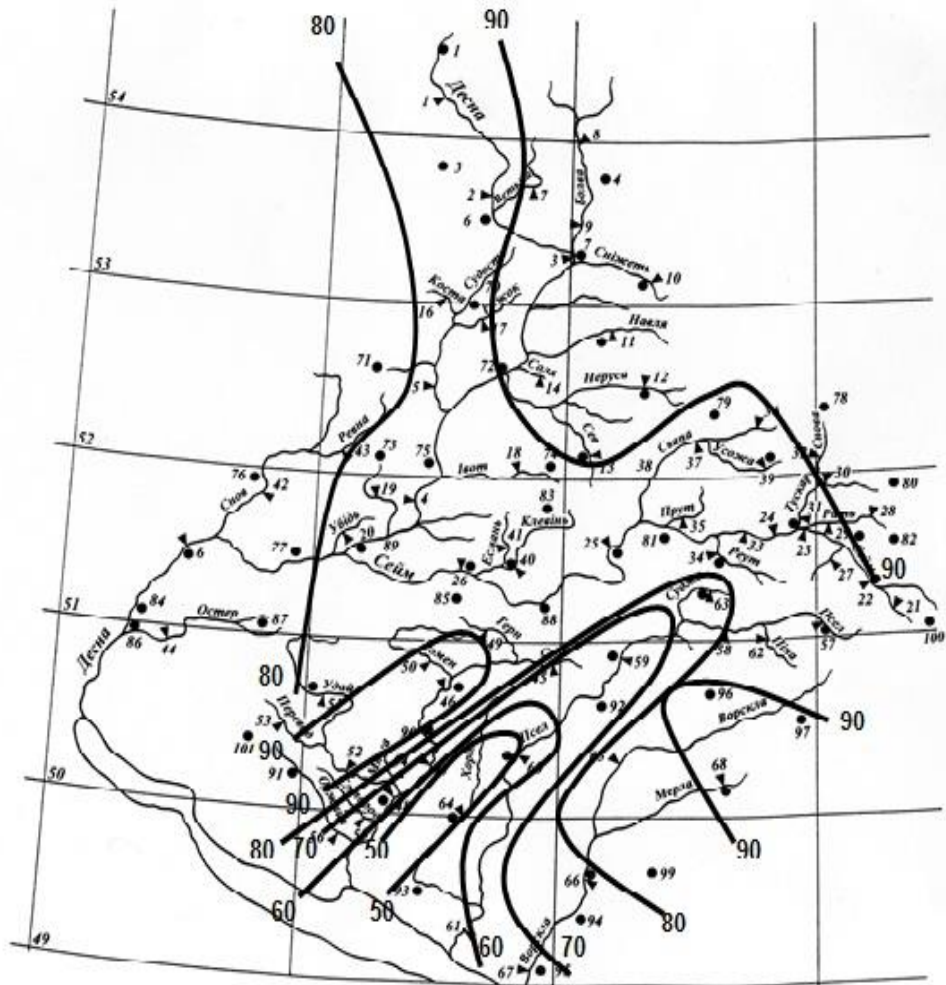


Рисунок 4.13 – Розподіл по території прогнозних забезпеченостей ($P\%$) максимальних витрат води водопілля 2015-2016 р.

4.2 Схема прогнозу максимальних витрат води по картосхемах їх прогнозних модульних коефіцієнтів

За наявності картосхем очікуваних модульних коефіцієнтів $k_q = q_m / q_o$ та їх ймовірностей $P_Q\%$, які складаються у регіональних відділах гідрологічних прогнозів, можливі два варіанти випуску прогнозу: за наявності даних гідрологічних спостережень на водозборах або за їх відсутності.

З картосхеми модульних коефіцієнтів максимальних витрат води знімаються (по геометричних центрах водозборів) пошукові значення

модульних коефіцієнтів k_q . Прогнозні величини максимальних витрат води Q_m , м³/с будуть дорівнювати

$$Q'_m = k_q \cdot q_0 \cdot K_{Q_{2010}} \cdot F, \quad (4.1)$$

де F – площа водозбору, км²;

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

$$K_{Q_{2010}} = 0,92 - 0,022(\varphi - 50^0); \quad (4.2)$$

q_0 - середньобогаторічне значення максимального модуля весняного водопілля, м³/(с·км²).

Перший варіант. За наявності вимірів витрат води в створі річки середньобогаторічне значення максимального модуля весняного водопілля q_0 , м³/(с·км²) визначається для кожної конкретної річки за часовим рядом спостережень на ній за

$$q_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{m_i}}{nF}, \quad (4.3)$$

де Q_{m_i} - максимальні витрати води водопілля i -х років за період спостережень n , м³/с.

Другий варіант. За обмеженості або відсутності часових гідрологічних спостережень на річках середньобогаторічне значення максимального модуля весняного водопілля q_0 , м³/(с·км²) встановлюються за моделлю редуційних типових гідрографів водопіль за рівнянням

$$q_0 = q'_0 \Psi(t_p / T_0) \varepsilon_F \cdot r \quad (4.4)$$

q_0 - норма максимального модуля водопілля, $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$

Так, середньобогаторічний модуль максимальних витрат води схилового припливу q'_0 , $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ в (4.4), визначається в рамках редуційних гідрографів

$$q'_0 = 0.28 \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_0, \quad (4.5)$$

де $(n+1)/n$ - коефіцієнт нерівномірності схилового припливу у часі, що приймається для басейнів рівнинних річок України на рівні 8.0;

T_0 – тривалість схилового припливу, год;

Y_0 – середньобогаторічний шар стоку, мм.

За відсутності або при коротких часових гідрологічних рядах спостережень на річках середньобогаторічна величина шарів стоку Y_0 знімається з відповідної картосхеми по геометричних центрів водозборів. Отримати значення Y_0 , використовуючи картосхему (рис.2.1), можна за рівнянням

$$Y_0 = (Y_0)_{\text{карт}} \cdot k_{\text{л}} k_{\text{б}}, \quad (4.6)$$

де $(Y_0)_{\text{карт}}$ - значення середньобогаторічних величин шарів весняного стоку, що зняті з картосхеми для геометричних центрів водозборів, мм.

Значення коефіцієнтів впливу залісеності і заболоченості на середньобогаторічні величини шарів стоку визначаються за рівняннями:

$$k_{\text{б}} = 1 - 0.11 \lg(f_{\text{б}} + 1); \quad (4.7)$$

$$k_{\mathcal{L}} = 1 + 0.078 \lg(f_{\mathcal{L}} + 1). \quad (4.8)$$

де $(Y_0)_{\text{карт}}$ - середньобагаторічні значення шарів весняного стоку, зняті з картосхеми для геометричних центрів водозборів річок, мм.

Визначення тривалості схилового припливу тало-дошової води на водозборах T_0 в (4.5) для невивчених у гідрологічному відношенні річок можуть бути визначені за картосхемою їх розподілу по території (рис.2.2), при введенні поправочних коефіцієнтів на урахування впливу місцевих факторів – залісеності і заболоченості:

$$k'_{\mathcal{L}} = 1 + 0.37 \lg(f_{\mathcal{L}} + 1); \quad (4.9)$$

$$k'_{\mathcal{B}} = 1 + 1.23 \lg(f_{\mathcal{B}} + 1). \quad (4.10)$$

Отримати значення T_0 , використовуючи картосхему, можна за рівнянням

$$T_0 = (T_0)_{\text{карт}} \cdot k'_{\mathcal{L}} k'_{\mathcal{B}}, \quad (4.11)$$

де $(T_0)_{\text{карт}}$ - значення тривалості схилового припливу води, які зняті з картосхеми для геометричних центрів водозборів річок.

Визначення інших складових рівнянь (4.5) і (4.6) виконується аналогічно тому, як описано в п.3.2.

Для оцінювання ймовірності прогнозного значення Q_m з картосхеми ймовірностей територіального прогнозу максимальних витрат води водопілля знаходиться величина забезпеченості $P_Q\%$.

Таким чином, оцінити величину максимальних витрат води весняного водопілля у даному році представляється для будь-якої річки розглядуваної території, навіть за відсутності гідрологічної інформації на ній.

4.3. Результати перевірних розрахунків за програмним комплексом «Seim» за багаторічний період 2001-2016 рр.

В роботі здійснена перевірка методики довгострокового прогнозу максимальних витрат води в басейні р. Десна, за допомогою вихідних гідрометеорологічних даних за період з 2001 по 2016 роки (тобто за 16 років) при використанні програмного комплексу «*Seim*» [27]. При цьому, за дату випуску прогнозу вибрана дата накопичення максимальних снігозапасів (S_m) на заданій території кожного року.

Перевірка прогнозів здійснена за умови, що гідрометеорологічні чинники, які не відомі на дату випуску прогнозу, приймалися близькими до норми. Це стосується нормальних добавок снігу до максимальних снігозапасів та температури повітря у березні та іноді у лютому.

Перевірочні розрахунки максимальних витрат води в басейні р. Десна, Сейм та інших приток середнього Дніпра (за період 2001-2016 рр.) за прогнозою схемою були виконані у двох варіантах:

- по величині середньобагаторічних максимальних витрат води станом на 2000 рік;
- по величині середньобагаторічних максимальних витрат води з урахуванням тенденції змін водності річок (максимальних витрат води) в період весняного водопілля.

У першому варіанті, за прогнозними модульними коефіцієнтами максимальних витрат води весняного водопілля отримана величина максимальних витрат води за формулою

$$Q'_m = k_q \cdot q_0 \cdot F \quad (4.12)$$

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

F - площа водозборів річок, км^2 .

У другому варіанті враховуються тенденції багаторічних змін величин максимальних витрат води в басейні розглянутої території.

В роботі були побудовані хронологічні графіки ходу максимальних витрат води (у модульних коефіцієнтах) за багаторічний період спостережень для річки Десна - Розлети, р. Сейм - Мутин та р. Псел – Суми (рис. 4.14). Графік показує на проявлення вираженого спадного тренду в ході максимальних витрат води зі значущим (область В) та вельми значущим (область С) коефіцієнтом кореляції, визначеним за графіком значущості коефіцієнта кореляції.

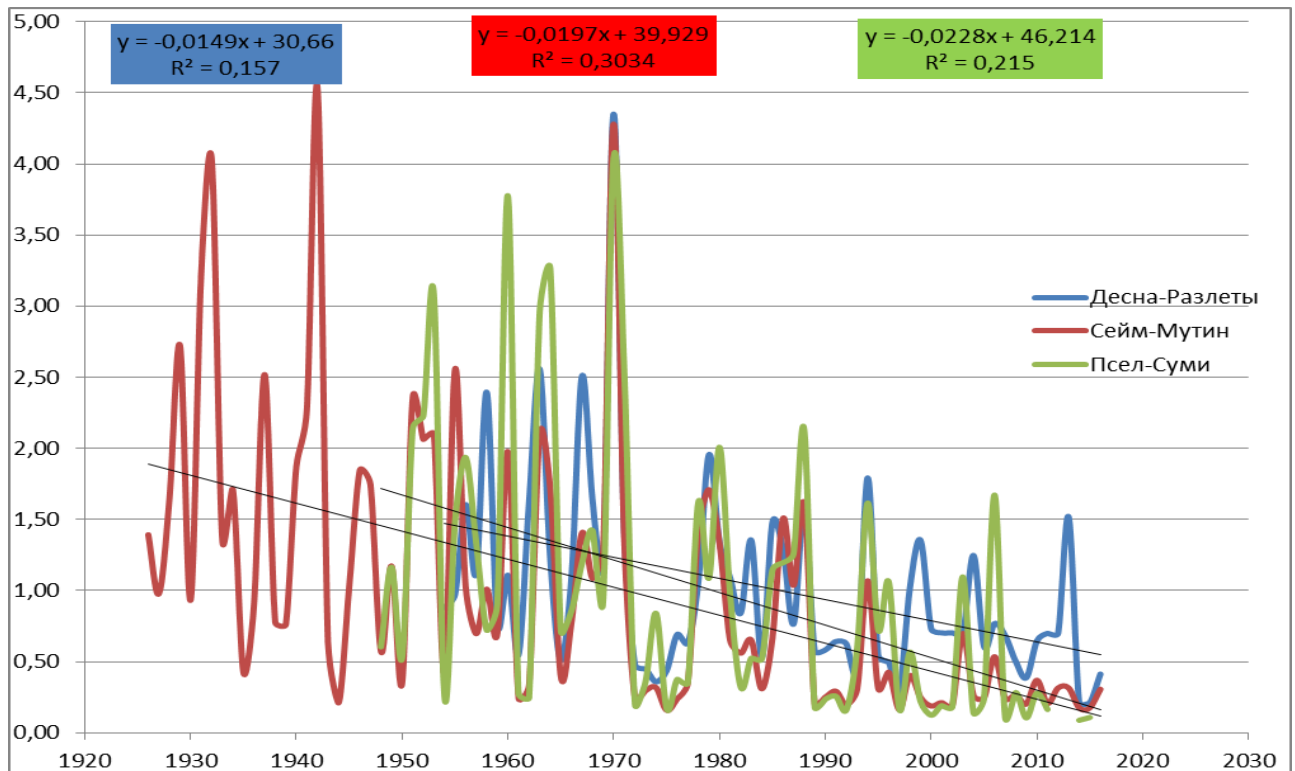


Рисунок 4.14 – Графік хронологічного ходу максимальних витрат води за багаторічний період

Надалі, був побудований графік зв'язку середньобагаторічних величин максимальних витрат води, отриманих за період до 2000 р. (Q_0) та до 2010 р. (Q_{2010}), з якого видно зниження на 15% норм максимальних витрат води станом на 2010 р. (рис.4.15).

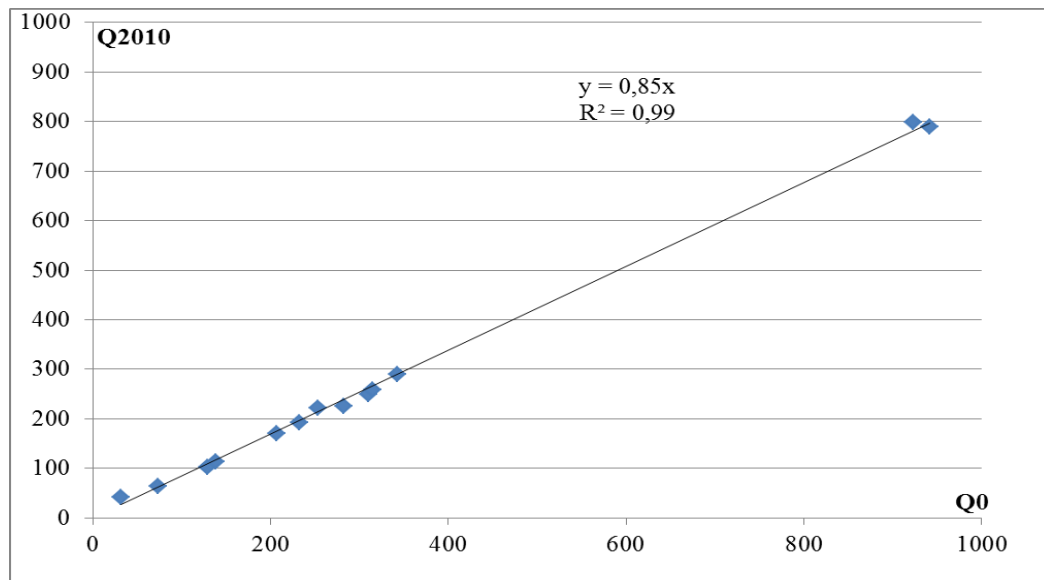


Рисунок 4.15 - Графік зв'язку середньобагаторічних максимальних витрат води, отриманих за період до 2000 р. (Q_0) та за період до 2010 р. (Q_{2010})

В такому разі, перехід від спрогнозованого модульного коефіцієнта до величини максимальних витрат води здійснюється з урахуванням коефіцієнта $K_{Q_{2010}}$, що враховує зміну водності весняного водопілля в останні роки

$$Q'_m = k_q \cdot q_0 \cdot K_{Q_{2010}} \cdot F \quad (4.13)$$

де F – площа водозбору, км²;

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

$$K_{Q_{2010}} = 0,92 - 0,022(\varphi - 50^0). \quad (4.14)$$

Тобто з урахуванням коефіцієнту $K_{Q_{2010}}$ отримані й середньобагаторічні величин максимальних витрат води за період до 2010 р.

($Q_{2010\text{випр}}$) та побудований графік зв'язку середньобагаторічних максимальних витрат води (рис.4.16). При цьому коефіцієнт регресії склав 0,97.

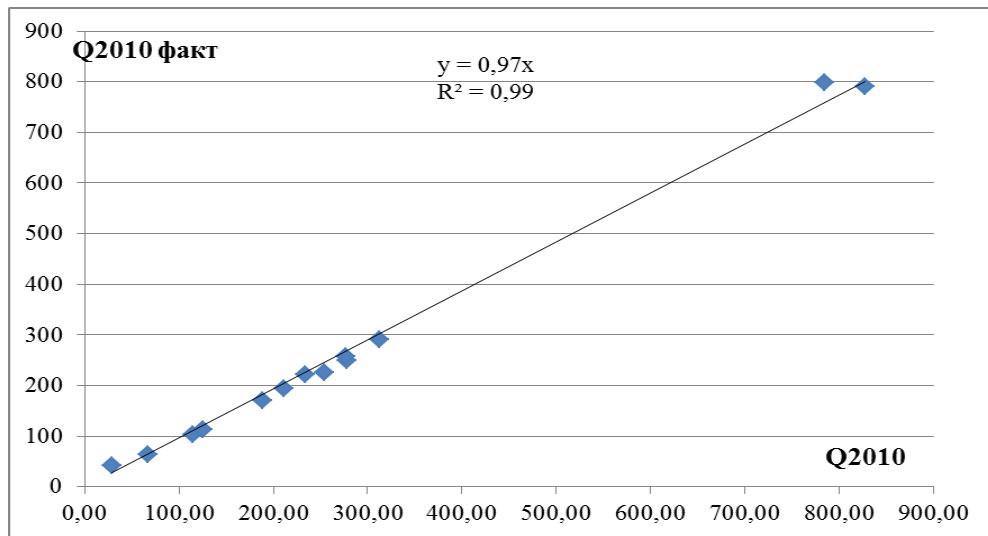


Рисунок 4.16 - Графік зв'язку середньобагаторічних максимальних витрат води (Q_{2010}) з виправленими середньобагаторічними величинами максимальних витрат води за період до 2010 р. ($Q_{2010\text{випр}}$)

Результати перевірних прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля за період 2001-2016 рр. у двох варіантах розрахунків наступні.

У першому варіанті спрогнозовані за методикою и формулою (4.12) величини максимальних витрат води весняного водопілля завищені відносно їх спостережених величин на 30% (рис. 4.17) при забезпеченості допустимої похибки перевірних прогнозів $P=91\%$.

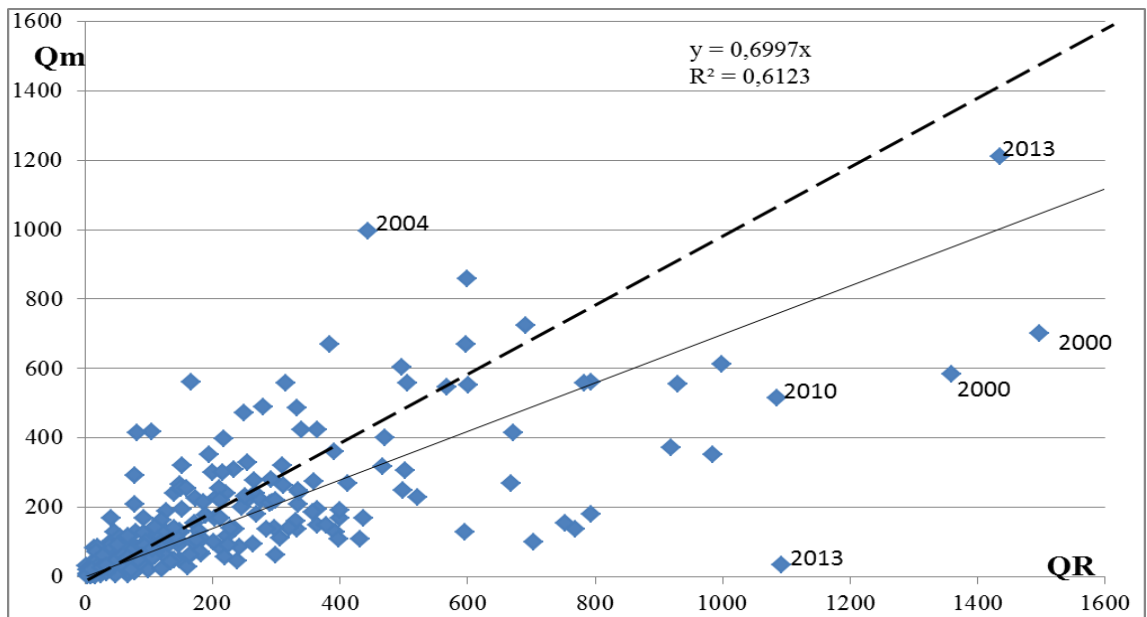


Рис.4.17 – Зв'язок спрогнозованих за методикою та формулою (4.12) максимальних витрат води весняного водопілля та їх спостереженими величинами в басейні Десни та лівих приток Середнього Дніпра (2001-2016)

У другому варіанті спрогнозовані за методикою и формулою (4.13) величини максимальних витрат води весняного водопілля завищені відносно їх спостережених величин на 18% (рис. 4.18) при забезпеченості допустимої похибки перевірних прогнозів $P= 91\%$.

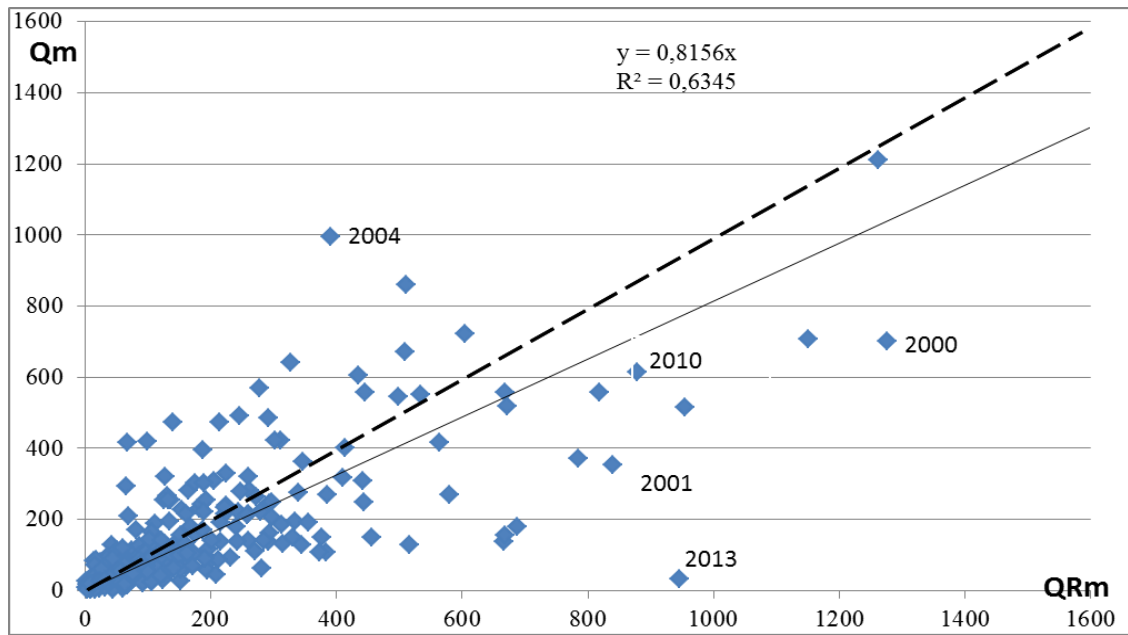


Рис.4.18 – Зв'язок спрогнозованих за методикою та формулою (4.13) максимальних витрат води весняного водопілля та їх спостереженими величинами в басейні Десни та лівих приток Середнього Дніпра (2001-2016)

В роботі здійснений аналіз окремих точок, що значно відхиляються від лінії зв'язку спрогнозованих і спостережених величин максимальних витрат води весняного водопілля. Так, у 2000, 2001, 2010 та 2013 роках прогнозне значення максимальної витрати води весняного водопілля (QR_m) було значно завищено на деяких постах. Це пов'язано із значним промерзанням ґрунту та великим показником запасу води в сніговому покриві на водозборі.

Але, наприклад, у 2004 році спостережена максимальна витрата води (Q_m , m^3/c) перевищила прогнозне значення максимальної витрати води (QR_m , m^3/c) на деяких постах, у зв'язку з малим промерзанням ґрунтів і утворенням значних втрат води на інфільтрацію. Саме це визвало відхилення данної точки на лінії зв'язку спрогнозованих і спостережених величин максимальних витрат води весняного водопілля.

Проводячи аналіз перевірних розрахунків максимальних витрат води весняного водопілля в басейні Десни та лівих приток Середнього Дніпра (за період 2001-2016 рр.) можна сформулювати висновок про те, що:

- при прогнозах максимальних витрат води водопіль слід враховувати тенденції водності весняного стоку при розрахунках їх середньобагаторічних величин;
- похибки перевірних прогнозів пов'язані з використанням в прогнозній схемі метеорологічних величин близькими до норми, що не завжди відображає реальні умови формування весняного стоку на водозборах;
- здійснений аналіз окремих років, що значно відхиляються від лінії зв'язку спрогнозованих і спостережених величин максимальних витрат води весняного водопілля вказує на аномальність процесів формування стоку весняного водопілля в річковому басейні в такі роки;
- в цілому якість прогнозу методикою максимальних витрат води весняного водопілля задовільна при забезпеченості допустимої похибки перевірних прогнозів $P=91\%$.

ВИСНОВКИ

В роботі на основі виявлення закономірностей комплексу гідрометеорологічних чинників формування весняного водопілля річок для довгострокового прогнозування максимального стоку весняного водопілля використаний прогностичний метод, що оснований на моделі дискримінантного аналізу при передчасному встановленні типу водності майбутньої весни. Метод дозволяє встановлювати прогностичну забезпеченість максимальних витрат води водопіль, що часто призводять до негативних катастрофічних наслідків при затопленні територій і руйнуванні господарських об'єктів. Прогнозна схема реалізується за допомогою сучасного комп'ютерного комплексу «Seim» для території річки Десна, Сейм та інших лівих приток Дніпра.

Ступінь новизни роботи. Застосований алгоритм по вирішенню задачі та використані інформаційні технології обробки даних моніторингу стану довкілля при прогнозуванні водності річок в період проходження весняного стоку на них. Виконано оцінку метода довгострокового прогнозу максимальних витрат води в басейні р. Десна для періоду 2001-2016 рр. і внесені поправкові коефіцієнти до середньобаторічних величин максимальних витрат води весняного водопілля (станом до 2010 року).

Ступінь розкриття теми. Побудовані картосхеми прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів в басейні рр. Десна, Сейм та інших лівих приток Середнього Дніпра дають можливість оцінити розміри майбутнього водопілля, одразу на великій території, а картосхеми забезпеченості – повторюваність величини максимальних витрат води водопілля у багаторічному розрізі.

В роботі використано велику кількість оперативної гідрометеорологічної інформації, а також створено авторську базу вихідних даних (в комп'ютерному комплексі «Seim»), що характеризують сучасний стан водного режиму в басейнах річок розглядуваної території.

Інформаційна цінність результатів дослідження полягає в завчасному попередженні відповідних органів влади, фахівців з екології, владних структур та населення щодо виникнення катастрофічних повеней і можливих наслідків від них.

Основні результати роботи. Здійснений аналіз перевірних прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля в басейні Десни та лівих приток Середнього Дніпра (за період 2001-2016 рр.). При цьому сформульовані наступні висновки:

- при прогнозах максимальних витрат води водопіль слід враховувати тенденції до зменшення водності весняного стоку при розрахунках їх середньобагаторічних величин;
- похибки перевірних прогнозів пов'язані з використанням в прогнозній схемі метеорологічних величин близькими до норми, що не завжди відображає реальні умови формування весняного стоку на водозборах;
- здійснений аналіз окремих років, що значно відхиляються від лінії зв'язку спрогнозованих і спостережених величин максимальних витрат води весняного водопілля вказує на аномальність процесів формування стоку весняного водопілля в річковому басейні в такі роки;
- в цілому якість прогнозної методики максимальних витрат води весняного водопілля задовільна при забезпеченості допустимої похибки перевірних прогнозів $P=91\%$.

Перспективою подальших досліджень є географічна прив'язка до реальної місцевості можливих зон затоплення при формуванні катастрофічних весняних підйомів рівнів води за допомогою використання ГІС технологій.

Автори роботи виражають вдячність розробнику програмного комплексу «Seim» доценту кафедри інженерних конструкцій та водних досліджень ОНМУ к.геогр.н., доц. Андреєвській Г.М.

Перелік посилань

1. Ресурсы поверхностных вод СССР Т.6 Украина и Молдавия. Вып.2. Среднее и нижнее Поднепровье / Под ред. Каганера М.С. / Л.:Гидрометеоиздат. – 1971. – С. 656.
2. Вишневський В. І. Гідрологічні характеристики річок України / В. І. Вишневський, О. О. Косовець. – Київ: Ніка-Центр, 203. – 324 с
3. Гребінь В. В. Сучасний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В. В. Гребінь. – К: Ніка-Центр, 2010. – 316 с.
4. Інститут географії Національної академії наук України. Атлас України / Інститут географії Національної академії наук України. – 1999 – 2000.
5. Клімат України / В. М. Ліпінський, В. А. Дячук, В. М. Бабіченко. – Київ: Вид-но Раєвського, 2003. – 343 с.
6. Клімат України: у минулому...і майбутньому ? / [М. І. Кульбіда, М. Б. Барабаш, Л. О. Єлістратова та ін.]/за ред. М.І. Кульбіди, М.Б. Барабаш: Монографія. – К.: Сталь, 2009. – 234 с.
7. Степаненко С. М. Динаміка та моделювання клімату: підручник для студентів вищих навчальних закладів / С. М. Степаненко. – Одеса: Екологія, 2013. – 204 с.
8. Агрокліматичний довідник по території України за редакцією Т.І.Адаменко, М.І.Кульбіди, А.Л.Прокопенка, - Кам'янець-Подільський: ПП Галагодза Р.С., 2011.-108 с.
9. Кліматичний кадастр України. – Київ, 2006 р.
10. Eugene Gopchenko. Bundled software for long-term territorial forecasts of spring floods / E. Gopchenko, J. Shakirzanova. Transboundary Floods: Reducing Risks Through Flood Management. Springer. Printed in the Netherlands. – 2006. – P.111-119.
11. Гопченко С.Д., Шакірманова 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.
12. Гопченко Є.Д., Шакірманова Ж.Р., Андрієвська Г.М. Довгострокове просторове прогнозування максимального весняного стоку на основі автоматизованого комп'ютерного комплексу // Наук. праці УкрНДГМІ. – Вип.255. – К: Ніка-Центр, 2006. – С. 228-240.
 13. Шакірманова Ж.Р., Андрієвська Г.М., Бойко В.М. Довгострокове прогнозування максимальних витрат води весняних водопіль річок лівобережжя Дніпра (з використанням програмного комплексу) // Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. – Вип. 263. – К.: «Фенікс», 2012. – С.89-95.
 14. Шакірманова Ж.Р. Довгострокове прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок та естуаріїв території України: монографія/ Ж. Р. Шакірманова. – Одеса: ФОП Бондаренко М.О., 2015. – 252 с.
 15. Гопченко Е. Д. Гидрология с основами мелиорации / Е. Д. Гопченко, А. В. Гушля. – Л.: Гидрометеиздат., 1989. – 302 с.
 16. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.
 17. Аполлов Б. А. Курс гидрологических прогнозов / Б. А. Аполлов, Г. П. Калинин, В. Д. Комаров. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 419 с.
 18. Бефани Н. Ф. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам / Н. Ф. Бефани, Г. П. Калинин. – Л.: Гидрометеиздат., 1983. – 390 с.
 19. Руководство по гидрологическим прогнозам. – Вып. 1. Долгосрочные прогнозы элементов водного режима рек и водохранилищ. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 358 с.

- 20.Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.
- 21.Клапоущак О. І., Олійник А. П. Математичне моделювання процесу розвитку паводків / О. І. Клапоущак, А. П. Олійник // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - 2014. - Вип. № 6. - С.52-55
- 22.Іщук О.О., Коржнев М.М., Кошляков О.Є. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС / за ред. акад. Д.М.Гродзинського. – Київ: Вид. КНУ, 2001. – 252 с.
- 23.Світличний О.О. Геоінформаційні системи в екології. Конспект лекцій. - Одеса: ТЕС, 2004. - 76 с.
- 24.Наставление по службе прогнозов. – Вып.3, ч.1,Л.: Гидрометеиздат. – 1962. – 194 с.
- 25.Настанова з оперативної гідрології. Прогнози режиму вод суші. Гідрологічне забезпечення і обслуговування / Керівний документ. – Київ.: Український гідрометеорологічний центр, 2012. – 120 с.
- 26.Оцінювання якості методики та точності (справджуваності) прогнозів режиму поверхневих вод суші / Керівний документ. – Київ: Український гідрометеорологічний центр, 2015. – 70 с.
- 27.Програмний комплекс „Seim” для територіального довгострокового прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля / Андреевська Г.М., Гопченко Є.Д., Окуневич В.Ф., Шакірманова Ж.Р.; Одес.держ.еколог.ун-т. Одеса, 2005 – 37 с.:Библиогр:2 назв.-Укр. Деп. в ДНТБ України 18.04.05, №21 – Ук2005.
- 28.Електронна бібліотека ОДЕКУ www.library-odeku.16mb.com

ДОДАТКИ

Додаток А

Додаток А1 Список пунктів гідрологічних спостережень за весняним водопіллям в басейні р. Десна

Номер поста	Річка-пункт	Площа водозборів, F, км ²	Період спостережень	Кількість років
1	Десна-с.Олександрівка	1710	1936-39,1944-77, 1982-88	45
2	Десна-с.Голубея	4770	1881-1910,1912-18,1924, 1934-40, 1945-80	81
3	Десна-м.Брянськ	13700	1895-1918,1920-40, 1944-1986	88
4	Десна-с.Розльоти	36300	1936-40, 1954-2010	62
5	Десна-м.Чернігів	81400	1884-2010	127
6	Десна-с.Літки	88500	1973-2010	38
7	Ветьма-с.Круча	1370	1947-86	40
8	Болва-м.Кіров	2010	1956-75	20
9	Болва-с.Псур	3210	1934-40,1945-86	48
10	Снежесь-м.Карачев	282	1948-86	39
11	Навля-сmt Навля	1560	1949-86	38
12	Неруса-с.Радогощ	1020	1961-86	26
13	Сєв-с.Новоямське	1150	1953-86	34
14	Соля-с.Мальцево	39.4	1946-79	34
15	Судость-сmt Погар	5180	1945-86	42
16	Коста-с.Глазово	150	1950-86	37
17	Рожок-с.Красне	60.0	1956-86	31
18	Івотка-с.Івот	1260	1959-2010	52

19	Головесня- с.Покошичі	29.5	1930,1932-41,1944- 2010	78
20	Убідь-с.Кудрівка	970	1957-2010	54
21	Сейм-с.Гущине	375	1962-85	24
22	Сейм-с.Зуєвка	2320	1933-40,1944-86	51
23	Сейм-с.Леб'яже	4870	1937-40,1950-86	41
24	Сейм-с.Ришкове	7460	1928-40,1943-86	57
25	Сейм-м.Рильськ	18100	1935-40,1942, 1944- 86	50
26	Сейм-с.Мутин	25600	1926-2010	85
27	Полная-с.Губанівка	333	1962-85	24
28	Рать-с.Беседіно	630	1948-86	39
29	Тускар-с.Свобода	1690	1959-86	28
30	Тускар-м.Курськ	2380	1926-31,1933-40,42- 86	60
31	Снова-с.Щурово	781	1948-86	39
32	лог Мересьє- х.Олексіївський	9.5	1959-86	28
33	лог Райчик- с.Польова Лукашівка	6.2	1959-86	28
33	Реут-с.Любицька	960	1933-40,1946-86	42
34	Прут-с.Ширково	530	1936-39,1945-86	44
35	Свапа-с.Локтіоново	419	1951-82	32
36	Свапа-с.Михайлівка	2800	1960-86	27
37	Свапа-с.Старий Город	3690	1928-29,1931-41, 1943-86	57
38	Усожа-м.Фатеж	364	1948-86	39

39	Чернь-с.Плоске	96.3	1960-86	27
40	Клевень-с.Шарпівка	2440	1931-40,1956-2010	65
41	Есмань-с.Ротівка	628	1936-41,1944-88	51
42	Снов-с.Щорс (Носівка)	7140	1956-2010	55
43	Ревна-с. Залізничий міст	380	1957-75	19
44	Остер-с.Кривицьке	2750	1961-75,1977-83	22

Додаток А2 Список метеорологічних станцій і постів

Номери станцій (постів)	Станція (пост)	Басейн річки	Висота станції (поста), H, м БС	Широта станції (поста)	
				φ° , півн.ш.	φ в частках град. півн.ш
56	Єльня	Десна	231	54°34'	54.57
57	Спас-Деменський	Десна	237	53°24'	53.40
58	Рославль	”-”	214	53°58'	53.97
59	Псур г/п	”-”	180	53°41'	53.68
60	Жиздра	”-”	193	53°45'	53.75
61	Жуківка	”-”	175	53°32'	53.53
62	Брянськ	”-”	214	53°20'	53.33
63	Карачев	”-”	220	53°08'	53.13
64	Почеп	”-”	171	52°56'	52.93
65	Унеча	”-”	185	52°50'	52.83
66	Навля	”-”	204	52°50'	52.83
67	Трубчевськ	”-”	178	52°35'	52.58
68	Радогощ	”-”	200	52°31'	52.52
69	Желєзногорськ	Сейм	230	52°20'	52.33
70	Понирі	”-”	247	52°19'	52.32
71	Ярище	”-”	150	52°14'	52.23
72	Семенівка	Десна	160	52°11'	52.18
73	Ново-Ямське г/п	Десна	157	52°12'	52.20
74	Фатеж	”-”	208	52°05'	52.08
75	Новгород- Сіверський г/п	”-”	139	52°01'	52.02
76	Хут.Дружби	”-”	190	52°03'	52.05

77	Щігри	Сейм	233	51°52'	51.87
78	Щорс	Снов	127	51°48'	51.80
79	Покошичі	”-”	193	51°46'	51.77
80	Глухів	Сейм	164	51°39'	51.65
81	Льгов	”-”	177	51°39'	51.65
82	Курськ	”-”	246	51°45'	51.75
83	Тім	”-”	263	51°37'	51.62
85	Беседіно	Сейм	159	51°43'	51.72
86	Рильськ	”-”	204	51°34'	51.57
88	Чернігів г/п	Десна	113	51°29'	51.48
89	Мокошино г/п	”-”	120	51°27'	51.45
90	Мутин г/п	Сейм	141	51°24'	51.40
91	Шарпівка г/п	”-”	142	51°25'	51.42
92	Ржава	”-”	241	51°14'	51.23
93	Богородицьке Феніно	”-”	223	51°10'	51.17
94	Замостя	”-”	140	51°11'	51.18
97	Білопілля	Сейм	167	51°09'	51.15
103	Остер	Десна	111	50°57'	50.95