МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра гідрології суші

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: **Прогнозування максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Десна та розробка карт небезпек повеней з метою просторового моніторингу стану водних об'єктів**

Виконав магістр 2-го року навчання __
групи МГ- 2_____
спеціальності 103 «Науки про Землю»
освітньо-наукової програми «Гідрологія»
Семеняга Павло Сергійович_____

Керівник __д-р геогр. наук, професор
Шакірзанова Жаннетта Рашидівна_____

Консультант _____

Рецензент __д-р геогр. наук, професор
Лобода Наталія Степанівна_____

Одеса 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет _____Гідрометеорологічний інститут_____
Кафедра _____гідрології суші_____
Рівень вищої освіти __магістр_____
Спеціальність _____103 «Науки про Землю» _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри гідрології суші
Д-р геогр. наук, проф. Шакірзанова Ж.Р.____
“ 11 ” __березня___ 2019 року

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

_____Семенязі Павлу Сергійовичу _____
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи___ Прогнозування максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Десна та розробка карт небезпек повеней з метою просторового моніторингу стану водних об’єктів _____

керівник роботи Шакірзанова Жаннетта Рашидівна, д-р геогр.наук, професор,
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджено наказом вищого навчального закладу від “05”_жовтня_2018 року №271-С

2. Строк подання студентом роботи____10 травня 2019 р._____

3. Вихідні дані до роботи__щорічні дані запасів води в сніговому покриві, опадів, глибини промерзання ґрунтів, температури повітря, гідрографічні та морфометричні характеристики території, каталог і карта потенційних зон затоплень від паводкових вод.____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)__1. Фізико-географічна характеристика суббасейну річки Десна (географічне положення, гідрографічне районування, геоморфологічна характеристика, рельєф, грунти, рослинність, кліматичні умови, водний режим річок басейну, гідрометеорологічна вивченість території, оцінка гідрологічних ризиків при проходженні повеней)_____

2._Методика територіальних довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р.Десна (основні положення прогностичної методики, визначення забезпеченості прогнозних величин, одержання максимальних витрат води для річок за різного ступені їх гідрологічної вивченості).

3. Довгострокове прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля в басейні Десни при використанні програмного комплексу. _

4. Розробка карт небезпек повеней в басейні Дніпра з метою просторового моніторингу стану водних об’єктів (в рамках ВПД ЄС)_____

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

_Фізико-географічна карта басейну р. Десна, карта грунтів 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 небезпек повеней - розподілу модульних

коефіцієнтів максимальних витрат води весняного водопілля 2018-2019 р. та їх забезпеченості.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання_____11 березня 2019 р._____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Вступ	11.03-17.03.2019	75	добре
2	Фізико-географічна характеристика басейну річки Десна	18.03-24.03.2019	80	добре
3	Гідрографічне районування в рамках ВРД ЄС	25.03-31.03.2019	80	добре
4	Оцінка гідрологічних ризиків при проходженні повеней	01.04-07.04.2019	80	добре
5	Методика територіальних довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р.Десна	08.04-14.04.2019	75	добре
6	Довгострокове прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля в басейні Десни при використанні програмного комплексу	15.04-21.04.2019	70	задов.
	Рубіжна атестація	**15.04-21.04.2019**		
7	Розробка карт небезпек повеней в басейні Дніпра з метою просторового моніторингу стану водних об’єктів (в рамках ВПД ЄС)	22.04-25.04.2019	70	задов.
8	Картографічне представлення прогностичних величин максимальних витрат води весняного водопілля річок та їх забезпеченостей	26.04-02.05.2019	75	добре
9	Моніторинг стану водних об’єктів в період весняного водопілля 2018-2019 р.	03.05-06.05.2019	70	задов.
11	Оформлення роботи	07.05-10.05.2019		
	Перевірка на плагіат, підписання авторського договору	10.05-13.05.19		
	Підготовка доповіді, презентації	13.05-24.05.19		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		75	добре

Студент_____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи_____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Магістерська кваліфікаційна робота студента гр. МГ-2 Семеняги П.С.
На тему: «Прогнозування максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Десна та розробка карт небезпек повеней з метою просторового моніторингу стану водних об'єктів»

Актуальність теми. З метою гідрологічного моніторингу та підвищення ефективності заходів протипаводкового захисту населення, промислових об'єктів та сільськогосподарських угідь від шкідливих наслідків при затопленні їх повеневими водами необхідним є обґрунтування методів територіального прогнозування максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля – найбільш багатоводної фази більшості річок України та розробка карт небезпек повеней відповідно Водної Паводкової Директиви ЄС.

Мета і задачі дослідження. Прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Десна при використанні автоматизованого програмного комплексу з метою просторового моніторингу стану водних об'єктів та розробка карт прогностичної інформації по розмірах водопіль та їх забезпеченості у багаторічному періоді з метою попередження небезпек від повеней.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом дослідження є весняний стік в басейні р. Десна. Премет дослідження – прогнозування максимального стоку весняного водопілля.

Методи дослідження. В роботі для щорічного просторового моніторингу стану водних об'єктів при проходженні максимального стоку весняного водопілля в басейні річки Десна використаний автоматизований програмний комплекс, на основі територіального методу довгострокового прогнозу, картографічне представлення прогностичної інформації здійснюється при використанні сучасних комп'ютерних технологій: ГІС-пакет MapInfo, Serfer.

Результати, їх новизна, теоретичне та практичне значення полягають у розробці карт небезпек при прогнозі весняного водопілля 2018-2019 р. за допомогою програмного комплексу «СЕЙМ», що дає змогу визначити можливий розмір повеневого стоку.

Рекомендації щодо використання результатів роботи з зазначенням галузі застосування. Отримані результати можна застосувати для подальшого попередження населення про можливу повінь, яка може завдати певної шкоди.

Структура і обсяг роботи:
кількість сторінок – 67;
кількість рисунків – 16;
кількість таблиць – 12;
кількість літературних джерел – 37.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИПУСКУ ПРОГНОЗУ, ВЕСНЯНЕ ВОДОПІЛЯ, МАКСИМАЛЬНІ ВИТРАТИ ВОДИ, КАРТОГРАФІЧНА ФОРМА.

SUMMARY

Master's qualification work of student gr. MG-2 Semeniahi P.S.
On the theme: "Forecasting of the maximum runoff during spring flood in the Desna river basin and development of flood hazard maps for the purpose of spatial monitoring of the status of water bodies"

Actuality of theme. In order to hydrologically monitor and increase the effectiveness of flood protection measures for population, industrial objects and agricultural land from the harmful effects of flooding with their flood waters, it is necessary to substantiate the methods of territorial forecasting of the maximum costs (levels) of spring water drainage - the most rich-water phase of most Ukrainian rivers and development flood hazard maps in accordance with the EU Flood Directive.

Purpose and tasks of the research. There is automation of the process of annual hydrological monitoring of the sizes of the maximum runoff of spring spills on the basis of its long-term forecasting and cartographic representation of information (with the use of computer tools).

Object and subject of research. The object of the study is the Desna River Basin. Premet research - forecasting the maximum runoff of spring water.

Research methods. In the work for the annual spatial monitoring of the status of water objects in the course of the maximum runoff of spring water in the basin of the Desna River an automated software system is used, based on the territorial method of long-term forecast, the cartographic representation of the forecast information is carried out with the use of modern computer technologies: GIS package MapInfo , Serfer.

The results, their novelty, consist in the development of hazard maps the forecast of spring water runoff in 2018-2019, with the help of the software system "SEIM", which allows to determine the possible flood.

Recommendations for using the results of work with the indication of the scope of application. The results can be used to further alert the public about possible flooding that may cause some damage.

Structure and scope of work:
number of pages - 65;
number of figures - 12;
number of tables - 9;
number of reference - 37.

KEYWORDS: AUTOMATIC PRODUCTION OF FORECAST, SPRING FLOODS, MAXIMUM WATER DISCHARGE, CARTOGRAPHIC FORM.

Зміст

		Стор.
	Вступ……...	8
1	Фізико-географічна характеристика басейну р. Десна…….	10
	1.1 Географічне положення і рельєф…….	10
	1.2 Гідрометеорологічна вивченість території басейну Десни……	12
	1.3 Гідрографічне районування……..	14
	1.4 Геоморфологічна характеристика……	16
	1.5 Ґрунти і рослинність……..	18
	1.6 Опис кліматичних умов…….	24
	1.7 Особливості водного режиму річок досліджуваної території….	31
2	Оцінка гідрологічних ризиків при проходженні повеней ……	34
	2.1 Основні вимоги ВПД ЄС про попередження ризиків повеней ..	34
	2.2 Оцінка гідрологічних ризиків на басейнах річок.....	36
3	Теоретичні основи довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля…….	40
	3.1 Загальні положення та методичні основи прогнозу …….	40
	3.2 Прогнози максимальних витрат й рівнів водопілля по його факторах або даних про очікуваний шар стоку……	43
4	Довгострокове прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля в басейні Десни при використанні програмного комплексу……	48
	4.1 Вихідні дані та визначення чинників водопілля ……..……	48
	4.2 Порядок прогнозування максимумів весняного водопілля …...	50
5	Розробка карт небезпек повеней в басейні Десни з метою просторового моніторингу стану водних об’єктів……	58
	5.1 Картографічне представлення прогностичних величин максимальних витрат води весняного водопілля річок та їх	58

забезпеченостей……
5.2 Побудова карто-схем прогнозної забезпеченості максимальних витрат води водопіль…… 59
5.3 Моніторинг стану водних об’єктів в період весняного водопілля 2018-2019 р. в програмному комплексі «Сейм»……. 59
Висновки……. 62
Література……... 63

ВСТУП

Прогнозування максимального стоку весняного водопілля річок доцільно проводити для просторового моніторингу та підготовки та планування заходів по захисту населення та промислових об'єктів при затопленні повеневими водами, розробка карт небезпек повеней в басейні р. Десна, як природного району України, де формування багатоводних весняних водопіль майже щорічне явище.

Актуальність теми: з метою гідрологічного моніторингу та підвищення ефективності заходів протипаводкового захисту населення, промислових об'єктів та сільськогосподарських угідь від шкідливих наслідків при затопленні їх повеневими водами необхідним є територіальне довгострокове прогнозування максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля – найбільш багатоводної фази більшості річок України та розробка карт небезпек повеней відповідно Водної Паводкової Директиви ЄС.

Мета дослідження. Прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Десна при використанні автоматизованого програмного комплексу з метою просторового моніторингу стану водних об'єктів та розробка карт прогностичної інформації по розмірах водопіль та їх забезпеченості у багаторічному періоді з метою попередження небезпек від повеней.

В завдання досліджень входить:

- Характеристика формування весняного водопілля в басейні р.Десна і можливі наслідки при катастрофічному його розвитку.
- Основні принципи роботи прогностичного комплексу «СЕЙМ»
- Прогностичний моніторинг стану водних об'єктів в період весняного водопілля в басейні р. Десна та прилеглих басейнів.

Методи дослідження: в роботі для довгостороковиго прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Десна використаний автоматизований програмний комплекс, використаний

територіальний метод довгострокового прогнозу, картографічне представлення прогностичної інформації, що здійснюється при використанні сучасних комп'ютерних технологій:ГІС-пакетMapInfo, Serfer.

Наукова новизна роботи полягає у розробці карт небезпек при прогнозуванні максимального стоку весняного водопілля 2018-2019 р. за допомогою програмного комплексу «СЕЙМ», що дає змогу визначити можливий розмір повеневого стоку річок.

Основні результати магістерської роботи були представлені на наукових семінарах кафедри гідрології суші (2017-2019 рр.), конференції молодих вчених ОДЕКУ 2018, 2019 рр.

Тема роботи відповідає науковій тематиці кафедри гідрології суші НДР МОН України «Науково-методична база для встановлення розрахункових характеристик весняного водопілля в басейні Дніпра в умовах мінливості клімату», № ДР0117U002424 (термін виконання: 01.2017 12.2019).

Тема магістерської роботи виконувалася на замовлення Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського за заявленою тематикою «Максимальний стік весняного водопілля в басейні р. Десна» (лист від 04.04.18р. № 17.08/708).

1. ФІЗИКО-ГЕОГРФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ

1.1 Географічне положення і рельєф

Досліджувана територія включає басейни лівобережних приток Середнього Дніпра - рр. Десна, Сейм, Сула, Псел, Ворскла (рис.1.1), які розташовані в північно-східній частині України в межах Чернігівської, Сумської, Полтавської областей, лівобережних частин Київської і Черкаської областей, і північно-західної частини Харківської області. Верхів'я річок Десни, Сейму, Псла і Ворскли знаходяться на території Брянської, Курської і Белгородської областей Російської Федерації.

За своїм географічним положенням розглядувана територія розташована в південно-західній частині Східноєвропейської рівнини. Відповідно до фізико-географічного районування, територія майже повністю знаходиться у двох географічних зонах: зоні мішаних лісів (в якій іноді розрізняють області мішаних і листяних лісів або мішаних і широколистяних лісів і лісостеповій зоні. До першої зони надмірного і достатнього зволоження (областей Чернігівського, Новгород-Сіверського і Брянсько-Жиздринського Полісся провінції Українського Полісся) відноситься басейн Десни (за виключенням р. Сейм). Басейни р. Сейм та інших досліджуваних річок знаходяться в лісостеповій зоні недостатнього зволоження. При цьому західна і центральна частини території в межах лісостепової зони відноситься до Лівобережно-Дніпровської провінції, а східна частина – до Середньоросійської провінції. І лише дуже незначна частина досліджуваної території (низов’я р. Ворскли) відноситься до степової посушливої зони.

Характеристика природних умов здійснена за літературними джерелами [1-4].

Досліджувана територія розташована на Східноєвропейській докембрійській платформі, фундамент якої складений породами докембрію, що занурені на різну глибину. У рельєфі платформі відповідає Східноєвропейська

рівнина. У будові Східноєвропейської платформи беруть участь породи докембрійського, палеозойського, мезозойського та кайнозойського віку, що утворюють три структурних поверхи: докембрійський, палеозойський, мезо-кайнозойський. Відповідними формами рельєфу цієї тектонічної структури є височини і низовини [1-4].

Рисунок 1.1 – Карта географічного положення досліджуваної території басейну р. Десна [Електронний атлас України https://ru.wikipedia.org/wiki)]

У сучасному рельєфі - це західні і південно-західні схили Середньоросійської та Смоленської височин. В багатьох місцях Сумщини і Харківщини відслонюються крейдові мергелі, вапняки, крейда та палеогенові глауконітові піски, пісковики та глини. Поверхня кристалічного фундаменту даної території має загальний нахил в південному та західному напрямку. Тектонічна будова Воронезького кристалічного масиву (південно-захілні

схили) не відзначаються складністю. З'єднання його із Дніпровським гребеном йде по глибинному розлому. Цей розлом простягається з північного заходу на південний схід. Між Українським щитом і Воронезьким масивом простягається довга, вузька й глибока Дніпровсько-Донецька западина. Дана геологічна структура представляє собою ступінчасте зниження докембрійського фундаменту типу ровоподібного прогину. Головним елементом западини є центральний грабен, заповнений товщею осадово-вулканогенних відкладень девонського і осадових відкладень кам'яновугільного та пермського періодів (доломіти, сланці, пісковики, глини, вапняки), розчленованих на блоки. На периферійних ділянках (бортах) западини фундамент поступово занурюється. Він перекритий осадовими відкладеннями кам'яновугільного, мезозойського та кайнозойського періодів. Потужність відкладень в межах бортів спеціалісти оцінюють в 500 – 3500 м, у грабені – до 18000 м. У геоморфологічному відношенні Дніпровсько-Донецькій западині відповідають Придніпровська низовина та частина Поліської низовини [1,3,4].

1.2 Гідрометеорологічна вивченість території басейну Десни

Для практичної реалізації територіального довгострокового прогнозування характеристик стоку весняного водопілля були прийняті відомості про гідрологічні, метеорологічні та агрометеорологічні дані багаторічних спостережень Державної мережі гідрометслужби в межах басейнів річок Десни та інших лівих приток Середнього Дніпра.

При використанні методу довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля була залучена й гідрометеорологічна інформація по частинах басейнів Десни, Сейму, Псла і Ворскли, що знаходяться на території Російської Федерації.

В межах досліджуваної території знаходиться 48 гідрологічних постів, які ведуть регулярні спостереження за стоком. Гідрологічні пости охоплюють

діапазони водозбірних площ від 29,5 км^2 (р.Головесня - с.Покошичі) до 88500 км^2 (р.Десна- с.Літки).

Слід зазначити, що карто-схема може бути побудована при використанні інструментарію MAPinfo, але тільки для української частини території.

Гідрологічну вивченість території в частині площ водозборів, що замикають пости і періодів спостережень за стоком водопілля характеризує кількість постів в залежності за періодом спостережень та розміром прощі в відсотковому розмірі (табл.1.1).

Таблиця 1.1 - Розподіл водозборів за періодами спостережень та розмірами водозбірних площ р. Десна (станом на 2015 р.)

Діапазон площ, км^2	Кількість гідрологічних постів із періодом спостережень								
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120	120-140	всього	%
менш 1000	1	13	4		1			19	42,22
1000-10000		8	10	2	1			21	46,67
10-20 тис			1		1			2	4,44
20-30 тис					1			1	2,22
30-40 тис				1				1	2,22
40-50 тис									0,00
50-60 тис									0,00
60-70 тис									0,00
70-80 тис									0,00
80-90 тис			1				1	1	2,22
Всього	1	21	15	3	4		1	45	
%	2,22	46,67	33,33	6,67	8,8	0,00	2,22		100

Як видно з табл.1.1, недостатньо вивченими є порівняно невеликі водозбори. Так, частка басейнів з площами водозборів менше 1000 км^2 складає 42.22%. Найбільша кількість гідрологічних постів (46,67%) від загального їх числа мають величини водозбірних площ в діапазоні від 1001 до 10000 км^2, а для 8,9 % – розміри водозборів коливаються в межах 10000-40000 км^2.

Річки з площами водозборів від 40-80 тис.км^2 не мають місце. Та лише у одному водомірному пості (2.22%) значення площі водозбору знаходиться в діапазоні 80-90 тис км^2.

Станом на 2015 р. на досліджуваній території 45 поста мають ряди спостережень більше 20 років (97,78 % загальної кількості). Ряди довжиною 20 та менше років мають 1 пост (2,2%). На 21 постах період спостережень складає від 21 до 40 років (46,7 %), на 15 постах період спостережень складає від 41 до 60 років (33,3 %), на 8 – понад 61 рік (17,8 %).

Снігомірні пункти розміщені по площі рівномірно. В зоні формування весняного стоку Десни і Сейму та ін.річок (в межах Російської Федерації) знаходиться 31 метеорологічна станція (пости).

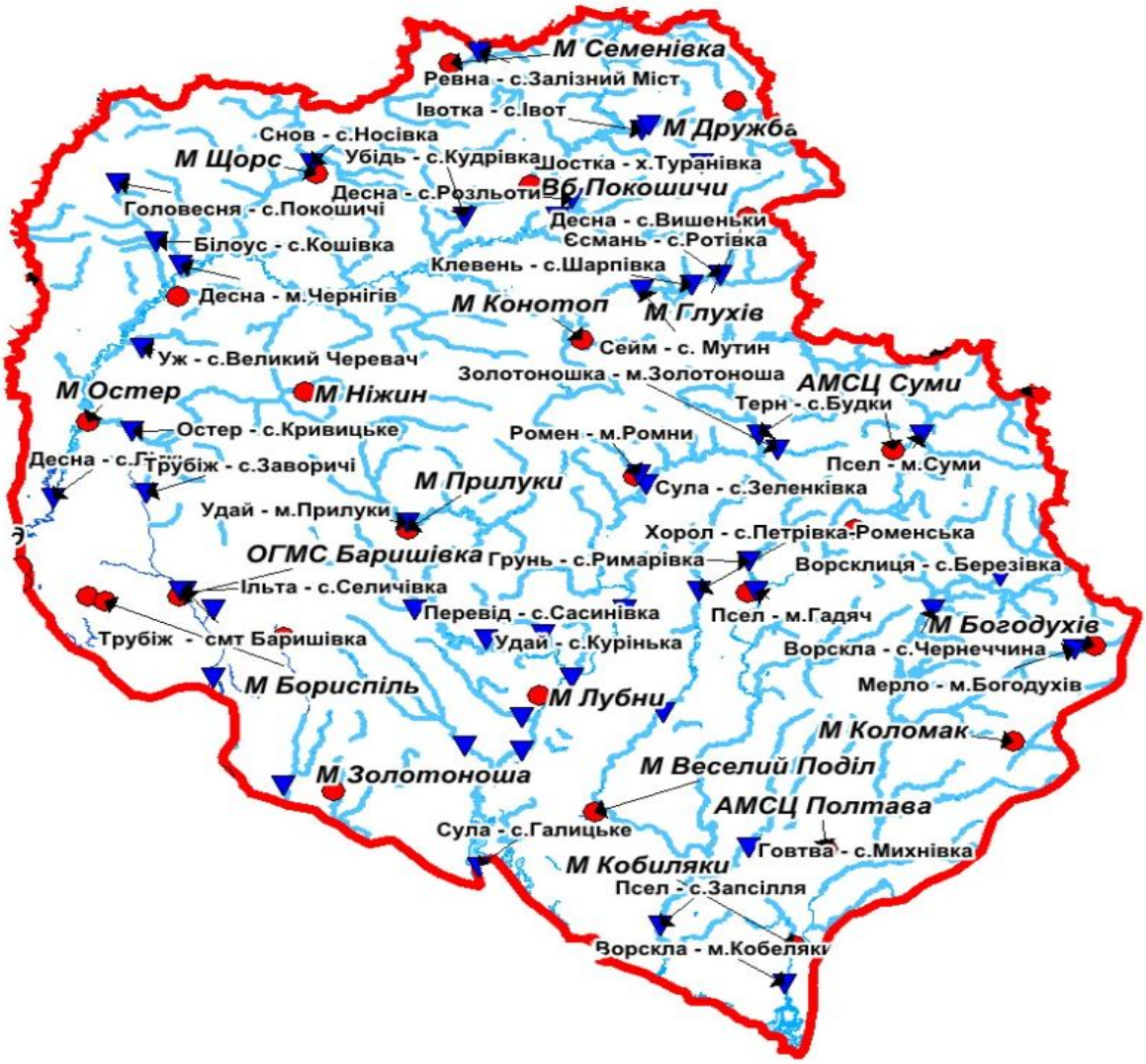
З метеорологічних величин, які у подальшому використовуються при розробці прогнозної схеми максимальних витрат води весняного водопілля враховуються: температура повітря, атмосферні опади, запаси води в сніговому покриві, опади.

На досліджуваній території діє 18 метеорологічних станцій, які ведуть спостереження за опадами і температурою повітря з періодом спостережень більш 50-ти років. У роботі були використані та проаналізовані дані 59 метеорологічних станцій та гідрологічних постів, які проводять снігомірні зйомки на стандартних снігомірних маршрутах.

Гідрометеорологічна мережа території басейну Десни і лівобережжя Середнього Дніпра (в межах України) показані на рис.1.2.

1.3 Гідрографічне районування

Розглянуте гідрографічне районування басейну Дніпра згідно умов Водно-Рамкової Директиви [5] за літературними джерелами [6-9].



▼– гідрологічні пости; ●–метеорологічні станції

Рисунок 1.2 - Гідрометеорологічна вивченість території басейну Десни і лівобережжя Середнього Дніпра (в межах України) (ГІС-технології, Map-info)

Район річкового басейну Дніпра (в межах України) виділений як п’ятий басейн (рис.1.3) на території України та згідно наказу [9] поділений на п’ять суббасейнів: Припяті, Десни, Верхнього, Середнього й Нижнього Дніпра. Виділення суббасейну річки Десна обумовлено розмірами водозбору та транскордонним положенням.

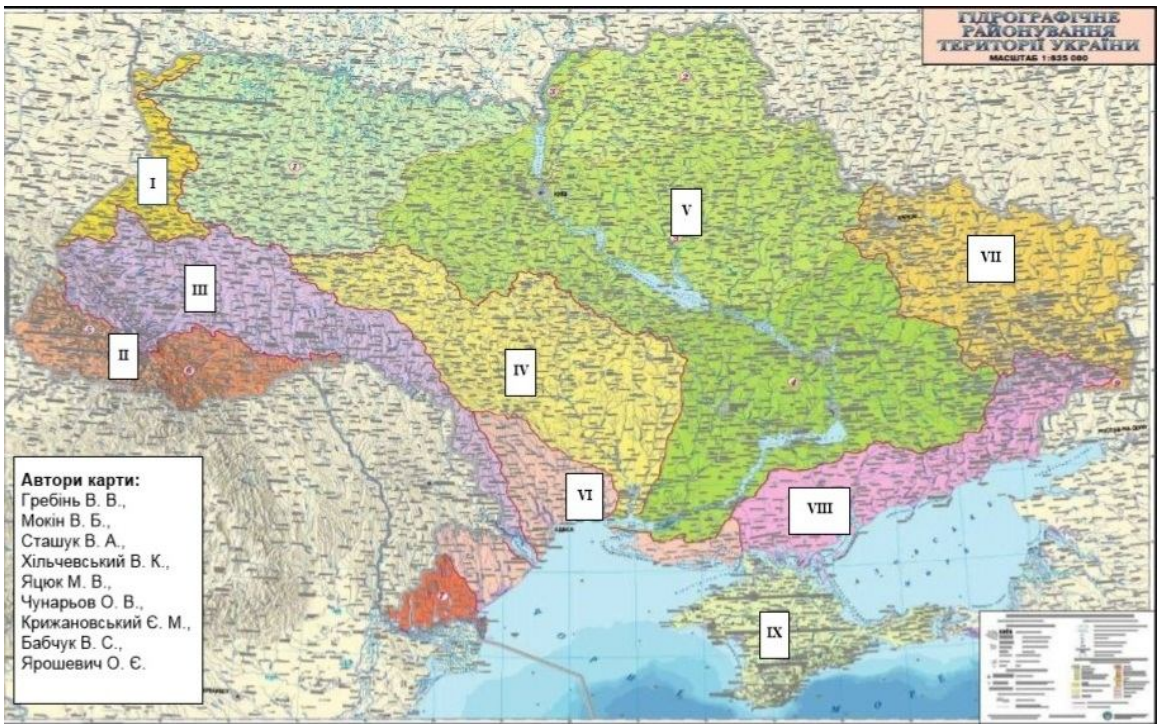


Рис. 1.3 - Гідрографічне районування території України (кольором виділено райони річкових басейнів I – Вісли, II – Дунаю, III Дністра, IV – Південого Бугу, V –Дніпра, VI – річок причорноморя, VII – Дону, VIII – річок Приазовя, IX – річок Криму [8]

1.4 Геоморфологічна характеристика

В межах розглядуваної території за геологічною будовою виділяються такі регіони: Дніпровсько-Донецька западина, яка займає більшу частину території, північно-східний схил Українського кристалічного щита і південно-західний схил Воронізького кристалічного масиву [1].

Український щит – глибове підняття південно-західної частини кристалічного фундаменту Східноєвропейської платформи, що тягнеться в межах України вздовж середньої течії Дніпра. Щит складений найдавнішими гірськими породами (гранітами, гнейсами, кварцитами, сланцями, габро і т. п.) архейського і протерозойського періодів. У центральній частині вони виходять на поверхню, або перекриті незначною товщею осадових палеозойських, мезозойських і кайнозойських осадових гірських порід (глини, пісковики,

піски, мергелі), а на бортах щита – занурюються під відкладення Дніпровсько-Донецької западини. Український щит розбитий густою мережею глибинних розломів на окремі, зміщені один відносно одного, блоки. З розломами пов'язана більшість річкових долин. Таким же розломом щит відокремлюється від Дніпровсько-Донецької западини.

Північно-східна частина досліджуваної території розташована на схилах Воронізького кристалічного масиву. Поверхня розглядуваної території формувалась протягом багатьох геологічних епох. На її розвиток впливали новітні тектонічні рухи, давні обледеніння та відкладення лесу, ерозійна робота річок та вітру, господарська діяльність та ін. Вся розглядувана територія, відповідно до геоморфологічного районування, відноситься до Східноєвропейської полігенної рівнини. Більша частина досліджуваної території знаходиться в межах Придніпровської геоморфологічної області пластово-акумулятивних низовинних рівнин, яка поділяється на 3 підобласті:

- Чернігівська моренно-зандрова рівнина, до якої відноситься Поліська низовина (Чернігівське і Брянсько-Жиздринське Полісся). На ній розташована середня частина басейну Десни (без р. Сейм);

- Придніпровська терасна рівнина (цій під області відповідає Придніпровська низовина). В її межах знаходиться нижня течія р. Сейм, лівобережна притока Десни – р. Остер, рр. Трубіж, Супій, а також низов’я рр. Сула і Ворскла;

- Полтавська терасна рівнина, на якій розташовані більші частини басейнів рр. Сула, Псел, Ворскла.

Верхів’я ж річок Десна, Сейм, Псел і Ворскла знаходяться в межах Середньоросійської області пластово-денудаційних підвищених рівнин (рис.1.4).

Рисунок 1.4 – Схема геоморфологічного районування [Електронний атлас України https://ru.wikipedia.org/wiki)]

Що стосується висот поверхні розглядуваної території, то в межах Поліської низовини вони не перевищують 200 м. Абсолютні висоти Придніпровської низовини, якій притаманні хвилястий характер рельєфу, розвинута яружно-балкова система, а також льодовикові форми рельєфу, змінюються від 90 до 170 м. Поверхня обох низовин нахилена в західному й південно-західному напрямках. Полтавська рівнина, яка має плоску й горбисту поверхню з долинами і балками, також полого нахилена до Дніпра. Її висоти змінюються від 170 до 202 м. І найбільші висоти поверхні території - на відрогах Середньоросійської (276 м) і Смоленської височин (273 м), де розташовані верхів'я річок Сейму і Десни [1].

1.5 Ґрунти і рослинність

Гідрологічне значення ґрунтового покриву зумовлене водопроникністю (інфільтраційною здатністю) і водозатримуючою здатністю ґрунтів, від яких залежать розміри поверхневого стоку, випаровування і живлення підземних вод, а також, певною мірою, характер рослинності. Ґрунти є свого роду

посередником між кліматичними і гідрологічними явищами. Оптимальна структура річкового стоку спостерігається при високій водопроникності та низькій водоутримуючій здатності ґрунтів. В залежності від поєднання місцевих умов ґрунтоутворення, особливостей клімату, рельєфу, літології порід, на яких будуються ґрунти, останні набувають типових рис, притаманних конкретним територіям [1,3].

Ґрунти досліджуваної території є характерними для фізико-географічних зон, в межах яких вона розташована. Поряд із добре вираженою широтною зональністю поширення ґрунтового покриву, його неоднорідність ускладнюється внаслідок різноманітності місцевих природних особливостей, різних умов ґрунтоутворення (форми рельєфу, літолого-гранулометричний склад ґрунтоутворюючих порід, рослинність тощо) та внаслідок сучасних змін ґрунтів під впливом антропогенних факторів.

Характерною особливістю Полісся є перевищення суми опадів за рік над випаровуванням. Це зумовлює промивний тип водного режиму, приводить до заболочування знижених ділянок, утворення болотних ґрунтів. У зоні Полісся поширена переважно лісова і болотна рослинність. Під покривом лісу трав’яниста рослинність розвивається слабо і суттєвого впливу на ґрунтоутворення не має. Вирубка лісів і розорювання значних площ, разом з осушенням заболочених ґрунтів, змінили умови і направленість ґрунтоутворення. Низхідні потоки ґрунтової вологи під лісом змінилися висхідними, особливо влітку. Це зумовило зниження рівня ґрунтових вод, збільшення надходження в грунт органічних речовин з коренями трав'янистих рослин, що привело до посилення дернового процесу ґрунтоутворення.

Ґрунти Полісся сформувалися на породах, що мають переважно легкий механічний склад і представлені водно-льодовиковими, льодовиковими і глинистими річковими, безкарбонатними піщаними та супіщаними відкладами. Зональними типами ґрунтів являються дерново-підзолисті і болотні. Домінують тут дерново-підзолисті ґрунти, з різною ступінню підзолистості: слабо- і середньопідзолисті. Перші з них розташовані на річкових терасах,

мають значну водопроникність. Другі розвинені на вододілах річок, більш зволожені та мають кращу водопропускну здатність. На території Чернігівського Полісся значно поширені також дерново-підзолисті ґрунти у комплексі з дерново-глеєвими та болотними.

В річкових долинах і знижених ділянках поверхні Полісся розвинені лучні та лучно-болотні ґрунти та торфовища. Серед підзолистих і болотних ґрунтів окремими ділянками зустрічаються родючі сірі лісові, перегнійно-карбонатні, лучно-черноземні, зрідка опідзолені чорноземи, а в низинних районах – і засолені ґрунти. На лесових легко- і середньо суглинистих відкладеннях утворилися в минулому під широколистими лісами світло-сірі, сірі і темно-сірі лісові ґрунти (лівобережжя Десни). По слабко дренованих вододільних і терасованих пониженнях лесових «островів» зустрічаються лучні і солончакові ґрунти в комплексі з болотними. Відмінною особливістю ґрунтового покриву Новгород-Сіверського Полісся є менше розповсюдження сірих лісних і повна відсутність темно-сірих лісових ґрунтів. Незначне поширення тут мають також торфовики. Великі торф’яні болота розташовані лише по заплавах річок. Невеликими масивами в південній лівобережній частині Українського Полісся зустрічаються опідзолені і вилужені чорноземи.

Умови ґрунтоутворення в зоні Лісостепу відрізняються від умов Полісся. Клімат тут характеризується меншою кількістю опадів і більш високою середньорічною температурою повітря. Територія Лісостепу – підведена рівнина з добре розвиненим давнім водно-ерозійним рельєфом. Головні ґрунтоутворюючі породи – леси і лесовидні суглинки, вони мають більш багатий мінеральний і хімічний склад, містять до 15% $CaCO_3$, пористі і тому здатні накопичувати вологу. Ґрунтовий покрив лісостепової зони представлений двома найпоширенішими типами: чорноземами (типовими, опідзоленими, вилуженими, реградованими), які сформувались під трав’янистою рослинністю, і сірими опідзоленими (ясно-сірими, сірими і темно-сірими), які утворились під лісовою рослинністю.

Чорноземи покривають основну площу терасової низинної рівнини

Лівобережжя. Виключенням являються відроги Середньоруської височини. Серед типових чорноземів переважають малогумусні надпотужні різновиди. В межах стародавніх терас Дніпра, на лівобережній рівнині широко розповсюджені процеси засолення. На загальному фоні типових малогумусних чорноземів по широких пониженнях виділяються лучно-чорноземні ґрунти. В північних районах вони засолені содою, в більш південних – содою і сульфатами. Чорноземи підзолисті і вилужені мають меншу потенційну родючість, але містять досить багато гумусу (3-5%) і елементів живлення. Чорноземи реградовані поширені на межі чорноземів опідзолених і типових. Ці ґрунти розглядаються як результат окультурення чорноземів опідзолених і вилужених і темно-сірих опідзолених ґрунтів у процесі змінення лісової рослинної формації на трав'яну, тривалого сільськогосподарського використання і т.п. При цьому змінюється гідрологічний режим ґрунтів, посилюються висхідні потоки вологи, які сприяють підтяганню карбонатів до поверхні. На терасах Сули, Псла і Ворскли сформувались чорноземно-лучні солонцюваті ґрунти.

Тип сірі підзолисті ґрунти включає три підтипи: ясно-сірі, сірі і темно-сірі. Ясно-сірі і сірі підзолисті ґрунти за своїми властивостями близькі до дерново-підзолистих. Темно-сірі ґрунти формуються в дібровах, де під пологом лісової рослинності є багата трав'яна рослинність і тому дерновий процес ґрунтоутворення значно впливає на формування ґрунту. Темно-сірі підзолисті ґрунти за своїми ознаками і властивостями наближаються до чорноземів опідзолених. Ознаки опідзолення відносно слабко помітні, а процеси акумуляції гумусу – інтенсивні. Механічний склад цих ґрунтів середньо- і важкосуглинистий, тому вони мають кращу структуру, ніж сірі опідзолені ґрунти, але слабку водостійкість.

Болотні ґрунти в Лісостепу розповсюджені мало. Вони зустрічаються в долинах малих річок і крупних балок. В річкових долинах наряду з болотними ґрунтами розповсюджені дернові, глеюваті або глеєві ґрунти. У притерасних частинах заплав, якщо вони не заболочені, а також у пониженнях центральної

частини розповсюджені лучні, глеюваті, частіше глеєві різновиди з високим вмістом гумусу (до 6-7%) і добре вираженою структурою. На окремих ділянках розповсюджені торф'яні, дерново-глеєві та лучні грунти. Широкі давні і сучасні долини річок зайняті низинними торф'яниками. Значний відсоток площі давньодолинних понижень займають солонці. Борові тераси долин рік Псла і Сули, а також борова тераса Дніпра покриті дерново-слабопідзолистими піщаними ґрунтами, яким властива висока водопроникність, низька вологоємкість подібно до дерново-підзолистих ґрунтів поліської частини території. Басейни з супіщаними і піщаними ґрунтами відрізняються від басейнів з суглинистими ґрунтами також і за формою гідрографів стоку. Гідрографи стоку річок, в басейнах яких переважають піщані ґрунти, більш згладжені, максимальні витрати відповідно нижчі, порівняно з басейнами, ґрунтовий покрив яких представлений глинистими чи суглинистими формами (рис. 1.5).

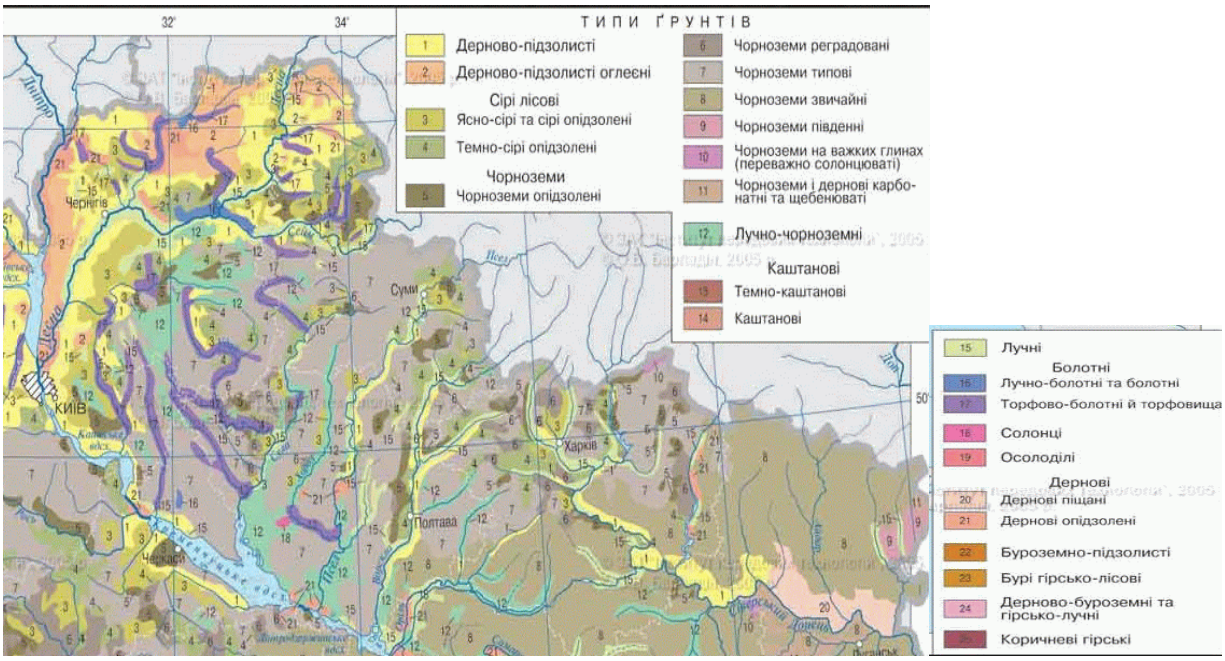


Рисунок 1.5 – Ґрунтовий покрив території [Електронний атлас України https://ru.wikipedia.org/wiki)]

Рослинний покрив на досліджуваній території характеризує певним чином важливу роль. Багато факторів таких як, наприклад, ерозія грунту,

підпорядковується саме за станом рослинного покриву. Найбільшу гідрологічну роль відігають ландшафти лісів та боліт. На заході басейну Десни розташовані загалом ліси дубового, соснового та липово-дубного типу. Низинні болота займають більшість площі. На східній частині басейну переважають дубові ліса степовими і справжніми луками [1,3,4].

Вільшаники займають понижені вологі і сирі ділянки з дерново-підзолисто-глеєвими ґрунтами. Підлісок представлений вербою попелястою, жостірником вільховидним, чорною смородиною, хмелем.

Басейни Сули, Псла, Ворскли і, частково, Сейму розташовані в лісостеповій зоні. Рослинний покрив українського лісостепу давно вже не представляє природного. В минулому обширні плоско рівнинні простори даної зони були покриті різнотравно-луговими степами, під якими сформувались різновиди чорноземних ґрунтів. Вздовж правобережжя річок панували широколистянолісові ландшафти. У зв’язку з родючістю і зручним положенням степові площі були освоєні в першу чергу і до 80% цих земель в даний час є орними землями. Збереглася степова рослинність природного типу лише в межах Придніпровської низовини. В долинах розвинулись заплавні ландшафти з широколистяними лісами, низинними луками і болотами. Найбільші масиви лісів зосереджені на відрогах Середньо руської височини.

Більша частина даної території за геоботанічним районуванням відноситься до Лівобережно-Придністровської підпровінції, яка включає два округи: Бахмацько-Кременчуцький і Роменсько-Полтавський. Невелика частина території (на північному сході Лісостепу України) належить до Сумського і Харківського геоботанічних округів Середньоросійської лісостепової підпровінції. Ліси в зоні Лісостепу представлені дубовою, дубово-грабовою, сосновою, дубово-сосновою, грабовою та вільховою формаціями. На відміну від лісів широколистої зони, серед них переважають сухі та свіжі гігротопи, вони відіграють важливу ґрунтозахисну і протиерозійну роль. Ліс відноситься до внутрішньозональних факторів підстильної поверхні, оскільки залісеність окремих водозборів, навіть в межах однієї геоморфологічної зони,

досить значно змінюється. В басейнах Сули, Псла та Ворскли, спостереження в межах яких були використані, залісеність переважно менша 10 %.

Лучні ландшафти зосереджені в заплавах річок, на зандрових рівнинах та надзаплавних терасах. Певну роль у формуванні якості води у річках відіграють водні рослини. Найпоширеніші представники повітряно - водної рослинності - очерети звичайні. Заплави річок зайняті лугами, листяними лісами, частково заболочені. На берегах переважно заплавний ліс, місцями посадки сосни. На деяких ділянках справжній сосновий ліс. Середні ж показники заболоченості в басейні Десни змінюються від 1 до 6 %. Більшим є відсоток боліт в басейнах малих приток Десни (до 4-13% площ водозборів). Заболоченість басейнів Лівобережного Лісостепу України коливається від 2 % до 11 %, відповідно, болотна рослинність в зоні займає незначну площу і зосереджена головним чином у Придніпровській низовині і в басейнах приток Дніпра – Супія, Сули (заболоченість складає 5-12 %) і Псла, де також переважають низинні заплавні болота. Низинні болота в трав'янистому покриві представляють: очерет звичайний, очерет лісовий. осока омська, рогіз вузьколистий, калюжниця болотяна, хвощ, ірис болотяний (рис 1.6).

1.6 Опис кліматичних умов

Клімат визначає величину надходження вологи (запаси води в сніговому покриві і опади), які визначають процес виникнення річкового стоку і можливі їх втрати, які залежать від температури і вологості повітря [1,10-15].

Розглядувана територія розташована на шляхів переміщення циклонів і антициклонів над північною частиною України і знаходиться під впливом повітряних мас, з Атлантики або ті що розташувалися в межах Арктичного басейну або сформувалися над великими континентальними територіями Євразії.

Загальних і місцевих кліматичних чинники визначають основні риси клімату описуваної території. Це приплив тепла від сонячної радіації, що

залежить від географічного положення та збільшуються з півночі на південь. Важливим чинником є й атмосферна циркуляція. В цілому клімат помірно континентальний з прохолодною зимою (з короткочасними відлигами) і теплим (інколи спекотним) літом. Зміна хвиль теплого і холодного повітря (особливо помітна в травні) створює нестійку погоду, викликає грозові дощі влітку .

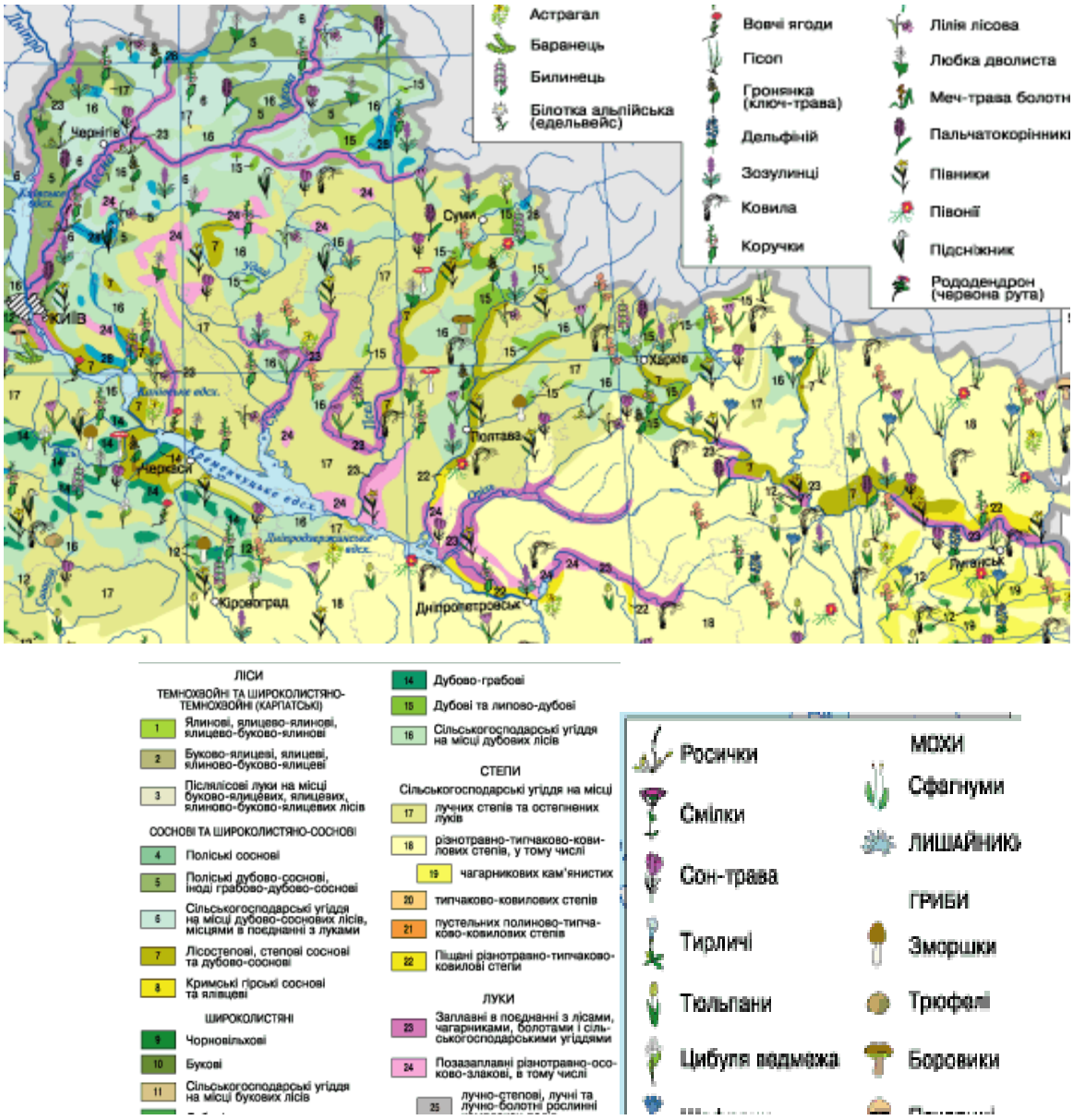


Рисунок 1.6 – Рослинний покрив території [Електронний атлас України https://ru.wikipedia.org/wiki)]

Протягом осіннього сезону руйнується азорський (характерний для літнього сезону) і розвивається сибірський антициклон. Його систему входять антициклони, що переміщаються із заходу, а іноді зі сходу. У зв'язку з тим збільшується повторюваність адвективних туманів, ожеледиці, часто спостерігається похмура погода з опадами. В другу ж половину осені, внаслідок збільшення контрастів температури між сушею і морем, посилюється циклонічна діяльність. Характер погоди осіннього періоду характеризує стан поверхні водозбору - вологість ґрунту, інтенсивність його промерзання, початок стабільного снігонакопичення чи його нестійкий характер, передзимова водність річок (стік води у літньо-осінній та зимовий періоди) і відповідно ґрунтова складова майбутнього весняного стоку.

Весняний сезон характеризується підвищенням ролі радіаційного чинника і посиленням впливу підстильної поверхні. Процеси адвекції слабшають у міру температурних контрастів між морем і сушею. За умовами циркуляції початок весни пов'язаний з посиленням західних повітряних мас. Від характеру погодних умов весною залежать строки початку весняного водопілля, інтенсивність сніготанення. Упродовж весняного періоду, внаслідок вторгнень мас арктичного походження, можуть спостерігатися повернення холодів. Такі повернення збільшують період водопілля, обумовлюють малоінтенсивний розвиток фази підйому, можуть бути причиною формування декількох максимумів.

Для кліматичної характеристики розглядуваної території використані літературні джерела [1, 5-10], а також прийняті метеорологічні дані по метеостанціям Глухів, Суми, Прилуки, інших метеостанцій, що рівномірно розташовані по басейнах р.Десна і річок лівобережжя Середнього Дніпра та запозичені з «Кліматичного кадастру», як кліматична норма 1961 – 1990 рр.

Середня місячна та річна температура повітря на трьо метеостанціях досліджуваної території зображена у (табл.1.2). Середня температура повітря за рік становить від 6-7,1^0 С [15].

Таблиця 1.2 – Середня місячна та річна температура повітря

Станція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Глухів	-8,1	-6,9	-1,7	7,1	14,2	17,2	18,3	17,5	12,4	6	0	-4,3	6
Суми	-7,7	-6,4	-1,1	7,9	14,9	18	19,2	18,2	13	7	1	-4,1	6,6
Прилуки	-6,7	-5,5	-0,4	8,3	15,1	18,1	19,2	18,3	13,4	7	1	-3,3	7,1

Судячи із табл. 1,2, можна сказати, що найбільш низкі температури повітря спостерігаються в січні. Середня температура місяця змінюється в середньому від -6,7 до -8,1°С. Найтепліший місяць – липень. Середня температура місяця змінюється в середньому від 18,3 до 19,2°С.

Початок холодного періоду пов'язаний з вторгнення арктичного повітря, що обумовлює рідкі і значні похолодання, перші морози і сніг. Інтенсивність і частота цих явищ поступово збільшується (з максимумом взимку). Зимовий сезон характеризується переважною дією циркуляційного чинника, роль радіаційного чинника зменшується внаслідок відносно малої висоти сонця над горизонтом, слабкий тривалості дня, значною хмарності. Взимку дуже розвинена циклонічна діяльність. Характер зими, а саме температурний режим, кількість опадів (як твердої, так і рідкої фаз), особливості розподілу та числові параметри снігового покриву, по-перше, впливають на стан підстильної поверхні і визначають коефіцієнти стоку, а по-друге, формують основний чинник величини весняного стоку - снігозапаси. Виходи південних та південно-західних циклонів зі Середземномор’я взимку обумовлюють надходження теплих повітряних мас і формування відлиг. Західні та північно-західні циклони та їх фронтальні зони обумовлюють над даною територією короткочасні потепління, інтенсивні снігопади і хуртовини.

Мінімальна температура повітря переважно нижча, ніж середня температу за місяць, та має залежність від місцевих умов і характеру рельєфу. Мінімальною температурою повітря можна вважати в січні місяці та її значення досягає до -40°С (табл.1.3) [15].

Таблиця 1.3 – Абсолютний мінімум місячної та річної температури повітря

Станція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Глухів	-40	-36	-37	-19	-4	0,7	3,6	-1,6	-5	-12	-23	-34	-40
Суми	-36	-33	-33	-15	-7	-0	4,7	1,1	-6	-19	-23	-31	-36
Прилуки	-33	-31	-28	-14	-2	1,8	5,6	1,4	-4	-9	-22	-28	-33

З початком літнього сезону вторгнення арктичного повітря майже повністю припиняється - посилюється азорський антициклон. Його відроги і окремі ядра, що відокремилися від зорського антициклону, поширюються на схід, роблячи вплив на досліджувану територію. Влітку над територією переважає антициклональна погода з великою кількістю ясних і сонячних днів.

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 39,9°С (табл.1.4) [15].

Таблиця 1.4 – Абсолютний максимум місячної та річної температури повітря

Станція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Глухів	5,9	12,3	20,4	28,2	31,9	33,6	36,9	37	31,7	26	16	10,2	37
Суми	8	13,5	21	29,9	33,4	38,5	36,6	39,9	32,7	28	20	11,3	39,9
Прилуки	7,1	14,6	21,8	29,7	32,1	35,6	38	38,2	32,1	26	19	11,8	38,2

Що стосуться опадів, то в середньому за рік їх випадає від 600-618 мм. Кількість днів з кількістю опадів від 1,0 до 5,0 мм склало дуже малу частину. Опади в кількості від 10,0 мм та більше відзначилось більше 14 днів за рік. Найсухішими місяцями у теплий період виявилися вересень та жовтень. Саме за цей період випадає близько 40-60 мм опадів. Найбільше опадів саме в липні, їх кількість припадає до 100 мм.

За літній період загалом видає приблизно 220-230 мм опадів. Але за інші роки опади випадають дуже нерівномірно. На кінець осені притаманний період

дощів, тому за цей період випадає приблизно 120 мм опадів. Узимку випадає 160-170 мм опадів. Але до кінця весняного сніготанення в грудні накоплюється до 200-250 мм вологи. Та судячи с цього, цієї вологи досить для зволоження грунту в літній період.

Бувають також бездощові періоди, які тривають більше десяти днів. Але в бездощові періоди з кількістю більше 20 днів спостерігаються не щорічно.

Дані про опади надано нижче у (табл. 1.5) [15].

Таблиця 1.5 – Середня кількість опадів з поправками до показань опадоміра

Харак-теристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Холод-ний період (XI-III)	Теплий період (IV-X)	Рік
Глухів	38	30	39	40	58	75	88	56	48	37	45	46	198	402	600
Суми	43	33	38	39	55	68	77	62	45	38	52	53	219	384	603
Прилуки	45	37	39	48	47	70	87	55	49	38	48	55	224	394	618

У середньому дати появи снігового покриву відстають від дат переходу температури через 0°С. Випавший сніг упродовж періоду дуже не стабільний, він поступово сходить та знову утворюється.

Стійкість снігового покриву встановлюється до 15 грудня. Тримається зазвичай десь 110-130 днів, але найбільш сильний в останній тиждень лютого. Залежність снігу проявляється загалом від опадів та температури у період снігонакопичення.

Холодними зимами збільшується висоти снігового покриву. Найбільше снігонакопичення спостерігається у кінці лютого. Теплими зимами максимальна висота снігу може бути у будь-якому з холодних місяців періоду. Висата снігового покриву у полях досягала до 25 см а у лісі до 45 см.

Максимальний запас води у сніговому покриві на останній день декади склав 147 мм, а мінімальний 10 мм, у середньому же 71 мм. Середньє квадратичне відхилення склало 42 мм, а коефіцієнт варації 0,59. (табл. 1.6) [15].

Режим вітру загалом загалом обумовлюється характером підстиляючої поверхні та атмосферною циркуляцією.

Квітневими днями інтенсивність циклонічної діяльності поступово зменшується та вплив надають на напрям вітру саме місцеві умови. ,

Літом та на початку осені на всій території басейну панують захіні та північні вітри.

Таблиця 1.6 – Запас води у сніговому покриві на останній день декади (мм)

Станція	XI			XII			I			II		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Глухів	•	•	•	•	21	23	29	35	39	42	45	47
	III			Найбільший за зиму								

	1	2	3	серед- ній	середнє квадра- тичне відхилен- ня	коефі- цієнт варіації	міні- маль ний	зима	макси- маль- ний	зима
Глухів	47	40	•	71	42	0,59	10	1971 -72	147	1986 -87

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 3,1 - 3,9 м/с. Найбільші значення середніх місячних швидкостей вітру спостерігаються в лютому та грудні і коливаються від 3,4 до 4,6 м / с (табл. 1.7) [15].

Таблиця 1.7 – Середня місячна та річна швидкість вітру

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Глухів	3,6	3,7	3,5	3,3	2,9	2,6	2,4	2,4	2,7	3,1	3,6	3,8	3,1
Суми	4,4	4,6	4,3	4,1	3,5	3,3	3,1	3,1	3,3	3,9	4,4	4,5	3,9
Прилуки	3,5	3,7	3,5	3,4	3,0	2,7	2,5	2,5	2,6	2,8	3,3	3,4	3,1

Важливим елементом режиму зволоження є вологість. ЇЇ залежність від циркуляції та особливостей підстильної поверхні характеризується абсолютною і відносною вологістю недостатнім насиченням. Найменших значень абсолютна вологість досягає в січні - лютому і становить 3,0 - 4,0 мб. А у березні зростає на 1 мб на місяць. Найбільшої інтенсивності наростання її відбувається від березня до квітня.

Найбільше значення середньої річної відносної вологості повітря спостерігається на станції Глухів, та складає 79%, а взагалі змінюється від 77-79%. За середніми місячними значеннями вона змінюється від 64-89%. Найбільша середньомісячна вологість спостерігається в грубні місяці та складає 89% на станції Суми. Також можна бачити, що починаючи з грудня відбувається загальне зниження відносної вологості (табл. 1.8) [15].

Таблиця 1.8 – Середня місячна та річна відносна вологість повітря (%)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Глухів	85	83	83	74	66	72	75	74	76	82	88	88	79
Суми	85	83	82	70	64	70	73	72	75	80	88	89	78
Прилуки	84	82	80	70	64	69	72	72	75	80	87	88	77

1.7 Особливості водного режиму річок досліджуваної території

Гідрологічний режим річок України обумовлюється багатьма факторами, які поділяються на зональні та азональні [1]. До зональних відносяться

кліматичні умови (кількість опадів і випаровування), до азональних – геолого-геоморфологічна будова басейну, його гідрографічні умови та гідрогеологічна характеристика, грунтово-рослинний покрив та господарська діяльність людини. Розподіл стоку великих та середніх річок переважно обумовлений змінами зональних факторів. На розподіл стоку малих річок значний вплив мають місцеві, азональні фактори. Дуже часто вплив місцевих факторів викликає перерозподіл стоку всередині року, послаблює вплив кліматичних факторів, тому внутрішньорічний розподіл стоку може суттєво відрізнятись від основного типу розподілу у даному районі [1,3,4].

Внутрішньорічний розподіл стоку визначається, переважно, кліматичними факторами, перш за все внутрішньорічними змінами кількості опадів і температури повітря. Ці фактори визначають загальний характер розподілу. Інші фактори можуть суттєво змінювати типовий розподіл в тих чи інших районах. Значна роль при цьому належить геолого-геоморфологічним та грунтовим умовам. Від водопроникності грунтів та гірських порід, на яких вони формуються, розчленованості поверхні та її похилів залежить величина коефіцієнта стоку та інфільтрації атмосферних опадів. Підземні води формують стік в період незначного надходження атмосферних опадів поверхневим шляхом. За більшої площі водозбору, пористості та загальній товщині водопроникних порід, що дренуються водотоком, більшою є регулююча здатність підземної ємності. Особливо значним є вплив на природну зарегульованість потужних товщ піщаних відкладів, тріщинуватих та закарстованих порід.

Стік річок країни формується за рахунок взаємодії снігових, дощових та підземних вод. Від переважання тих чи інших джерел живлення, їх змін протягом року залежать внутрішньорічні коливання стоку. На рис.1.7-1.9 представлені комплексні графіки ходу гідрометеорологічних характеристик, що сформовані в базі даних АРМ гідро [16].

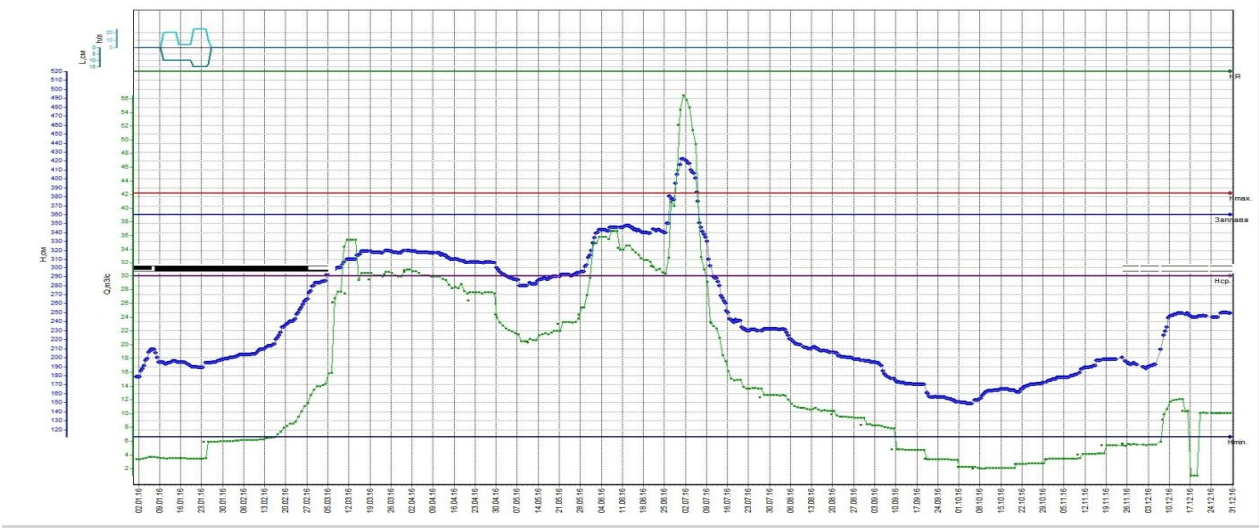


Рис 1.7 – Комплексний графік р. Псел-Запсілля, 2016 р.

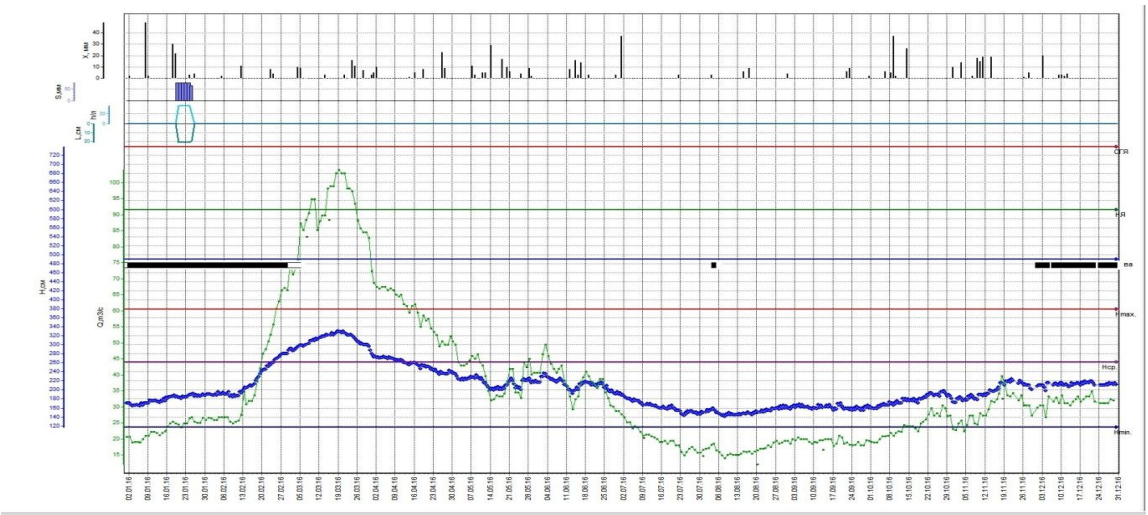


Рис 1.8 – Комплексний графік р. Ворскла-Кобеляки, 2016 р.

Рис 1.9 – Комплексний графік р. Сула-Лубни, 2016 р.

2. ОЦІНКА ГІДРОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ПРИ ПРОХОДЖЕННІ ПОВЕНЕЙ

2.1 Основні вимоги ВПД ЄС про попередження ризиків повеней

Завчасна оцінка ризиків затоплення для річкових басейнів, для яких існує такий ризик, може бути більш ефективною при просторовому гідрологічному моніторингу в період найбільш багатоводної фази режиму рівнинних річок України (у т.ч. української території басейну р. Дніпро) – весняного водопілля Під час проходження водопіль можуть спостерігатися катастрофічні підйоми рівнів води на річках, що тягне за собою людські жертви, переселення жителів та екологічні небезпеки. Від розмірів повеней багато в чому залежить безпека функціонування об'єктів господарювання, населених пунктів, шосейних і залізничних шляхів сполучення, гідротехнічних споруд тощо.

Дана робота виконується згідно положень Паводкової Директиви 2007/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2007 року про оцінку і управління ризиками затоплень [17], яка спрямована на запобігання, захист і зменшення негативного впливу повеней на здоров’я людей, довкілля, культурну спадщину та господарську діяльність. Директива охоплює затоплення, які спричинені річками, гірськими потоками, морем у прибережних зонах та не поширюється на затоплення стічними водами.

Повінь є природним явищем і його неможливо запобігти, однак при моніторингу його розвитку є можливість в рази зменшити негативні наслідки на навколишнє середовище. За даними представленими у Водній Паводковій Директиві тільки за період 2000-2010 рр. від повеней постраждало більше 2 млн. жителів Східної Європи. ЄЕК ООН оцінює щорічні збитки від стихійних явищ, серед яких лідирують повені в середньому 1% від ВВП (в Україні сума може оцінюватися в більш ніж 550 млн. доларів США щорічно) [17].

Директива впроваджується в рамках статті 360 Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом і його державами-членами [18]. Відповідо

до вимог Директиви проведення попередньої оцінки ризиків затоплення повинна містити, таку основну інформацію:

1) карти зон гідрографічного басейну у відповідному масштабі з кордонами гідрографічних басейнів, басейнівпритоків та, за наявності, карти прибережних зон. Сюди ж відноситься інформація про топографію і застосування земель;

2) комплексний опис затоплень, що відбулися в минулому. Важливою є інформація про вірогідність їх повторного виникнення, опис розповсюдження затоплень, шляхів евакуації вод та оцінку негативного впливу, який вони можуть спричинити;

3) особливо важливий опис спостережених значних затоплень, масштаб яких в майбутньому здатний спричинити значні негативні наслідки.

При оцінці потенційних негативних майбутніх наслідків затоплень Директива рекомендує у повному обсязі враховувати такі фактори, як топографія, розміщення водойм, загальні гідрологічні та геоморфологічні характеристики водойм, включаючи заплави, природні та штучні зони утримання вод, ефективність діючої інфраструктури захисту проти затоплення, зони розміщення населених пунктів, об’єктів господарської діяльності з врахуванням перспективи їх довготермінового розвитку, включаючи вплив кліматичних змін на виникнення затоплень [16]. Попереднюоцінку ризиків повеней необхідно визначати, згідно ВПД ЄС, для областей для яких існують (або можуть виникнути) потенційно значні ризики повеней.

Результатом імплементації Директиви [17] вцілях запобігання та обмеження негативних наслідків повеней в даній області повинні стати плани управління ризиками повеней, які включатимуть всі аспекти управління ризиками затоплення, в першу чергу направлених на попередження, захист та підготовку до повеней, у тому числі прогнозування затоплень і систему раннього попередження.«У планах управління ризиками повеней повинні враховуватися особливості об'єктів, охоплених цими планами, що дозволяє розробляти індивідуальні рішення, що враховують потреби та пріоритети цих

областей, забезпечуючи при цьому належну координацію в районах річкових басейнів та досягнення екологічних цілей, викладених у законодавстві Співтовариства».

Положення Директиви про затоплення містить план, згідно якого повинні бути виконані певні кроки по впровадженню нових стандартів [17]:

1) затвердження національного законодавства та призначення відповідних органів;

2) складання карт загроз затоплень та карт ризиків затоплень:

- карти загроз (зон) затоплення для повеней з різними рівнями імовірності, наприклад, при паводках 1%, 5% чи 20% забезпеченості. На них треба позначити площу та глибину затоплення, швидкість течії;

- карти ризиків затоплення мають містити інформацію про об’єкти інфраструктури, культурної спадщини тощо, затоплення яких може мати негативні наслідки;

3) розробка планів управління ризиками, які мають включати в себе програму заходів законодавчого, адміністративного, освітнього, інженерно-будівельного, логістичного та ін. характеру, а також заходи щодо запобігання шкоди, нанесеної здоров'ю людини, довкіллю, культурній спадщині і економічної діяльності, а також заходи щодо мінімізації такого збитку. Плани розробляються лише для конкретних територій у межах того чи іншого річкового басейну на основі попередньої оцінки ризиків затоплення. Оцінка виконується для територій, які зазнавали затоплень раніше або мають високий ризик затоплення у майбутньому за визначеними критеріями (наприклад, кількість людських жертв, масштаби забруднень, вартість матеріальних збитків).

2.2 Оцінка гідрологічних ризиків на басейнах річок

У рамках даної роботи можливим є реалізація пунктів плану ВПД ЄС, а саме:

- «щоб забезпечити ефективний інструмент збору даних і створити цінну основу для визначення пріоритетів і прийняття додаткових технічних, фінансових і політичних рішень, що стосуються управління ризиками повеней, необхідно розробити карти ризику повеней, які представляють потенційний збиток від повеней, який може статися у відповідності з різні сценарії повеней, включаючи інформацію про потенційні джерела забруднення навколишнього середовища через повені».

- проведення попередньої оцінки гідрологічних ризиків при щорічному прогнозуванні характеристик максимального стоку та строків проходження весняного водопілля;

- визначення забезпеченостей прогнозних величин та їхкартографічна форма (карти ризику повеней) представлення за допомогою ГІС-систем.

Поняття «ризик» є доволі складним і містить у собі як категорії наслідків, так і ймовірність виникнення небажаних небезпечних подій. Ризик – це можливість виникнення несприятливих наслідків, що викликані антропогенними чи природними явищами [17]. Гідрологічний ризик в свою чергу може бути викликаний річковими повенями (паводками та водопіллями), які виникають під час тривалих злив і внаслідок танення снігу та при заторах, швидким затопленням узбережь, повільними, але масштабними коливаннями рівня озер, зміщенням русла річки, підвищенням рівня ґрунтових вод та ін.

Для попередження гідрологічного ризику постає необхідність просторового моніторингу гідрологічного стану водних об’єктів в басейні, прогностичної оцінки щорічних гідрологічних ризиків, а особливо в період найбільш багатоводної фази річного режиму досліджуваного басейну р. Дніпро – проходженні весняного водопілля, стік за яке сягає 60-80% від річного і є переважно небезпечним природним явищем.

Як відомо, наслідки під час весняного водопілля можуть бути катастрофічними: спостерігаються підйоми рівнів води в річках, вихід води на заплаву, затоплення сільськогосподарських угідь, господарських об’єктів,

доріг, руйнування гідротехнічних споруд, що тягне за собою і екологічні небезпеки.

Важливість оцінки потенційних об'єктів затоплення розглядуваної території підсилюється високим рівнем промислового виробництва, річкового транспорту, водопостачання і іригації, господарської освоєності території та кількістю проживаючого населення в басейні р. Дніпро. У його басейні сконцентровано сотні промислових підприємств і водоємних галузей (теплова та атомна енергетика) [17].

Басейн Дніпра має високу економічну, соціальну, природничу, історичну і духовну цінність для України, адже українська його частина займає 48,6% території держави. Дніпро – практично єдине джерело водопостачання великих промислових центрів Південної і Південно-Східної України. Відповідно, водними ресурсами річки забезпечується близько 60% потреб держави у прісній воді.

Важливим фактором, який містить гідрологічні ризики є наявність на басейні Дніпра гідрокаскаду дніпровських водосховищ, які зайняли майже повністю річку в її середній і нижній течіях, та каналів для перекидання стоку, а також надмірної зарегульованості стоку малих і середніх річок. На річці знаходяться найбільш капітальні об'єкти ГЕС і АЕС в Україні, від безпечного функціонування яких залежить життя майже всієї країни.

Слід зазначити, що гідрологічні ризики виникають, як при безпосередньому проектуванні гідротехнічних споруд (враховуються витрати води рідкісної забезпеченості), так і при подальшій експлуатації цих та інших об’єктів, житлових територій та місць культурної спадщини, для яких вкрай важливим є щорічне прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля та оцінка ризиків виникнення небезпечного гідрологічного явища [17].

Для здійснення просторового моніторингу стану водних об’єктів період весняного водопілля в басейні Десни, використаний метод довгострокових

прогнозів весняного водопілля при використанні ГІС-технологій картографічного представлення прогнозних величин [19].

Метод дозволяє спрогнозувати характеристики та строків проходження весняного стоку у тому числі й для річок і, взагалі, територій, недостатньо вивчених у гідрологічному відношенні. Прогнозні величини представляються у картографічному вигляді, що дозволяє проводити аналіз гідрометеорологічних умов та розвитку весняного водопілля на річках. Важливою задачею, що вирішується в прогнозному методі є можливість встановлення ймовірностей настання гідрологічних ризиків (розмірів водопіль та строків їх проходження) у багаторічному розрізі.

3 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОВГОСТРОКОВИХ ПРОГНОЗІВ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ

3.1 Загальні положення формування талого стоку та методичні основи його прогнозу

Максимальні витрати та рівні весняного водопілля на рівнинних річках відносяться до числа тих його характеристик, прогнози яких цікавлять найбільш широкий круг споживачів. І це досить зрозуміло, так як саме висота максимального рівня водопілля визначає ступінь небезпеки розливу річок й розміри заданими їми збитки народному господарству, міському і сільському населенню. Завчасні (довгострокові) прогнози максимальних витрат важливі, зокрема, для гідроенергетики і водного господарства у зв'язку з необхідністю оперативного визначення оптимальних режимів регулювання стоку і пропускання води через водосховища при великому весняному стоці. Інтерес представляє собою також строки початку водопілля й проходження його максимальних витрат й рівнів, а для гідроенергетики й водного транспорту – розподілення весняного стоку за часом [20-23].

Усі перечисленні характеристики весняного стоку в більшості часу залежать від метеорологічних особливостей весни – строків початку й інтенсивності сніготанення, наявності перебоїв в його ході, кількості й інтенсивності весняних опадів. При випуску довгострокових прогнозів усі ці умови поки не можуть бути впевнено враховані через відсутність належних метеорологічних прогнозів. За цієї причиною методика прогнозів указаних вище характеристик весняного стоку залишається суто приближеною й основується практично на використанні простих емпіричних (кореляційних) зв'язків, обусловлених чисто гідрологічними закономірностями, й реально можливих у данний час метеорологічних прогнозів.

Як слід із лінійної моделі формування гідрографу повіні й практичного досвіду, максимальних витрат вовіні на більш достатнью великих річках доволі

тісно зв’язан з об’ємом стоку: чим більше об'єм стоку за повінь, тим більше його максимальні витрати й вище максимальний рівень.Таким чином, обидві ці характеристики залежать в певній мірі від тих же факторів, від яких залежать й об’єм весняного стоку. Однак найбільш вплив на формування гідрографів водопілля метеорологічних умов весни й велика мінливість цих умов від року в рік вносять досять велику невизначеність в цю залежність, при котрій втрачається практична можливість її безпосереднього використання для цілей довгострокових прогнозів. В найбільшій мірі це відноситься к прогнозам максимального рівня водопілля, на висоті якого сильно позначається, більш того, й затори льоду, утворюючі при розкрині річок. По цим причинам практично більш реальним є використання для прогнозів найпростіших емпіричних залежностей максимальних витрат водопілля від об’єму останнього, встановлених відповідно для кожного цікавого річного басейну.

Що стосується таких характеристик повені, як дати його початку і проходження максимальної витрати або рівня, то вони в значній мірі пов'язані з розмірами річкового басейну, його заесенностью і заболоченностью. В середньому в тій чи іншій географічній зоні ці дати визначаються кліматом, а в кожному окремому році - цілком метеорологічними умовами. Прогнози цих характеристик практично засновані на кореляційної їх залежності від термінів початку сніготанення і друності останнього і можливі лише при використанні довгострокового метеорологічного прогнозу термінів остаточного переходу температури повітря через 0 С до позитивних значень. Цей прогноз тільки і може служити вихідним аргументом при випуску гідрологічного прогнозу.

Найбільш важким завданням є розробка методики прогнозів розподілу в часі весняного стоку і припливу води у водосховищі. Крім надзвичайної складності завдання самої по собі, для її вирішення потрібно крім великого обсягу гідрометричних даних ще і вельми докладні фізично-географічні та метеорологічні дані, необхідні для надійного розрахунку ходу в часі сніготанення і водовіддачі в річкових басейнах. Як відомо, такого роду дані вкрай обмежені. Тому гідрологія не має поки достатньо точними способами

розрахунку гідрографів тало-дощового стоку навіть для відносно невеликих басейном, не кажучи вже про прогнози витрат і рівнів води великий заблоговременності, для яких, як гворю, необходімодеталізірованний в часі довгостроковий метеорологічний прогноз.

Не торкаючись питань розробки та можливостей використання математичних моделей в гідрологічних прогнозах [22] на сучасному рівні розвитку метеорологічні прогнози великий завчасності не відповідають поки потреб гідрологічних прогнозів ні щодо переліку цікавлять метеорологічних елементів, ні щодо можливості прогнозів їх ходу в часі. З цієї причини і в силу обмеженості даних наблюдейній можливість прогнозів розподілу весняного стоку в часі великий завчасності, зокрема розподілу припливу води в озера і великі водохраніліщаза повінь і 2 квартал, залишається поки вкрай обмеженою.

Реально методика таких прогнозів може грунтуватися поки тільки на прогнозах сумарного припливу води за 2 квартал (їх методичні основи розглянуті вище в розділі 3) і статистичної оцінки його розподілу по декадах або місяцях з урахуванням таких елементів сезонних і місячних прогнозів погоди, як аномалія температури воздухан терміни стійкого її переходу через 0°C. Статистична оцінка розподілу стоку в часі повинна виконуватися, природно на матеріалах гідрометричних спостережень за минулі роки шляхом типізації гідрографів стоку або припливу води у водосховищі і озера за такими ознаками, як ранній і пізній початок водопілля, дружність весни, аномалія температури повітря, багатоводні і маловодність повені з відповідним осреднением відносного розподілу стоку і оцінкою повторюваності різних типів цього розподілу. Зрозуміло, що цей трудомісткий пошуковий аналіз не позбавлений суб'єктивізму, про що необхідно пам'ятати при його виконанні і дотримуватися всіх вимог щодо об'єктивності визначення статистичних характеристик.

В силу складного просторово-часового ходу сніготанення на більшості водозборів, через відмінності в ухилах, експозиції, зелесенності, а також в глибинах залягання снігового покриву, метод градусо-днів часто

використовується для практичного вирішення проблеми оцінки сніготанення на водозборі. Максимальні значення градусо-днів можна обчислити за даними вимірювання температури повітря в розглянутому басейні або на прилеглій території, і використовувати їх для оцінки максимально можливих снегозапасов, що необхідно для розрахунку максимально можливого стоку водопілля. При оцінці максимально можливої інтенсивності танення передбачається [24-27], що температура повітря і швидкість вітру приймаються відповідними тим синоптичних умов, при яких формуються максимально можливі опади. Приймається також, що існує «оптимальний» сніговий покрив. У такій ситуації термін «оптимальний» означає, що:

a) запас води в снігу такий, що він повністю розтане протягом даного зливи;

b) сніговий покрив вже почав танути і містить максимальну кількість води;

c) запаси води в сніговому покриві розподілені таким чином, що їх максимум припадає на зони максимального сніготанення, що в корені відрізняється від звичайної ситуації збільшення запасу води в снігу зі збільшенням висоти.

3.2 Прогнози максимальних витрат й рівнів водопілля по його факторах або даних про очікуваний шар стоку

Велика мінливість умов сніготанення від року до року, як уже зазначалося вище, обумовлює те, що зв'язок між стоком за період водопілля та максимальною витратою води Qмакс.=F(Y) є далеко неоднозначною. Проте для багатьох річок вона досить добре виражена і по своїй тісноті може бути використана для випуску довгострокових прогнозів [20-23].

Найбільш тісний зв'язок між стоком і максимальною витратою (рівнем) водопілля має місце на річках з великою амплітудою коливань стоку і відносно коротким (в порівнянні з максимальним часом добігання води в басейні) періодом сніготанення. Це притаманно, наприклад, для річок степової і частково лісостепової зон. Найменш тісний зв'язок характерна для річок в зонах з великою тривалістю сніготанення і великою кількістю весняних опадів,

зокрема на невеликих річках лісової зони і особливо в басейнах з низкогорним рельєфом. Хід повені на таких річках часто цілком визначається ходом погодних умов в період сніготанення і може мати кілька піків. Порушення зв'язку між стоком і найвищим рівнем повені сприяють, як зазначалося, затори льоду, які особливо часті на річках, що течуть в північному напрямку.

Найбільш високою повінь буває тоді, коли при великих запасах снігу танення їх йде дуже швидко, захоплює одночасно весь басейн річки і не порушується поверненнями холодів. На деяких великих річках, басейни яких знаходяться в різних кліматичних умовах, формування особливо високого водопілля визначається (крім великих снегозапасов) таким поєднанням у часі періодів сніготанення в басейнах великих приток, при якому відбувається накладення їх високих витрат. Прикладом може служити Північна Двіна, на якій особливо високий природний (незаторний) максимум водопілля визначається накладенням максимальних витрат головних її приток - Сухони і Вичегди. Як інший приклад можна привести басейн Дніпра, де максимальний весняний приплив води до Київського водосховища також залежить не тільки від загальної величини припливу, але і від того, якою мірою збігаються за часом максимуми водопілля на Верхньому Дніпрі, Соже і Прип'яті, що в свою чергу визначається термінами і дружність танення снігу в приватних басейнах.

Іншою причиною зниження точності залежносі Qмакс від шарів стоку (Y) для великих річок є неоднаковий розподіл весняного стоку між основними (найбільш великими) притоками, що мають в силу їх фізико-географічних особливостей, істотно різну форму гідрографів і істотна відмінність від року до року в стоці за повінь. До речі, це теж характерно для басейну Дніпра, де форми гідрографів водопілля на Прип'яті і Верхньому Дніпрі істотно різні, як суттєво різними від року році можуть бути їх стік і терміни сніготанення.

Наявність досить тісній залежності між стоком за період водопілля та максимальним його витратою для великих річок з більш однорідними фізико-географічними характеристиками басейнів (зокрема, наприклад, при просуванні сніготанення від верхів'їв до нижньої течії) обумовлено тим, що завдяки

великій регулюючої здатності таких басейнів тимчасові перебої в таненні снігу і неодночасність охоплення таненням всього басейну викликають відносно менші зміни форми гидрографа, що виражаються в більшому або меншому розтягується і періоду повені і зниженні його висоти. Саме тому гидрограф повені на великих річках на відміну від гидрографа повені на малих носить, як правило, характер щодо плавної одномодальної хвилі.

Зі сказаного випливає, що гідрографи повені, пов'язані з певного створу на цій річці, завжди більш-менш розрізняються за формою. Однак, як показує досвід, у багатьох випадках можлива певна схематизація гідрографів, тобто можна побудувати для даного створу типовий (усереднений) гидрограф, що відображає головні риси, властиві більшості гідрографів, користуючись найпростішим співвідношення [22]

$$Q_{макс} = \overline{\varphi Q}, \qquad (3.1)$$

де $\overline{Q}$ - середня витрата за період водопілля, $м^3$/с; $\overline{\varphi}$ – середнє значення відношення Qмакс/$\overline{Q}$, яка характеризує в першому наближенні формулу гидрографа повені в даному створі річки і завжди значно більше одиниці.

Вираз по суті і є залежність між максимальною витратою і стоком за період водопілля, оскільки з нього випливає що

$$Q_{макс} = k\overline{\varphi}FY/(T_c+\tau_{макс}), \qquad (3.2)$$

де Y – сток за водопілля, мм; F – площа басейну, $км^2$; $T_c+\tau_{макс}$ - тривалість водопілля в добі, що складається з тривалості сніготанення T_c і максимального часу добігання води в басейні τмакс; k - коєффіцієнт розмірності, рівний округлено 0,0116, якщо висловлювати входять величини в одиницях, зазначених вище в поясненні до формули.

Прогнозування максимального стоку весняного водопілля річок (талого стоку) в зарубіжній літературі [28-30] представляються у вигляді математичних моделей, які включають розрахунки (наприклад, акумуляції води в сніговому покриві рис 3.1) та прогнози. Концептуальні моделі можуть лише імітувати процес формування талого стоку за період, для якого є вхідні дані. Прогнози ж на майбутнє можна скласти, використовуючи прогнозовані величини опадів і температури повітря. Хід стоку за сезон не може задовільно прогнозуватися без урахування впливу майбутніх погодних умов. У прогнозах стоку, заснованих на методі індексів або статистичних методах, майбутні погодні умови можуть бути оцінені з використанням індексів за що залишився сезон на основі даних спостережень за опадами і температурою минулих років. При використанні концептуальних моделей генеруються послідовності величин стоку для умов кожного року на підставі кліматологічних даних за багато років, зазвичай за 20 років і більше. На підставі цих послідовностей можуть бути побудовані криві розподілу ймовірностей, які використовуються для будь-яких характерних періодів часу в майбутньому і будь-який розрахункової гідрологічної характеристики, наприклад: максимальної витрати, об'єму стоку і витрати з одиниці площі. При цьому передбачається, що отримані історичні послідовності є репрезентативними для тих умов, які можна очікувати в майбутньому.

Далі зображена блок-схема моделі акумуляції і абляції снігового покриву рис. 3.1.

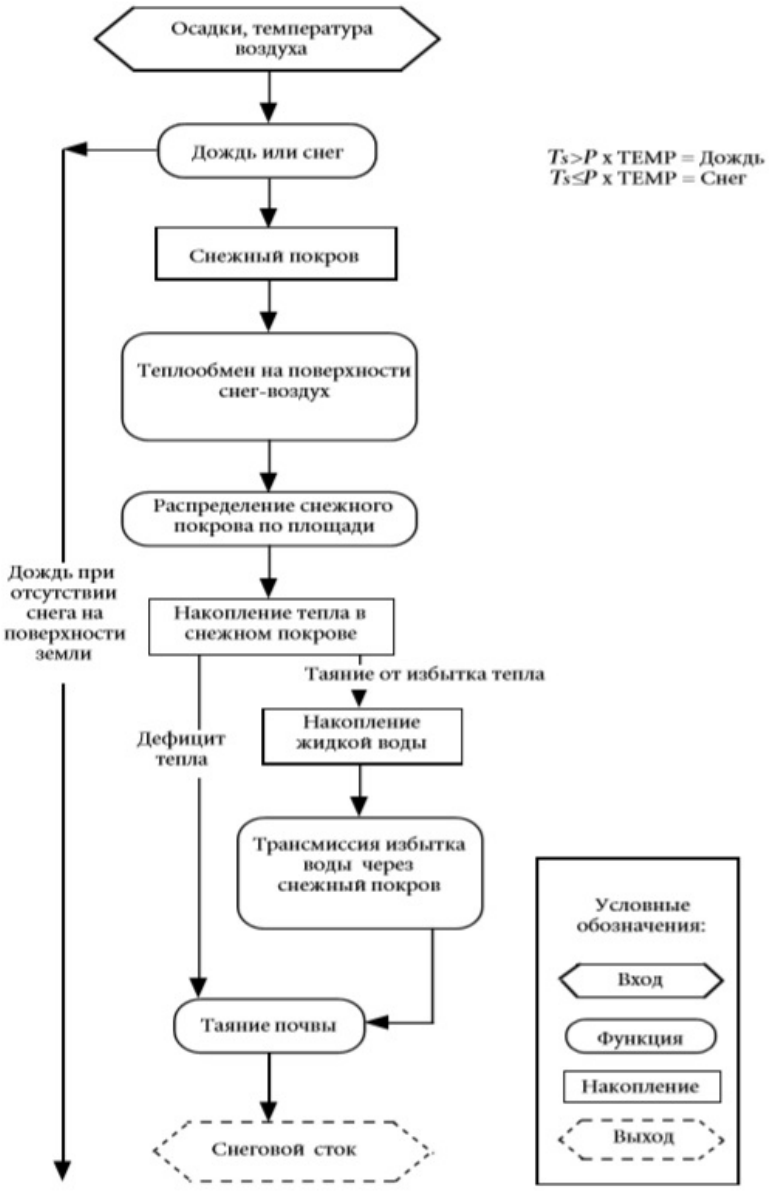


Рис. 3.1 - Блок-схема моделі акумуляції снігового покриву [24]

4. ДОВГОСТРОКОВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ В БАСЕЙНІ ДЕСНИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ

Прогнози максимальних витрат чи рівнів води весняного стоку річок басейну р.Десна здійснюються у кожному році на дату їх складання в дати встановленні Українським гідрометцентром, а саме 10 лютого (як попередній прогноз), 20 лютого (основний прогноз) і 28 лютого (уточнюючий прогноз), а також в дату накопичення максимальних снігозапасів (в різні строки у кожному році). При цьому використовується програмний прогностичний комплекс „***Seim***”, який дозволяє в автоматичному режимі здійснювати оперативне прогнозування максимальних витрат води водопілля та будувати картосхем очікуваних величин та їх прогнозні забезпеченості [19,31,32].

Порядок прогнозування у вигляді блок-схеми показаний на рис.4.1 [33,34].

4.1. Вихідні дані та визначення чинників водопілля

Вихідна гідрометеорологічна інформація представляється у програмному комплексі у вигляді морфометричних (площа водозборів, F, км^2; залісеність водозборів, $f_л$, в частках від площ водозборів F; заболоченість водозборів, $f_б$, в частках від площ водозборів F; географічна широта геометричних центрів водозборів φ^o півн.ш. або в частках град.) і середніх за багаторічний період характеристик [1] та поточних гідрометеорологічних даних, що отримуються за даними Українського ГМЦ через систему АРМ-гідро [16].

Середніх за багаторічний період гідрометеорологічні характеристики:

- найбільші за зиму запаси води в снігові за даними снгозйомок S_0, мм;
- найбільші за зиму шари глибин промерзання ґрунтів L_0, см;

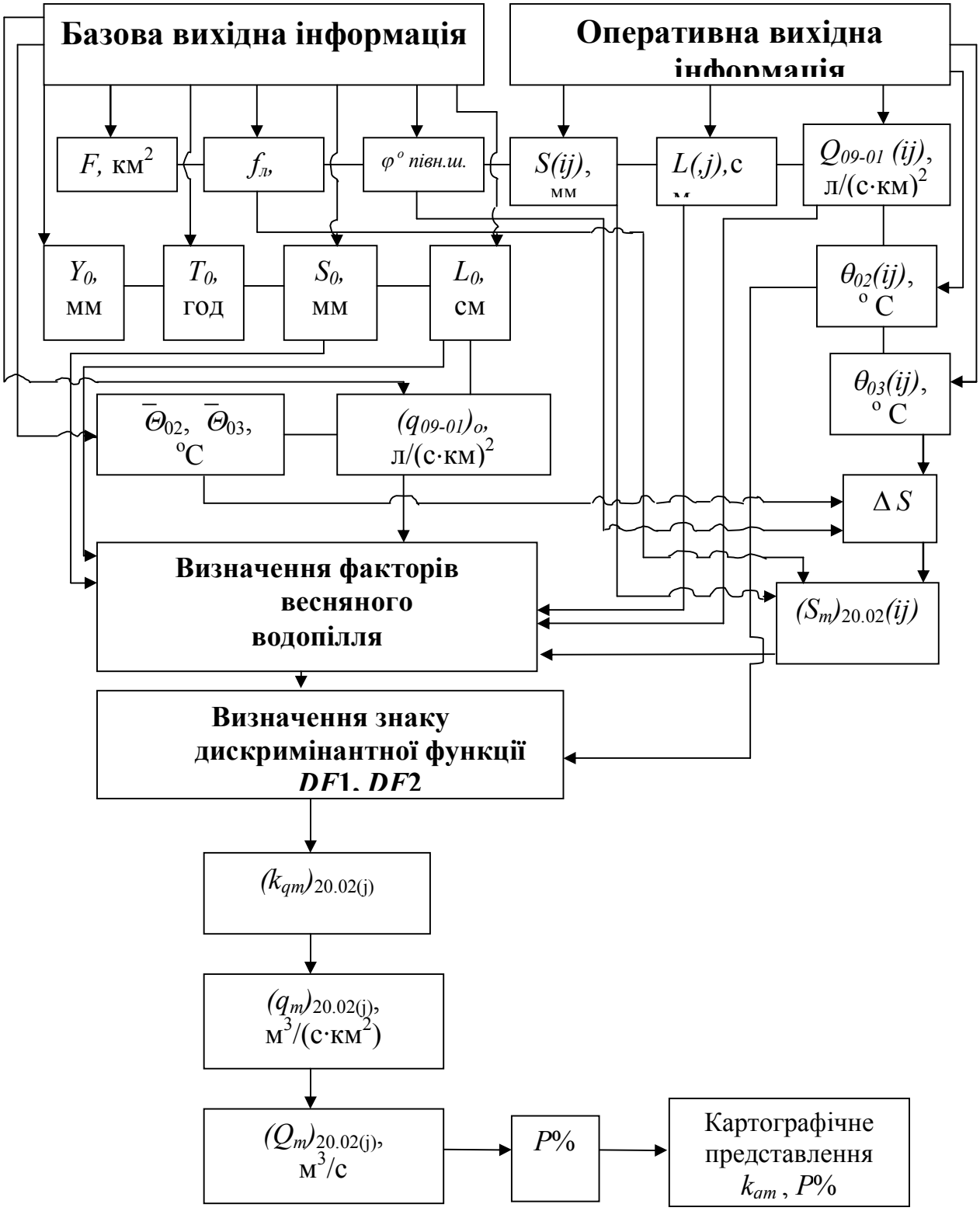


Рисунок 4.1 – Етапи довгострокових прогнозів максимальних витрат води [19]

- середні за місяць витрати води за осінь-зиму (вересень-січень) $(q_{09-01})_0$, л/(с·км^2);

- середніх за місяць температур повітря у лютому $(\Theta_{02})_0$ ^{o}C та березні $(\Theta_{03})_0$ ^{o}C;

- статистичні параметри - коефіцієнт варіації максимумів водопіль $(Cv)_{Q_m}$, та співвідношення $(Cv/Cs)_{Qm}$;

- середні за багато річчя величини максимальних витрат води водопіль Q_0, м^3/с або їх модулів;

- допустима похибка прогнозів максимумів водопіль $\delta_{доп}$, м^3/с.

Поточна гідрометінформація - це:

а) запаси води в снігові а дати прогнозу і максимальних їх величин S_m, мм;

б) найбільший шар промерзання ґрунтів L, см;

в) середньомісячні витрати води за осінньо-зимового період q_{09-01}, л/(с·км^2);

г) температура повітря в лютому θ_{02} ^0C як середня за місяць;

ж) температура повітря в березні θ_{03} ^0C як середня за місяць (метеорологічний прогноз).

4.2 Порядок прогнозування максимумів весняного водопілля

На зазначені дати виконється випуск прогнозів за програмним комплексом (рис. 4.2) в басейні р.Десна [31-34].

Порядок складання прогнозів наведений нижче:

Перший етап - це складання прогнозу водності весняного стоку річок території, який відбувається за моделлю дискримінантної функції DF з коефіцієнтами в табл.4.1. Знак дискримінантної функції вказує на прогноз формування водопілля вище за норму, на рівні норми нижче за норму.

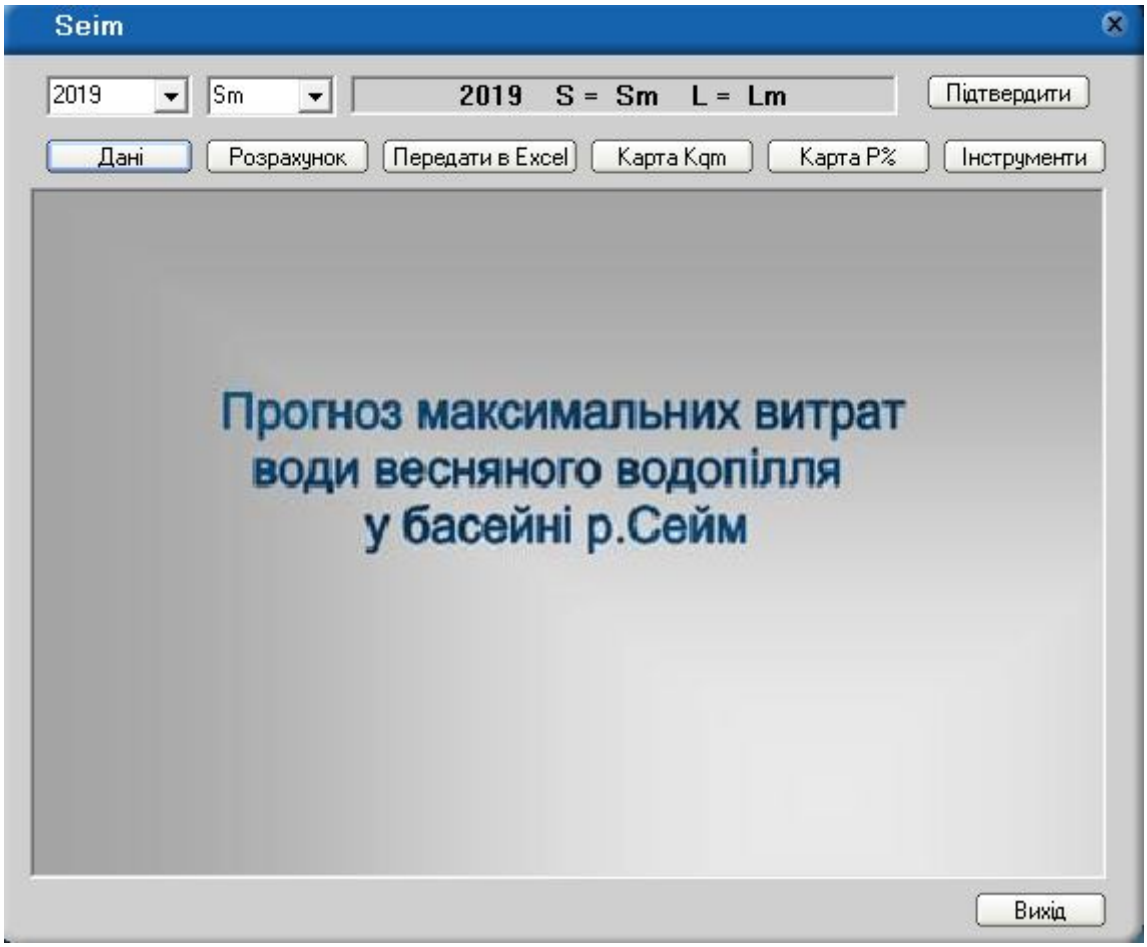


Рисунок 4.2 – Програмний комплекс «Сейм»

Таблиця 4.1 – Коефіцієнти дискримінантних рівнянь

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

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

Другий шаг – це прогноз максимальних модульних коефіцієнтів k_{q_m} за регіональними рівняннями (табл.4.2).

Таблиця 4.2 – Коефіцієнти регіональних рівнянь

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

Умови застосування	b_0	b_1	b_2	b_3
Басейн р.Десна (вище впадіння р.Сейм) і р.Снов				
DF1>0	0,0412	-0,258	2,58	-0,66
*DF*1≤0; *DF*2≥0	0,036	-0,198	1,07	-0,0563
*DF*1<0; *DF*2<0	-0,04	0,462	-0,462	0,385
Басейни рр. Сейм, Сула, Псьол, Ворскла				
DF1>0	0,06	0,487	0,753	0,486
*DF*1≤0; *DF*2≥0	0,03	-0,06	0,61	0,04
*DF*1<0; *DF*2<0	0,04	-0,25	0,45	-0,03

Наступним шагом – є розрахунок максимальних витрат води Q_m , м^3/с за рівнянням

$$Q'_m = k_{q_m} \cdot q_0 \cdot K_{Q_{2010}} \cdot F \,. \qquad (4.1)$$

де q_0 – середні за баготоріччя максимальні модулі весняного водопілля, м^3/(с·км^2);

$K_{Q_{2010}}$ – коефіцієнт зміну водності річок періоду водопілля

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

Важливим етапом є визначення забезпеченості очікуваних максимальних витрат води весняного водопілля. При цьому за прогнозованими k_q і коефіцієнтами варіації $(C_v)_{Q_m}$ при $C_s = 2{,}5C_v$ за таблицею трипараметричного гама-розподілу С.Н. Крицького і М.Ф.Менкеля [35] встановлюються *P*% у вигляді інтервалу.

В період після проходження максимуму водопілля на річках виконується оцінка прогнозів - обчилюється абсолютна похибка прогнозу δ, м^3/с [36]

$$\delta = Q_m - Q'_m \tag{4.3}$$

де Q_m і Q'_m – спостережені і прогнозні значення максимальних витрат та рівнів води весняного водопілля, м^3/с;

та в долях від допустимої похибки – $\delta / \delta_{доп}$, яка повинна бути $\delta / \delta_{доп} \leq 1{,}0$.

Коли на річках немає рядів стокових спостережень $\delta_{доп}$ розраховується в залежності від площ водозборів F як

$$\delta_{доп} = 0{,}0147F\,. \tag{4.4}$$

Далі наведені комплексні графіки, які були побудовані за допомогою компютерного комплексу АРМ гідро за 2019 рік (рис. 4.3 і 4.4).

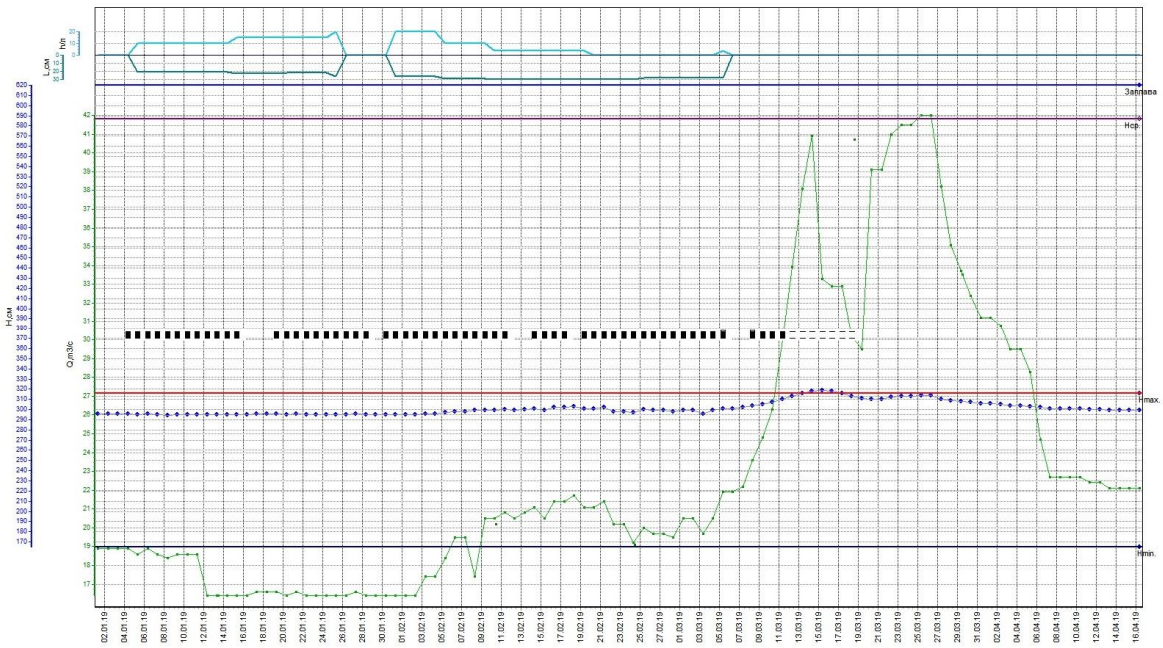


Рис 4.3 – Комплексний графік р. Сейм-Ришкове, 2019 р.

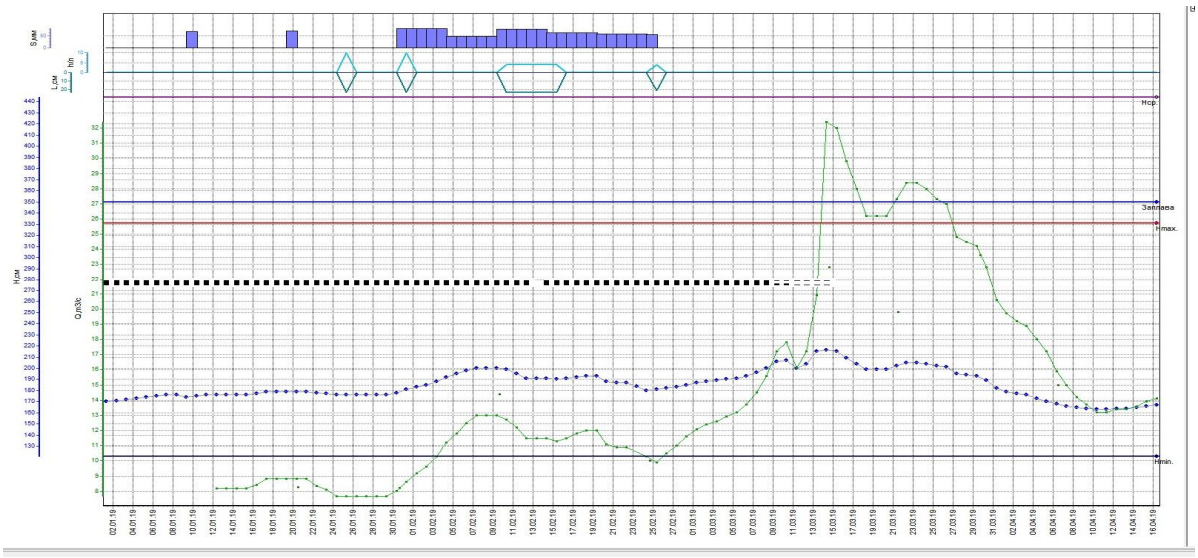


Рис 4.4 – Комплексний графік р. Судость-Погар, 2019 р.

Максимальні витрати води весняної повені на дату прогнозу склали від 8,79 м^3/с (Удай-м.Прилуки) до 552,75 м^3/с (Сейм-м.Рильськ), а максимальні модульні коефіцієнти змінювались від 0,18 (Снов-с.Щорс) до 0,72 (Ворскла-с.Чернетчина), таким чином а забезпеченість прогнозних величин в багаторічному розрізі максимальних витрат води весняного водопілля склала в середньому 75-82%. Результати довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля в дату накопичення максимальних снігозапасів у 2019 рік наведено у табл. 4.3.

Середнє квадратичне відхилення максимальних витрат води весняного водопілля від їх норми змінювалось від 24,9 м^3/с (Клевень-с.Шарпівка) до 676м^3/с (Сейм-м.Мутин), таким чином допустима похибка прогнозу коливається в діапазоні від 16,8 м^3/с (Удай-м.Прилуки) до 473,1 м^3/с (Десна-м.Брянськ). Оцінка якості довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля максимальних снігозапасів у 2019 р. наведена в табл 4.4.

Абсолютна похибка прогнозів максимальних витрат води коливається від 26,4 м^3/с до 420 м^3/с. При цьому більшість прогнозів є справджуваними (відносна похибка коливається від 0,29 до 0,96), а два прогнози є не виправданими. Забезпеченість складених пронозів максимальних витрат води весняного водопілля 2018-2019 р. становить 83%.

Табл 4.3 - Результати довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля - Sm 2019 рік

Gst	F, м^3	DF1	DF2	Kqm	P%	QRm
Сейм-м.Ришкове	7460	-16,6	-6,56	0,65	59	403,34
Сейм-м.Рильськ	18100	-16,34	-6,59	0,64	64	552,75
Сейм-м.Мутин	25600	-13,17	-5,43	0,43	71	408,12
Тускар-м.Курськ	2380	-17,1	-7,22	0,64	64	176,39
Свапа-ст.Город	3690	-15,6	-6,79	0,54	67	209,33
Клевень-с.Шарпівка	2440	-10,82	-4,47	0,3	78	38,9
Сула-м.Ромни	4020	-12,05	-3,96	0,44	75	61,85
Сула-м.Лубни	14200	-12,98	-5,94	0,31	81	70,24
Удай-м.Прилуки	1520	-11,58	-4,48	0,28	88	8,79
Псел-м.Суми	7770	-11,76	-4,57	0,38	75	117,93
Псел-м.Гадяч	11300	-13,49	-5,48	0,44	71	124,41
Псел-м.Запсілля	22400	-13,43	-5,08	0,46	74	153,23
Хорол-м.Миргород	1740	-12,51	-4,04	0,44	66	33,99
Ворскла-с.Чернетчина	5790	-19,13	-8,42	0,72	51	154,28
Ворскла-с.Кобеляки	13500	-13,18	-5,81	0,38	75	97,26
Десна-м.Брянськ	13700	-10,28	-4,43	0,35	87	327,83
Десна-с.Розльоти	36300	-10,36	-4,29	0,39	90	364,18
Болва-д.Псур	3210	-7,71	-2,75	0,29	99	68,62
Судость-д.Погар	5180	-7,76	-2,52	0,3	91	116,22
Снов-с.Щорс	7140	-4,91	-1,51	0,18	94	60,38

де QRm – прогнозне значення максимальної витрати води весняної повені на дату прогнозу, м^3/с;

Kqm − прогнозний максимальний модульний коефіцієнт весняної повені;

DF1, DF2 – значення дискримінантної функції, розраховані на дату прогнозу;

Табл 4.4 – Оцінка якості довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля - Sm 2019 рік

GST	F, м^3	SigmaQ	ddop	Qm	QRm	dQ	KR
Сейм-м.Ришкове	7460	457	308	42,0	403,34	-361,34	1,17
Сейм-м.Рильськ	18100	665	448,2	133	552,75	-419,75	0,94
Сейм-м.Мутин	25600	676	455,6	105	408,12	-303,12	0,67
Тускар-м.Курськ	2380	177	119,3	16,8	176,39	-159,69	1,34
Свапа-ст.Город	3690	235	158,4	***	209,33	***	***
Клевень-с.Шарпівка	2440	81	54,6	12,5	38,9	-26,4	0,48
Сула-м.Ромни	4020	109	73,5	***	61,85	***	***
Сула-м.Лубни	14200	157	105,8	32,2	70,24	-38,04	0,36
Удай-м.Прилуки	1520	24,9	16,8	***	8,79	***	***
Псел-м.Суми	7770	253	170,5	***	117,93	***	***
Псел-м.Гадяч	11300	273	184	***	124,41	***	***
Псел-м.Запсілля	22400	233	157	56,5	153,23	-96,73	0,62
Хорол-м.Миргород	1740	57,5	38,8	***	33,99	***	***
Ворскла-с.Чернетчина	5790	199	134,1	***	154,28	***	***
Ворскла-с.Кобеляки	13500	250	168,5	49,1	97,26	-48,16	0,29
Десна-м.Брянськ	13700	702	473,1	102	327,83	-225,83	0,48
Десна-с.Розльоти	36300	654	440,8	178	364,18	-186,18	0,42
Болва-д.Псур	3210	115	77,5	26,2	68,62	-42,42	0,55
Судость-д.Погар	5180	273	184	32,3	116,22	-83,92	0,46
Снов-с.Щорс	7140	255	171,9	***	60,38	***	***

де SigmaQ – середнє квадратичне відхилення максимальних витрат води весняного водопілля від їх норми, м^3/с;

ddop – допустима похибка прогнозу;

dQ – помилка прогнозу, $м^3/с$;

Qm – спостережений максимальна витрата води весняного водопілля, $м^3/с$;

dQ – помилка прогнозу, $м^3/с$;

KR - критерій якості прогнозу на дату прогнозу.

Основні результати досліджень представлені на наукових конференціях, семінарах кафедри гідрології суші протягом 2017-2019 рр.

5 РОЗРОБКА КАРТ НЕБЕЗПЕК ПОВЕНЕЙВ БАСЕЙНІ ДНІПРА З МЕТОЮ ПРОСТОРОВОГО МОНІТОРИНГУ СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

5.1 Картографічне представлення прогностичних величин максимальних витрат води весняного водопілля річок

В даному методі прогнозу гідрологічних характеристик весняного водопілля на річках пропонується оцінювати розміри очікуваного водопілля у кожному році на підставі карта-схем, побудованих для відносних величин – модульних коефіцієнтів весняного водопілля (шарів стоку ky та максимальних витрат води kq), що особливо є корисним для невивчених у гідрологічному відношенні річок [19,31,32].

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

Одночасно з каратами прогнозних значень модульних коефіцієнтів весняного водопілля й карта-схема ймовірності перевищення прогнозних велечин 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.

Але ж інакше обстоїть справа, коли гідрологічні вимірювання на річках обмежені або відсутні у доволі значному регіоні. Тоді, як розробка методики характеристик весняного водопілля за традиційними методами, так і побудова картосхем прогнозних величин просто технічно не можлива.

Автором [19] пропонується методика прогнозів характеристик весняного стоку річок при обмеженості даних гідрологічних спостережень у регіоні.

5.2 Побудова карто-схем прогнозної забезпеченості максимальних витрат води водопіль

На кожну дату складання прогнозів максимальних витрат води водопіль були автоматично побудовані картосхеми очікуваних максимальних модульних коефіцієнтів та їх забезпеченості [31,32].

Такі карти побудовпано у автомтичному режиму у комп комплексі сейм, побудовано і представлені представлені на рис. 5.1 та 5.2.

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

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

5.3 Моніторинг стану водних об’єктів в період весняного водопілля 2018-2019 р. в програмному комплексі «Сейм»

Згідно положень Паводкової Директиви 2007/60/ЄС [17] про затоплення заплавних територій необхідним є складання карт загроз затоплень та карт ризиків затоплень:

- карт загроз (зон) затоплення для повеней з різними рівнями імовірності, наприклад, при паводках 1%, 5% чи 20% забезпеченості. На них треба позначити площу та глибину затоплення, швидкість течії;
- карт ризиків затоплень, які мають містити інформацію про об’єкти інфраструктури, культурної спадщини тощо, затоплення яких може мати негативні наслідки.

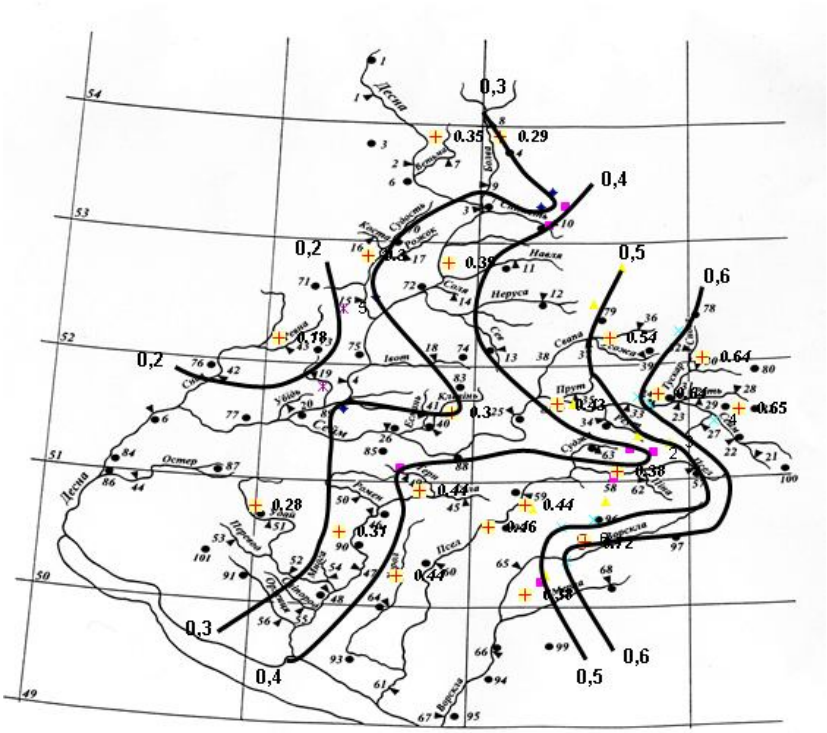


Рисунок 5.1 - Розподіл по території прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля k_{q_m} у 2018-1019 р.

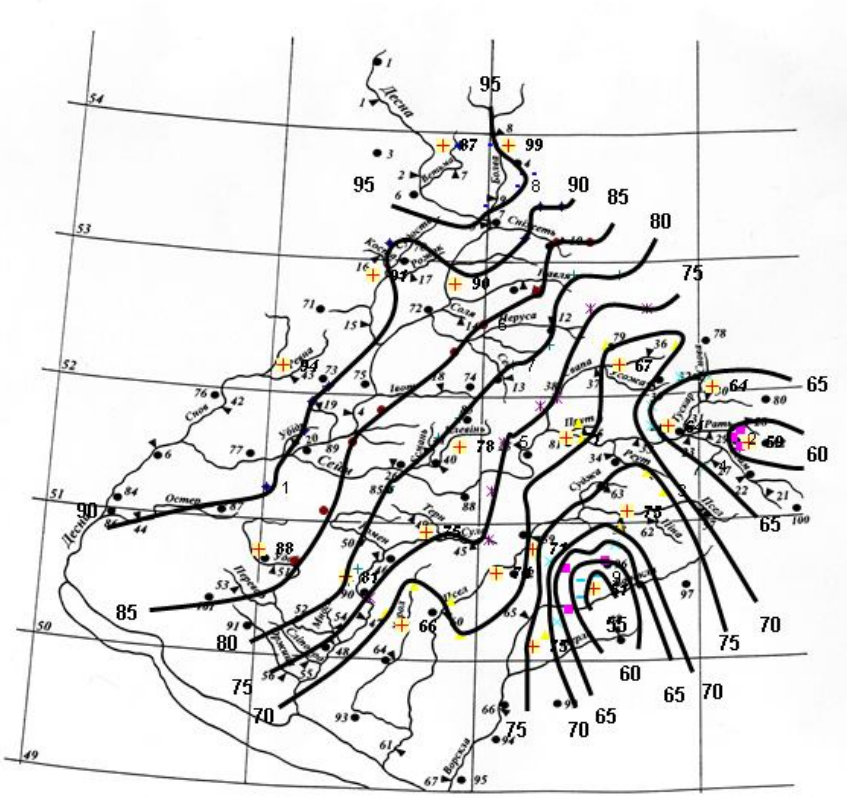


Рисунок 5.2 - Розподіл по території забезпеченості (*P*%) прогнозних величин максимальних витрат води весняного водопілля у 2018-1019 р.

В методі територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля річок предбачена картографічна форма представлення прогнозних величин, що виконується у кожному році випуску прогнозу. У тому числі у поточному числі 2018-2019 р. за данними результатів довгостокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля.

Розподіл по території прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів k_{q_m} весняного водопілля 2018-2019 р. показує, що водопілля цього року та ймовірності його настання у багаторічному періоді були менше норми по всій досліджуваній території (на рівні 0,2- 0,4 від норми в басейнах рр..Снов і Ревна, та дещо збільшуючись в басейнах рр. Тускар і Сейм – до 0,6 від норми). Розподіл по території забезпеченості (*P*%) прогнозних величин максимальних витрат води весняного водопілля коливався від 90-95% до 60-65%.

Карти зон затоплення території під час високих водопіль можуть бути отримані при наявності спрогнозованих максимальних рівнів води водопілля в сполученні з топографічними картами місцевості.

В роботі проаналізовані карти території, які мають потенційно значні ризики затоплення у районах річкових басейнів України, які були залучені із звіту про розроблення критеріїв та попередню оцінку ризиків затоплення територій у межах річкових басейнів відповідно до нормативних документів ЄС [37].

Таким чином, при прогнозуванні максимальних витрат води вв 2018-2019 р. картографічне представлення прогнозних величин і їх забезпеченості у багаторічному періоді дозволило при оцінці небезпек повені поточного року встановить, що ризики від можливого підтоплення заплавних територій мають місце в басейнах рр. Псел, Білоус, Єсмань - Ротівка (рис 5.3).

Результати досліджень за темою магістерської роботи навені у публікації автора роботи [38].

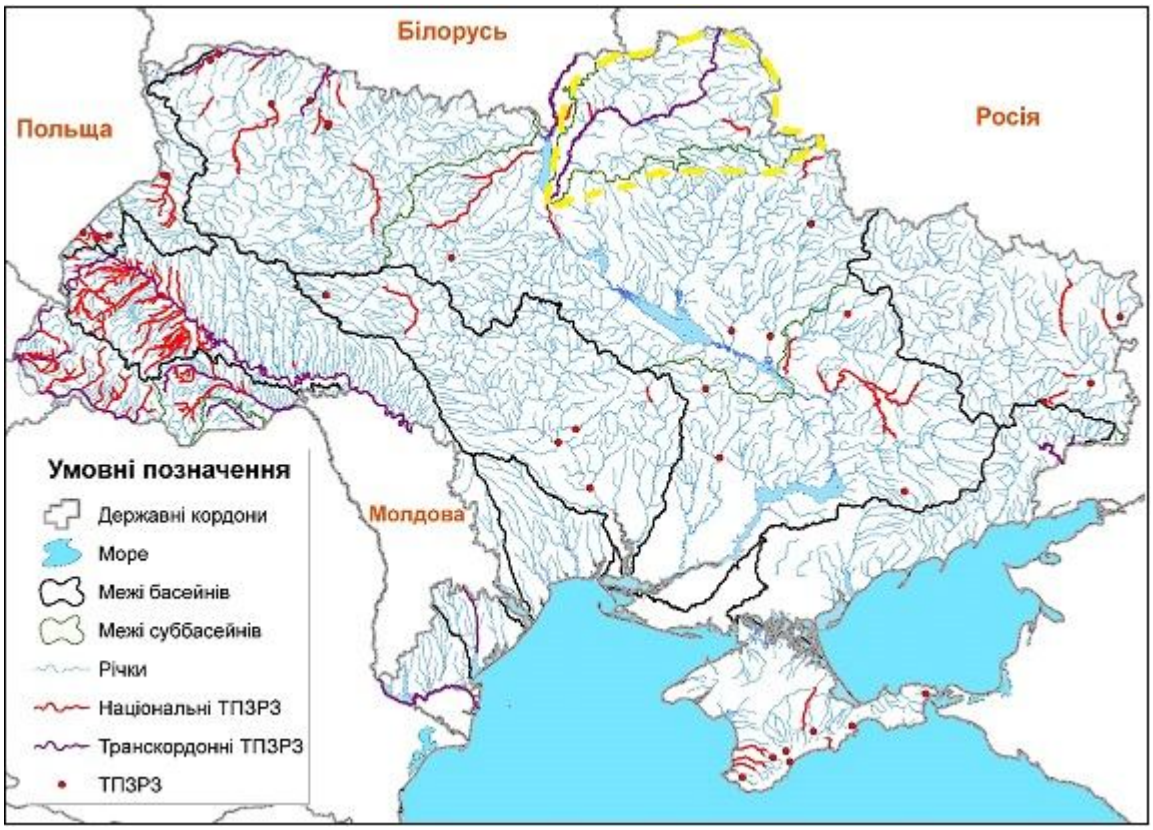


Рис. 5.3 - Території, які мають потенційно значні ризики затоплення у районах річкових басейнів України (жовтим кольором позначено басейн р. Десна) [37]

ВИСНОВКИ

В роботі здійснено прогнозування максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Десна та розробка карт небезпек повеней з метою просторового моніторингу стану водних об’єктів у весняний період водності річок. При цьому в основу роботи покладено метод територіальних довгострокових прогнозів характеристик максимального стоку весняного водопілля при використанні автоматизованого комплексу «Сейм».

Для випуску довгострокових прогнозів максимальних витрат води були залучені вихідні дані по запасам води у сніговому покриві, глибину промерзання грунтів, витратам води у осінньо-зимовий період, що сформовані у автоматизованому комплексі АРМ гідро, та дані з кліматичного кадастру по середнємісячним температурам.

Прогнозування максимальних витрат води велося для весняного водопілля 2018-2019 р. при використанні автоматизованного прогнозтичного комплексу «СЕЙМ». На дату складання прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля були автоматично побудовані картосхеми очікуваних максимальних модульних коефіцієнтів та їх забезпеченості у 2019 році.

Карти дають змогу визначити прогнозні значення максимальних витрат води водопілля та їх забезпеченості у багаторічному періоді 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.

Розподіл по території прогнозних величин $\boldsymbol{k_{qm}}$ у 2019 році відбувається у напрямку з північного заходу від 0,2 на південний схід до 0,6. Розподіл забезпеченостей прогнозних величин максимальних витрат води весняного водопілля (P %) простежується з південного сходу від 60% на північ до 95 %.

Для визначення максимальних витрат води було проаналізовано гідрографи весняної повені по даним за 2019 рік.

Абсолютна похибка прогнозів максимальних витрат води коливається від 26,4 $м^3/с$ до 420 $м^3/с$. При цьому більшість прогнозів є справджуваними (відносна похибка коливається від 0,29 до 0,96), але два прогнози є не виправданими. Забезпеченість складених прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля 2018-2019 р. становить 83%.

Таким чином, при прогнозуванні максимальних витрат води вв 2018-2019 р. картографічне представлення прогнозних величин і їх забезпеченості у багаторічному періоді дозволило при оцінці небезпек повені поточного року встановить, що ризики від можливого підтоплення заплавних територій мають місце в басейнах рр. Псел, Білоус, Єсмань та Ротівка.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР Т.6. Украина и Молдавия. Вып.2. Среднее и Нижнее Поднепровье / [под ред. М.С.Каганера].Л.:Гидрометеоиздат, 1971. 656 с.
2. Швебс Г.І., Ігошин М.І. / Каталог річок і водойм України: Навчально-довідковий посібник. Одеса: Астропринт, 2003. 392 с.
3. Вишневський В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. К.: Ніка-Центр. 2003. 324 с.
4. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В. Гребінь. – К.: Ніка-Центр, 2010. – 316 с.
5. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення Київ, 2006. 240 с.
6. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу / В.В.Гребінь, В.Б.Мокін, В.А.Сташук, В.К.Хільчевський, М.В.Яцюк, О.В.Чунарьов, Є.М.Крижановський, В.С.Бабчук, О.Є.Ярошевич. К.:Інтерпрес ЛТД, 2013. 55 с.
7. Гребінь В.В., Мокін В.Б., Яцюк М.В., Чунарьов О.В. Нове гідрографічне та водогосподарське районування як передумова впровадження інтегрованих підходів в управління водними ресурсами за басейновим принципом // Матеріали науково-практичної конференції «Сучасний стан та перспективи розвитку управління водними ресурсами України», 10-11 жовтня 2012 р., Київ: ДІУЕВР, 2012. С.7-8.
8. ГребіньВ.В., Яцюк М.В., Чунарьов О.В. Гідрографічне районування території України як передумова розробки планів інтегрованого управління річковими басейнами // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2012. Т. 2 (27). С. 8-16.

9. Наказу від 03.03.2017 №103 «Про затвердження Меж районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок»[Електронний ресурс]: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0421-17
10. Клімат України / За ред. В.М.Ліпінського, В.А.Дячука, В.М.Бабіченко. Київ: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
11. Клімат України: у минулому…і майбутньому?/ М.І.Кульбіда, М.Б.Барабаш, Л.О.Єлістратова, Т.І.Адаменко, Н.П.Гребенюк, О.Г.Татарчук, Т.В.Корж / за ред. М.І.Кульбіди, М.Б.Барабаш: Монографія. К.:Сталь, 2009. 234 с.
12. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України: [монографія] / колектив авт.: С.М.Степаненко, А.М.Польовий, Є.П.Школьний [та ін.]; за ред. С.М.Степаненка, А.М.Польового. Одеса: Екологія, 2011. 696 с.
13. Динаміка та моделювання клімату: підручник для студентів вищих навчальних закладів / С.М.Степаненко. Одеса: Екологія. 2013. 204с.
14. 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.
15. Кліматичний кадастр України (6ч.). Державна гідрометеорологічна служба. К: 2006, електронний ресурс.: climate_cgo@inbox.ru.
16. Методичні вказівки до чергувань з дисципліни «Гідрологічні прогнози» по темі: «Керівництво роботи з автоматизованим робочим місцем гідролога-прогнозиста АРМ-гідро» для студентів IV-V курсів денної форми навчання за спеціальністю "Гідрологія" / Шакірзанова Ж.Р., Бойко В.М., Погорєлова М.П., Будкіна І.Є., Арестова О.В.Одеса, ОДЕКУ, 2012. 58 с.
17. Директива 2007/60/ЕС Европейского Парламента и Совета от 23 октября 2007 г. По оценке и управлению рисками наводнений (Директива по наводнениям) [Електронный ресурс]: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A32007L0060
18. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і

їхніми державами-членами, з іншої сторони [Електронний ресурс]: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/984_011/page10

19. Шакірзанова Ж.Р. Довгострокове прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок та естуаріїв території України: монографія. Одеса: ФОБ Бондаренко М.О., 2015. 252 с.
20. Аполлов Б. А.., Калинин Г. П., Комаров В. Д. Курс гидрологических прогнозов. Л., Гидрометеоиздат, 1974, с. 418 с.
21. Бефани Н.Ф., Калинин Г.П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам: Учебное пособие. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1983. 390 с.
22. Руководство по гидрологическим прогнозам. Краткосрочный прогноз расхода и уровня воды на реках. Ленинград: Гидрометеоиздат. Вып. 2. 1989. 246 с.
23. Георгиевский Ю.М., Шаночкин С.В. Гидрологические прогнозы. Учебник. – Санкт-Петербург, изд.РГГМУ, 2007. 436 с.
24. Руководство по гидрологической практике. Сбор и обработка данных, анализ, прогнозирование и другие применения. Всемирная Метеорологическая Организация (ВМО - №168). Пятое изд. 1994. 844 с.
25. U.S. Army Corps of Engineers, 1960: Runoff from Snowmelt. Engineer Manual 1110-2-1406, U.S. Department of the Army, Washington, D.C.
26. Bruce, J. P., 1962: Snowmelt contributions to maximum floods. Proceedings of the Nineteenth Annual Eastern Snow Conference, 8–9 February 1962, Yale University, New Haven, Connecticut, pp. 85-103.
27. Linsley, R. K., Kohler, M. A. and Paulhus, J. L. H., 1949: Applied Hydrology. McGraw-Hill, New York.
28. Anderson, E. A., 1973: National Weather Service River Forecast System: Snow Accumulation and Ablation Model, Programs and Test Data. NOAA NWS-HYDRO Technical Memorandum 17.

29. Bergstroem, S., 1976: Development and Application of a Conceptual Runoff Model for Scandinavian Catchments. SMHI Rapporter No. RH07, Hydrological Oceanography.
30. Twedt, T. M., Schaake, J. C. and Peck, E. L., 1977: National Weather Service extended streamflow prediction. Proceedings of the western snow conference, Albuquerque, New Mexico, 19–21 April 1977.
31. Гопченко Є.Д., Шакірзанова Ж.Р., Андреєвська Г.М. Комп'ютерні засоби просторового узагальнення очікуваних характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок (на прикладі басейну Десни). Метеорологія, кліматологія та гідрологія, 2005. Вип. 49. С. 406-413.
32. Modelling of land surface waters: Notes of lectures for students of courses for further training and retraining of specialists. Shakirzanova Zh.R., Gopchenko E.D., Ovcharuk V.A., Kichuk N.S.; Odessa: TES, 2018. 112 p.
33. Методичні вказівки з практичних занять та чергувань з дисципліни «Гідрологічні прогнози» по темі: «Територіальний довгостроковий прогноз максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Десна та лівих приток Середнього Дніпра (за автоматизованим комп'ютерним комплексом)» для студентів IV курсу денної форми навчання за спеціальністю "Гідрологія" / Шакірзанова Ж.Р., Андреєвська Г.М., Погорелова М.П., Будкіна І.Є. Одеса, ОДЕКУ, 2012. 56 с.
34. Methodical guidelines for performance of practical works of courses for further training and retraining of specialists "Modelling of Land Surface Waters", speciality "Hydrology" / Authors: Shakirzanova Zh.R., Gopchenko Y.D., Ovcharuk V.A., Kichuk N.S. – Odesa, OSENU, 2017. – 60 p., English version
35. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 448 с.
36. Настанова з оперативної гідрології. Прогнози режиму вод суші. Гідрологічне забезпечення і обслуговування / Керівний документ. Київ.: Український гідрометеорологічний центр, 2012. 120 с.

37. Звіт про науково-дослідну роботу № 3/16 «Розроблення критеріїв та попередня оцінка ризиків затоплення території у межах річкових басейнів відповідно до нормативних документів ЄС». Київ, 2018. 197с.

38. Семеняга П.С., Шакірзанова Ж.Р. Довгостроковий прогноз максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Десна (за автоматизованим комп'ютерним комплексом) // III міжнародна наукова конференція молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія: Актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» 21-23 березня 2018 р.,ОДЕКУ, Одеса – 2018. С.135 – 136.