

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра гідрології суші

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: Щорічний моніторинг стану водних об'єктів при прогнозуванні
максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять

Виконав студент 2 р.н. групи МГ- 61
спеціальності 103 «Науки про Землю»,
Пелагін Артем Сергійович _____

Керівник д-р геогр. наук, професор
Шакірзанова Жаннетта Рашидівна

Консультант _____

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

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра гідрології суші
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 103 «Науки про Землю»
(шифр і назва)
Освітня програма Гідрологія

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри гідрології суші
д-р геогр. наук, проф. Шакірманова Ж.Р.
“26” березня 2018 року

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

Пелагіну Артему Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Щорічний моніторинг стану водних об'єктів при прогнозуванні максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять»

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

затверджені наказом закладом вищої освіти від “_02_” _11_ 2017 року №_321-С_

2. Строк подання студентом роботи 01.06.2018

3. Вихідні дані до роботи: Дані спостережень за витратами води весняного водопілля, снігомірних снігозйомок, весняними опадами періоду сніготанення, температурами повітря, глибиною промерзання та вологості ґрунтів в басейнах річок правобережної частини басейну р. Прип'ять.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Коротка фізико-географічна характеристика басейну р. Прип'ять.

2. Гідрологічна вивченість і характеристика гідрографічної мережі. Загальна характеристика водного режиму річки. Основні положення Водної Паводкової Директиви ЄС 2007/ 60/ЄС щодо ризиків підтоплення територій.

3. Основні положення методу, що використовується для довгострокового прогнозу максимальних витрат води в басейнах річок басейну р. Прип'ять. Принципи роботи і освоєння комп'ютерного комплексу «Прип'ять».

4. Прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля розглядуваної теорії на основі використання комп'ютерного комплексу.

5. Визначення забезпеченості при оперативному прогнозуванні величин максимальних витрат води водопілля. Форма представлення прогнозу.

6. Оцінка територіальної методики прогнозу за період 2017-2018 р. при прогнозуванні максимальних витрат води водопілля по оперативних гідрологічних спостережень на річках за комп'ютерним комплексом «Прип'ять».

7. Аналіз отриманих результатів та картографічна форма представлення прогнозу.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Карто – схеми: фізико - географічного положення, ґрунтів, рослинності, розміщення гідрологічних постів

басейну р.Прип'ять, норм шарів стоку, тривалості силового припливу тало-дощових вод, максимальних снігозапасів, прогнозних величин та їх забезпеченості.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 26 березня 2018 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Розгляд фізико-географічних умов формування весняного стоку в басейні р.Прип'ять (географічного положення, ґрунтового та рослинного покриву, рельєфу, кліматичних умов, водного режиму річок).	26.03-01.04. 2018	75	добре
2	Основні положення методу, що використовується для розробки методики довгострокового прогнозування максимального стоку в басейні р.Прип'ять	02 - 15. 04.2018	75	добре
3	Об'єкти дослідження, створення комп'ютерної бази оперативних вихідних даних у вигляді базової та оперативної інформації. Принципи роботи і освоєння комп'ютерного комплексу «Прип'ять».	16 – 29. 04. 2018	75	добре
	Рубіжна атестація	30.04-06.05. 2018	75	добре
4	Прогноз максимальних витрат води зимових паводків та весняних водопіль розглядуваної теорії на основі використання комп'ютерного комплексу. Визначення забезпеченості при оперативному прогнозуванні величин максимальних витрат води водопілля. Форма представлення прогнозу.	07 - 15.05. 2018	70	задов
5	Оцінка територіальної методики прогнозу за водопілля 2017-2018 р. при прогнозуванні максимальних витрат води весняних водопіль по оперативних гідрологічних спостережень на річках за комп'ютерним комплексом «Прип'ять». Картографічна форма прогнозу.	15.05-20.05 2018	70	задов
	Оформлення роботи	21.05-31.05. 2018	80	добре
	Здача роботи на кафедрі, перевірка на плагіат, рецензування, підготовка презентації, доповіді	01.06-15.06. 2018		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		74	добре

Студент _____

(підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

(підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Магістерська кваліфікаційна робота студента гр. МГ-61 Пелагіна А.С. на тему «Щорічний моніторинг стану водних об'єктів при прогнозуванні максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять».

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. По суті здійснюється оцінка гідрологічних ризиків при підтопленнях (згідно Водної Паводкової Директиви ЄС).

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є використання програмного комплексу для довгострокового прогнозування максимального стоку весняного водопілля і картографічного представлення інформації (з використанням комп'ютерних засобів). Задачі дослідження полягають у зборі вихідної гідрологічної і метеорологічної інформації, аналізу отриманих результатів для щорічного моніторингу стану водних об'єктів в басейні р. Прип'ять

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом дослідження є значна територія басейнів р.Прип'ять (українська частина) та інших правих приток Середнього Дніпра, які характеризуються проходженням весняних водопіль на річках і частим затопленням промислових територій і населених пунктів.

Методи дослідження. Метод територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля річок, дискримінантний аналіз, картографічне представлення прогностичної інформації при використанні сучасних комп'ютерних технологій.

Результати, їх новизна полягають в використанні і адаптації методики територіальних довгострокових прогнозів максимальних витрат води і строків весняного водопілля для просторового моніторингу.

Теоретичне та практичне значення. Можливість оцінки стану водних об'єктів при проходженні весняних повеней на річках, можливих зон затоплення заплавної території при виникненні катастрофічних гідрологічних явищ, що буде сприяти покращенню стану довкілля в басейні р. Прип'ять.

Структура і обсяг роботи:

кількість сторінок – 109;

кількість рисунків – 54;

кількість таблиць – 16;

кількість літературних джерел – 26.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПРОГНОЗ, МОНІТОРИНГ, ВЕСНЯНІ ПОВЕНІ, МОЖЛИВЕ ЗАТОПЛЕННЯ, КАРТОГРАФІЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ

SUMMARY

Annual Monitoring of the Status of Water Bodies under Prognostication of the Maximum Runoff during Spring Flood in the Pripyat River Basin

Actuality of theme. In order to hydrologically monitor and increase the effectiveness of flood protection measures against the population, industrial objects and agricultural lands from harmful effects when flooding them with flood waters, it is necessary to substantiate the methods of territorial forecasting of the maximum discharge (levels) of spring water drainage - the most rich-water phase of most rivers in Ukraine. In essence, the assessment of hydrological risks during flooding (according to the EU Water Flood Directive).

The purpose and tasks of the study. The purpose of the work is to use the software complex for long-term forecasting of maximum runoff of spring water and mapping of information (using computer facilities). The research objectives are to collect the initial hydrological and meteorological information, to analyze the results obtained for the annual monitoring of the status of water bodies in the Pripyat river basin.

Object of research. The object of the study is a large area of the basins of the Pripyat River (Ukrainian part) and other right tributaries of the Middle Dnieper, characterized by the passage of spring water in the rivers and frequent flooding of industrial areas and settlements.

Research methods. Method of territorial long-term forecasts of the characteristics of spring rivers, discriminant analysis, cartographic representation of forecast information when using modern computer technologies.

The results of their novelty consist in the use and adaptation of the methodology of territorial long-term forecasts of maximum water consumption and terms of spring water for spatial monitoring.

Theoretical and practical significance. Ability to assess the state of water objects during spring floods on rivers, possible flood waters floodplain areas in the event of catastrophic hydrological phenomena, which will contribute to the improvement of the environment in the Pripyat river basin.

Structure and scope of work:

number of pages - 109;

number of drawings -54;

number of tables - 16;

number of literary sources - 26.

KEYWORDS: FORECAST, MONITORING, SPRING FULL, POSSIBLE DEPLOYMENT, CARTOGRAPHIC PRESENTATION

Зміст

	Стор.
Вступ.....	7
1 Характеристика формування весняного водопілля в басейні р. Прип'ять і можливі наслідки при катастрофічному його розвитку...	10
1.1 Географічне положення і рельєф.....	10
1.2 Ґрунтовий покрив.....	13
1.3 Рослинність.....	16
1.4 Клімат.....	18
1.5 Водний річок басейну Прип'ять.....	25
1.6 Гідрологічний режим весняного водопілля і можливі наслідки при катастрофічному його розвитку.....	30
1.7 Основні положення Водної паводкової Директиви ЄС.....	33
1.8 Гідрометеорологічна вивченість.....	38
2 Метод територіальних довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Прип'ять.....	42
2.1 Методика прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля.....	42
2.2 Встановлення прогнозних величин максимальних витрат води весняного водопілля.....	46
2.3 Встановлення ймовірності настання прогнозних величин максимальних витрат води весняного водопілля.....	50
2.4 Просторове представлення прогностичних величин максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля та їх забезпеченості.....	52
2.5 Прогнози максимальних рівнів води весняних водопілля.....	52
2.6 Оцінка якості довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля.....	53
2.7 Основні положення методики прогнозів (консультацій) строків проходження водопілля.....	54
2.7.1 Методичні основи прогнозів.....	54
2.7.2 Методика встановлення забезпеченості прогнозних дат водопілля.....	59
2.7.3 Форма представлення прогнозів дат.....	60
3 Основні принципи роботи прогностичного комплексу «Прип'ять».....	62
3.1 Організація комп'ютерної бази вихідних даних.....	65
3.2 Порядок введення вихідної гідрометеорологічної інформації.....	67
3.3 Визначення факторів весняного водопілля.....	68

3.4	Прогноз максимальних витрат води зимових паводків.....	69
3.5	Прогноз максимальних витрат води весняного водопілля.....	71
3.6	Схема складання прогнозу максимальних рівнів води весняного водопілля, їх представлення в комп'ютерному комплексі.....	74
3.7	Схема складання прогнозу дат початку і максимальних витрат води весняного водопілля, визначення завчасності прогнозу.....	75
3.8	Оцінка якості довгострокових прогнозів максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля, строків проходження водопілля....	80
4	Прогностичний моніторинг стану водних об'єктів в період весняного водопілля в басейні річки.....	83
4.1	Картографічна форма представлення прогностичних величин шарів стоку і максимальних витрат води весняного водопілля та їх забезпеченості.....	83
4.2	Форма представлення очікуваних дат проходження весняного водопілля.....	85
4.3	Використання ГІС технологій при картографічному зображенні....	86
4.4	Просторова оцінка стану водних об'єктів у весняний період 2018р. в басейні ріки Прип'ять.....	87
	Висновки	91
	Список літератури	94
	Додаток А.....	98

ВСТУП

Актуальність теми. З метою щорічного моніторингу та підвищення ефективності заходів протипаводкового захисту населення, промислових об'єктів та сільськогосподарських угідь від шкідливих наслідків при затопленні їх повенеми водами необхідним є використання методу територіального прогнозування максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля – найбільш багатоводної фази більшості річок України. У багатоводні роки при проходженні катастрофічних повеней загроза небезпечної дії вод особливо гостро відчутна на басейнах тих річок, де не відбуваються гідрологічні спостереження і відповідно відсутні будь-які методики прогнозування. Тому формою представлення територіальних прогнозів мають бути карти розподілу по території прогнозних величин, а також, що особливо важливе для невивчених річок, ймовірності їх настання у багаторічному розрізі. По суті здійснюється оцінка гідрологічних ризиків при підтопленнях територій (згідно Водної Паводкової Директиви 2007/60/ЄС).

В світі існує достатнє число спеціальних ГІС-засобів, наприклад, таких як модуль гідрологічного моделювання Arc Hydro, що входить до складу найпотужнішої у світі ГІС-платформи ArcGIS, ГІС-пакет MapInfo, а також програмне забезпечення вітчизняної розробки GIS-Module Ukraine [1] та ін. Такі ГІС-пакети дозволяють візуалізувати, тобто представляти у вигляді цифрових карт дані, що мають географічну прив'язку, а також здійснювати просторовий аналіз інформації. Подібний інструментарій узагальнення і представлення даних використаний й у розробках Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту у вигляді комп'ютерного програмного комплексу «Шар» (автор М.М.Соседко) [2] та кафедри гідрології суші Одеського державного екологічного університету під назвою «Сейм» і «Прип'ять» (автори Є.Д.Гопченко, Ж.Р.Шакірманова) [3].

Мета роботи - для щорічного просторового моніторингу стану водних об'єктів при проходженні максимального стоку весняного водопілля в басейні

річки Прип'ять використання автоматизованого програмного комплексу, при створенні бази багаторічних гідрометеорологічних даних, випуску оперативного прогнозу, картографічного представлення гідропрогностичної інформації про розміри максимальних витрат води і ймовірності виникнення водопілля у багаторічному розрізі, строків проходження весняного водопілля річок.

Об'єктом дослідження є значна територія басейнів р.Прип'ять (українська частина) та інших правих приток Середнього Дніпра, які характеризуються проходженням весняних водопіль на річках і частим затопленням промислових територій і населених пунктів.

Вихідні дані. Дані спостережень за багаторічними і щорічними гідрометеорологічними характеристиками весняного водопілля, що одержуються з інформаційної бази Українського гідрометцентру (АРМ-гідро), а також містяться в базі даних програмного комплексу «Прип'ять», картографічна основа басейнів річок.

Методи досліджень: метод територіальних довгострокових прогнозів весняного стоку, картографічне представлення прогностичної інформації при використанні сучасних комп'ютерних технологій: ГІС-пакет MapInfo.

Практична і соціальна значимість полягають в автоматизації просторового моніторингу, оцінки стану водних об'єктів при проходженні весняних повеней на річках, можливих зон затоплення заплавлених територій при виникненні катастрофічних гідрологічних явищ, що буде сприяти покращенню стану довкілля територій України.

Апробація основних результатів роботи здійснено на наукових конференціях молодих вчених ОДЕКУ (2016,2017), V Міжнародній науковій конференції молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (ХНУ, м.Харків. 2017), наукових студентських семінарах кафедри гідрології суші «Актуальні проблеми гідрології і шляхи їх вирішення» (2016, 2017).

Робота виконувалася в рамках НДР МОН України «Науково-методична база для встановлення розрахункових характеристик весняного водопілля в басейні Дніпра в умовах мінливості клімату», № ДР 0117U002424 (термін виконання: 01.2017- 12.2019).

Магістерська робота виконувалась на замовлення Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського в пункті 3.2 «Максимальний стік весняного водопілля в басейні р. Прип'ять (українська частина)» (лист від 04.04.18 №17.08/708).

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМУВАННЯ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ В БАСЕЙНІ Р. ПРИП'ЯТЬ І МОЖЛИВІ НАСЛІДКИ ПРИ КАТАСТРОФІЧНОМУ ЙОГО РОЗВИТКУ

1.1 Географічне положення і рельєф

Прип'ять - річка в Україні (у Волинській, частково у Рівненській, Київській областях) та у Білорусі - найбільша за площею басейну, довжиною і водністю права притока Дніпра. Бере початок поблизу с. Голядина Любомльського району Волинської області і впадає в Київське водосховище (рис.1.1). Довжина її становить 761км, площа водозбору 121 000 км², зокрема в межах Білорусі - 52700 км² (44%). Загальне падіння 69,5 м, середній ухил водної поверхні - 0,09‰, середньозважений - 0,08‰. В роботі розглядається українська частина басейну Прип'яті та деяких інших правих приток Середнього Дніпра, що розташовані в основному на території Українського Полісся. Фізико-географічна характеристика виконана за джерелами [4 - 10].



Рис. 1.1 – Карто-схема географічного положення басейну р. Прип'ять [10]

Розглядуваний район охоплює ряд орографічних областей – північну частину Придніпровської височини, північну частину Подільської височини, Волинську височину, Поліську низовину (Волинське, Житомирське полісся). Формування рельєфу тут обумовлено геологічною будовою території, тектонічною активністю її окремих частин, а також взаємодією зовнішніх процесів.

Територія Полісся включає в себе низовину з загальним нахилом Правобережної її частини на північ в бік р. Прип'ять. У зв'язку з загальним орієнтованим нахилом місцевості усі річки Правобережного Полісся мають направлений стік у бік р. Прип'ять.

Рельєф території характеризується чергуванням моренних горбистих височин з плоскими рівнинними ділянками. На південний схід від Білоруського пасма знаходяться прильодовикові рівнини, які на південь переходять в плоску заболочену Поліську низовину, слабо нахилену від Західного Бугу до Дніпра і складену водно-льодовиковими і стародавніми озерно-річковими відкладами. Моренні пасма і горби досить рідкісні в Поліссі. На захід від р. Горинь протягнулася смуга Волинського пасма, в районі м. Мозир піднімається Мозирське пасмо.

Риси моренного рельєфу, що добре збереглися, обширні зандрові рівнини, оточені височинами, наявність стародавніх улоговин стоку льодовикових вод і кліматичні особливості визначили в основному будову річкової мережі і зумовили розподіл озер і боліт на цій території.

На північ Правобережна височина переходить в Поліську низовину. Межа між ними відповідає північній межі суцільного розповсюдження лесових порід і проходить по лінії Шепетівка - Полонне - Чуднов. У західному напрямі Правобережна височина переходить в Подільську височину: у північно-східній частині протікають річки Случ і Горинь, а на північно-західному схилі бере початок річка Стир та її права притока Іква.

Подільська височина має максимальні відмітки поверхні до 407 м в районі м. Кременець на вододілі між річками Іквою і Вілією (права притока

Горині); максимальні відмітки поверхні вододілу Вілія - Горинь і Горинь - Случ досягають 320 м. Різниця висот в районі Кременецької височини становить близько 200 м, східніше зменшується до 40 - 60 м.

Річки Іква і Стир перетинають східну частину Малополіської (Бугсько-Стирської) рівнини – обширну, відносно знижену область, що розділяє Подільську (на півдні) і Волинську височини (на півночі). Ця неглибоко розчленована рівнина має відмітки поверхні порядку 230 – 240 м. Рівнинний характер поверхні, поширеність піщаних масивів і значна заболоченість дали підставу для порівняння її з Поліссям.

Волинська височина витягнута в широтному напрямі, перетинається долинами Стира (і притокою Іквою) і Горині. Відмітки поверхні тут становлять 240 - 250 м, в межах Мізочського кряжу - до 34 м, глибина врізу річкових долин досягає 60 -70 м.

Поліська низовина складається з низки частин, кожна з яких має свої особливості. Загальними рисами Полісся є порівняно плоска, часто заболочена поверхня, неглибоко врізані широко меандруючі річкові долини, велике розповсюдження пісків, які створюють своєрідні форми рельєфу.

Абсолютні відмітки поверхні Волинського Полісся досягають 220 м, але в середньому знаходяться в межах 200 м (поверхня всього прип'ятського і правобережного Полісся нахилена на північ, до долини Прип'яті); глибина врізу річкових долин незначна, тільки на окремих ділянках досягає 30 – 50 м. Окремі нерівності обумовлені в основному нерівномірною акумуляцією льодовикових відкладів.

Центральне Полісся, що відповідає області залягання кристалічних порід вище за місцеві базиси ерозії, є найвище піднятою, краще дренованою, менш заболоченою і більш глибоко розчленованою частиною Полісся. Різко виділяється Словечансько-Овручський кряж - витягнута в широтному напрямі височина, що піднімається над навколишньою місцевістю на 55 - 65 м.

Поліська тераса на частині своєї поверхні складена пісками, на іншій - суглинками. Піски поліської тераси часто утворюють складний горбистий

рельєф - релікти руслових валів і інших флювіальних форм в більшою або меншою мірою перероблені вітром. На значних ділянках піски покриті сосновими лісами, що дало підставу для назви піщаної гущавини цієї тераси - бороною. Поступово тераса поліського віку переходить часто без помітних уступів в зандрову рівнину.

Дуже поширені на описуваній території льодовикові і водно-льодовикові рівнини. Власне моренна рівнина відома тільки в західному Поліссі, де вона утворює широтно витягнуте пасмо. На решті території, що покривалася льодовиком максимального заледеніння, моренні відклади прикриті, і тому в рельєфі не виражені моренно-зандрова і зандрова рівнини, які утворюють вельми специфічний рельєф Полісся – залісену низовину з неглибоко врізаними широко меандруючими річковими долинами, великою кількістю боліт. Ближче до периферії території, що покривалася льодовиком максимального заледеніння, і в прильодовикових районах моренно-зандрова і зандрова рівнини переходять у водно-льодовикову лесову рівнину, в будові якої беруть участь лесові породи і водно-льодовикові піски. У позальодовиковій зоні тягнуться обширні рівнини, складені лесовими породами різних утворень. У південно-східній частині Волино-Подільської плити вони залягають на значних відносних висотах і розчленовані яружно-балковою мережею.

1.2 Ґрунтовий покрив

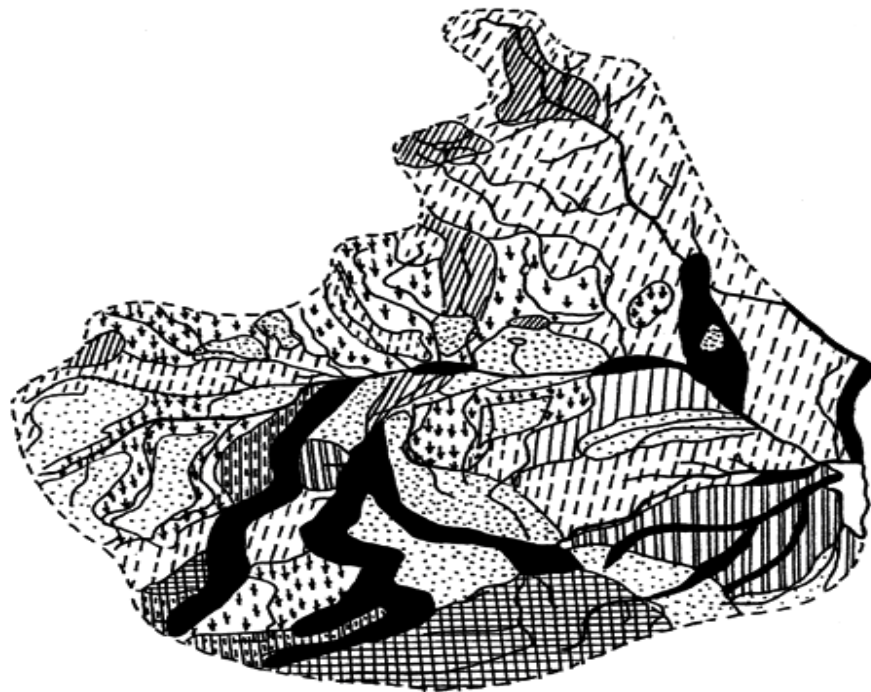
Ґрунтовий покрив розглядуваної території надзвичайно різноманітний. Він налічує близько 160 генетично і агрономічне різних видів ґрунтів.

Основний фон ґрунтів складають дерново-підзолисті ґрунти різного механічного складу і різного ступеню підзолистості (слабо -, середньо - і сильно-підзолисті різновиди).

Болотні ґрунти займають у межах Полісся значні площі. Тут розвинений низовинний тип боліт; незначні площі займають верхові й

перехідні болота. Болотні ґрунти частіше за усе представлені торф'яно-болотними різновидами і торф'яниками.

Ґрунтовий покрив басейну р. Прип'ять надзвичайно строкатий і різноманітний. За підстильними і ґрунтоутворюючі породи правлять переважно четвертинні льодовикові і післяльодовикові піщані відклади, потужністю 15-40 м, які відрізняються високим стоянням (0,1-3 м від поверхні) дзеркала ґрунтових вод (рис.1.2).












-  - дерново-підзолисті заболочені;
-  - дерново-підзолисті глеєваті;
-  - чорноземи потужні малогумусні глеєвато-легко-суглинні;
-  - торф'яно-болотяні ґрунти и торф'яники;
-  - дерново-слабкопідзолисті піщані и глинисто-супіщані;
-  - алювіально-лужні;
-  - чорноземи опідзолені суглинні;
-  - темно-сірі опідзолені суглинні;
-  - каштанові ґрунти.

Рисунок 1.2 – Схематична карта ґрунтів в басейні р. Прип'ять

Характерною особливістю Полісся є її слабка дренажність, а тому має місце велика кількість мезо - і мікроформ рельєфу, безліч дрібних боліт, розкиданих серед незаболочених ґрунтів, що вкрай утрудняє сільськогосподарське використання таких територій, знижує землеробські якості і створює надзвичайно велику строкатість угідь.

Формування ґрунтового покриву повсюдно відбувається в умовах підвищеного або надмірного зволоження.

Найбільшого розвитку набули тут дерново-підзолисті, місцями оглеєні, піщані і супіщані ґрунти. У центральному Поліссі великі площі зайняті різного виду заболоченими і болотяними ґрунтами, алювіально-лугові ґрунти - пов'язані з долинами. На підвищених ділянках розвинені середньосуглинні і легкосуглинні ґрунти, а на крайньому півдні зустрічаються чорноземи [4].

Для дерново-підзолистих ґрунтів характерна чітка диференціація профілю за елювіально-ілювіальним типом. Верхній гумусо-елювіальний горизонт потужністю 10 - 20 см, світло-сірого або буро-сірого кольору, пухкий, ніжно-грудкуватий або плитчасто-грудкуватий.

У дерново-підзолистих ґрунтах піщаного і глинисто-піщаного механічного складу елювіальний горизонт виявляється слабо і не так чітко. Ілювіальний горизонт представлений тонкими (від 0,3 до 5 см), звивистими, ущільненими горизонтальними прошарками. Вони майже суцільно покривають боріві тераси і горбисті, перероблені вітром задрові рівнини Полісся. Ці ґрунти бідні мулистими частинками (2 - 5%), в них переважає дрібнозернистий пісок (близько 90 %). Вологозапас - 100 – 110 мм. Водно-фізичні і фізико-хімічні властивості малосприятливі не тільки для накопичення гумусу, але й для накопичення основних елементів живлення для рослин - фосфору і калію. Такі ґрунти вкрай потребують високих доз органічних і мінеральних добрив.

Дерново-підзолисті глеєві ґрунти поширені в північних частинах досліджуваного району. Пов'язані вони з плоскими не дренажними зниженнями мезорельєфу й з улоговинами стоку з близькими до поверхні

рівнями ґрунтових вод, що обумовлює тривале перезволоження профілю, а в окремих випадках - навіть і заболочування.

У басейні річки Прип'ять поширені торф'яно-болотяні ґрунти, які пов'язані з обширними понижень вододілів, притерасних низин і долин. Використовуються вони частково як малоцінні кормові угіддя, велика частина яких є осоково-вільховими болотами. Висока потенційна родючість торф'яно-болотяних ґрунтів Полісся обумовлена великою потужністю органічної маси (від 0,5 до 10 м), високою зольністю (15 - 40 %), вони багаті на загальний азот, але бідні на фосфор, калій і мікроелементи; постійно перезволожені, повітряний режим незадовільний, ці ґрунти відрізняються великою кількістю закисних сполук сірководню й інших сильно токсичних речовин.

На території також зустрічаються чорноземи та інші ґрунти, різноманітні за механічним складом.

1.3 Рослинність

Розглядувана територія відноситься до Поліської підпровінції Східно-Європейської провінції і характеризується переваженням дубово-соснових лісів. За фізико-географічним районуванням басейн р. Прип'ять знаходиться в зоні мішаних і широколистяних лісів і частково - в лісостеповій зоні України (рис.1.3). Крім лісів, велике розповсюдження мають заплавні і незаплавні луки і болота.

Більша частина площі водозбору зайнята мішаним лісом, болотами і заболоченими землями. Зазвичай ліси поширені на лівобережжі, між низов'ями річок Ясельди і Птичі, на правобережжі вони зосереджені південно-західніше м. Мозир. Переважними породами є сосна і дуб (рис 1.4).

Широколистяно-лісова зона в басейні річки Прип'ять представлена лісовою, луговою й болотяною рослинністю. Ліси займають приблизно 23% всієї території басейну і відносяться, головним чином, до підвищених елементів рельєфу й інших терас численних річок басейну річки Прип'яті.

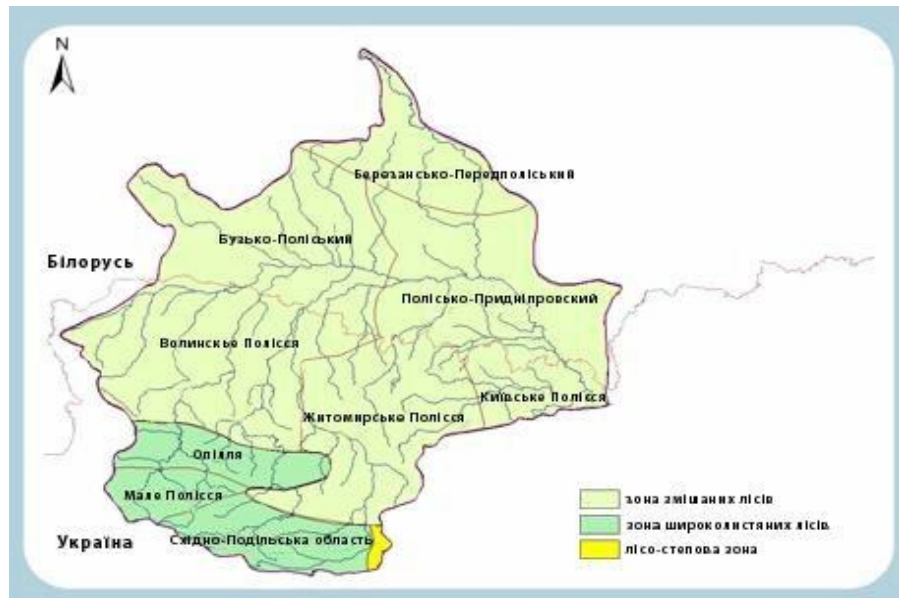


Рис. 1.3 – Фізико-географічне районування басейну р. Прип'ять

Найбільш залісеними є західна і центральна частина зони (30 - 40 %); найменше - східна (10 %). На луки припадає 12% усієї території. Зосереджені вони переважно в заплавах річок, на зандрових рівнинах і надзаплавних терасах. Болота займають приблизно 5% всієї площі; розташовані вони в заплавах, на інших піщаних терасах і у зниженнях.



Рисунок 1.4 – Схематична карта рослинності в басейні р. Прип'ять

Соснові ліси або бори складають 23 % всіх лісів. Широко розповсюджені вони на південному заході широколистяно-лісової зони. Представлені соснові ліси групами асоціацій лишайникових, зеленомісних і довгомісних сосняків. Сосняки лишайникові займають приблизно 15% площі соснових лісів. Сосняки довгомісні, або сірі бори, складають приблизно 30% від загальної площі. Тут зустрічається густий моховий покрив.

1.4 Клімат

Основні риси клімату розглядуваної території формуються під впливом загальних і місцевих кліматоутворюючих факторів, характер і інтенсивність яких суттєво відрізняються по сезонах року [4,11].

Зимовий сезон, як і усе холодне півріччя, характеризується переважною роллю циркуляційного фактору. Зимом дуже розвинена циклонічна діяльність. Перехід до холодного періоду пов'язаний з початком вторгнення арктичного повітря, обумовлюючого різкі і значні похолодання, перші морози і сніг. Повторність і інтенсивність цих вторгнень поступово збільшується.

Перехід до весняного періоду характеризується збільшенням ролі радіаційного фактору і посиленням впливу підстильної поверхні. Влітку вторгнення арктичного повітря майже припиняється і атмосферні процеси характеризуються посиленням азорського антициклону. Протягом осіннього сезону азорський антициклон повністю руйнується. Замість нього в жовтні-листопаді починає розвиватися сибірський антициклон.

Для опису температурного режиму річок Прип'ятського Полісся у табл.1.1–1.5 наводяться данні про температури повітря, взяті по чотирьох метеостанціях рівномірно розташованих по території басейну.

Найбільш низькі температури повітря спостерігаються повсюдно у січні і становлять -4.6°C , -5.3°C (табл. 1.1). Починаючи з березня - квітня, температура повітря починає зростати. Найбільш теплий місяць року - липень, коли

температури повітря дорівнюють 18.3-18.6°C. Середня річна температура повітря становить 6.8-7.2°C.

Таблиця 1.1 - Середня місячна і річна температура повітря, °C

№	станція	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	річна
1	м. Сарни	-5.2	-4.2	0.0	7.1	13.9	17.2	18.8	17.5	13.1	7.2	1.9	-2.8	7.0
2	м. Ковель	-4.6	-3.7	0.4	7.2	13.9	17.0	18.6	17.4	13.2	7.4	2.4	-2.2	7.2
3	м. Ямпіль	-5.3	-4.4	0.0	6.9	13.5	16.8	18.3	17.4	12.7	7.1	1.9	-2.7	6.8
4	м. Пінськ	-5.2	-4.3	-0.3	7.0	13.9	17.0	18.6	17.3	13.0	7.1	1.6	-2.9	6.9

Абсолютні максимальні місячні та річні температури повітря наведені в табл. 1.2. Найбільші значення становлять 38.0 - 39.0°C, припадають на липень - серпень.

Таблиця 1.2- Абсолютні максимуми місячної й річної температур повітря, °C

№	станція	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	річна
1	м. Сарни	11.0	13.0	24.0	31.0	34.0	37.0	38.0	32.0	29.0	26.0	26.0	15.0	38.0
2	м. Ковель	11.0	14.0	23.0	30.0	34.0	34.0	39.0	38.0	32.0	30.0	26.0	14.0	39.0
3	м. Ямпіль	11.0	12.0	22.0	30.0	33.0	34.0	36.0	36.0	33.0	27.0	23.0	14.0	36.0
4	м. Пінськ	10.0	13.0	21.0	29.0	33.0	36.0	36.0	36.0	31.0	27.0	24.0	13.0	36.0

Абсолютні мінімуми місячних та річних температур повітря наведені в табл. 1.3. Найменші значення дорівнюють -32.0°C, -35.0°C і припадають на січень - лютий.

Таблиця 1.3 - Абсолютні мінімуми місячної й річної температур повітря, °C

№	станція	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	річна
1	м. Сарни	-35	-33	-26	-16	-4	-1	4	2	-6	-19	-23	-27	-35
2	м. Ковель	-35	-32	-26	-15	-3	1	4	2	-4	-20	-23	-27	-35
3	м. Ямпіль	-32	-33	-30	-10	-5	0	4	2	-3	-19	-23	-28	-33
4	м. Пінськ	-35	-31	-26	-15	-3	1	5	2	-4	-18	-23	-27	-35

В табл. 1.4. наведені дати першого і останнього заморозків та тривалості без морозного періоду. Середня тривалість без морозного періоду становить 150- 155 діб.

Найбільша тривалість безморозного періоду становить 179 діб (м. Пінськ, 1937р.), найменша - 108 діб (м. Ковель, 1953р.).

Таблиця 1.4 – Дати першого і останнього заморозків і тривалість безморозного періоду

№	Станція	Дата заморозку						Тривалість безморозного періоду		
		останнього			першого			середня	найменша	найбільша
		середня	сама рання	сама пізня	середня	сама рання	сама пізня			
1	м. Сарни	2.05	17.04 1946	2.06 1950	5.10	22.09 1961	28.10 1954	156	126 1950	178 1958
2	м. Ковель	28.04	11.04 1950	30.05 1953	30.09	16.09 1953	14.10 1940	154	108 1953	178 1950
3	м. Ямпіль	28.04	13.04 1943	20.05 1952	28.09	14.09 1945	17.10 1955	152	119 1952	178 1937
4	м. Пінськ	21.04	24.03 1897	-	8.10	18.09 1894	3.10 1909	169	120 1952	179 1937

Для характеристики весняного водопілля й умов формування водного режиму велике значення мають строки осіннього та весняного переходів температури повітря через 0°C, 5°C та -5°C (табл. 1.5).

Перехід середньої добової температури повітря через -5°C весною відмічається вже на початку лютого. Початок весни визначається стійким переходом температури повітря через 0° в бік додатних значень. На всій території перехід температури повітря через нуль градусів спостерігається у другій декаді березня, а через 5°C на більшості території - у першій декаді квітня. Період з середньодобовою температурою повітря вищою за 5°C триває до третьої декади жовтня. Стійкий перехід температури повітря через 0°C у бік від'ємних значень відбувається у третій декаді листопада.

Таблиця 1.5 – Дати переходу середньої добової температури повітря через -5°, 5° і 0°C.

№	Станція	Весна			Осінь		
		-5°C	0°C	5°C	5°C	0°C	-5°C
1	м. Сарни	7.02	16.03	7.04	28.10	25.11	9.01
2	м. Ковель	-	14.03	6.04	29.10	30.11	-
3	м. Ямпіль	9.02	16.03	7.04	28.10	26.11	7.01
4	м. Пінськ	2.02	17.03	7.04	26.10	24.11	6.01

За даними багаторічних досліджень, результати яких узагальнені в сучасній монографії «Клімат України» [11], встановлено, що у зв'язку зі змінами атмосферної циркуляції і глобальним потеплінням клімату на території Полісся за сторічний період спостережень відзначається підвищення середньорічної температури повітря на 0.7 - 0.9 °С, а для зимового сезону воно досягає 1.5 °С.

Зимові відлиги є характерною рисою клімату басейну Прип'яті у холодний період року. Вони в основному є наслідком переміщення південно-західних і південних циклонів з морів, супроводжуються нестійкою погодою з таненням снігу і випадінням рідких опадів, туманами, ожеледицею в цей період.

Відлиги бувають щорічно, в середньому по 8-10 разів за зиму, і спостерігаються 40 - 50 днів. Найбільш часто відлиги відбуваються у грудні - першій половині січня. За даними встановлено що, коли тривалість відлиг перевищує 10 днів, то сніг на водозборах може повністю зійти. При загальному потеплінні клімату спостерігається збільшення числа днів з відлигами особливо у період з 1987 р. [11].

Зимові відлиги сприяють появі крижаної кірки, розмерзання ґрунтів, поповненню їх запасів вологи, що призводить до зменшення їх водопрпускнуої спроможності у весняний період року. Крижана кірка може зберігатись до початку весняного сніготанення, вона є додатковим до снігозапасів джерелом надходження води при таненні.

Глибина промерзання ґрунтів як показник інфільтраційної спроможності ґрунтів у період весняного водопілля визначається температурою повітря і ґрунту, товщиною снігового покриву на ньому, а також залежить від типу і механічного складу ґрунтового покриву, його теплофізичних властивостей, рельєфу і рослинності на річковому басейні.

В басейні Прип'яті дати стійкого промерзання ґрунтів настають наприкінці листопада, а в теплі зими - починаючи з третьої декади грудня й до січня-лютого. Тривалість днів зі стійким промерзанням на території Полісся становить 100-125 днів, скорочуючись до 100-40 днів у теплі зими.

Середнє для цього району значення глибини промерзання ґрунту становить 51 см, а максимальне сягає 110 см (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 - Глибини промерзання ґрунтів, см

№	станція	11	12	01	02	03	04	05	з максимальних за зиму		
									середня	най-більша	най-менша
1	м. Ковель	•	19	29	41	•	-	-	51	110	22
2	м.Пінськ	8	23	33	48	37	-	-	50	110	14

На фоні сучасного підвищення температури повітря зимових місяців у регіоні змінюється й глибина промерзання ґрунтів. Хронологічні графіки за багаторічний період спостережень (1958-2010 рр.) максимальних за зиму глибин промерзання ґрунтів (у вигляді трирічних ковзних і різницевих інтегральних кривих) показують наявність спадного тренда максимальних глибин промерзання ґрунтів на водозборах з 80-х років минулого сторіччя.

Атмосферні опади відіграють основну роль в процесах формування стоку. Для характеристики їх розподілу по території були використані дані по чотирьох станціях, рівномірно розподілених по басейну.

Місячні і річні семи опадів наведені в табл. 1.7. В середньому їх кількість коливається у межах 540 – 560 мм, з максимумом в липні (80-84 мм) і мінімум в січні (приблизно 25 мм).

Таблиця 1.7 - Середня кількість опадів з поправками до значень опадкоміру, мм

№	Станція	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	річна
1	м. Сарни	27	27	27	36	49	62	80	72	52	37	42	33	544
2	м. Ковель	28	29	28	36	49	80	81	79	45	38	41	35	569
3	м. Ямпіль	25	25	28	36	59	75	84	77	45	38	36	29	557
4	м. Пінськ	48	52	45	49	60	70	90	72	54	37	55	56	703

Сніговий покрив. На річках Прип'ятського Полісся сніговий покрив розподіляється більш-менш рівномірно. Строки утворення і сходу снігового покриви значною мірою залежать від погодних умов, а з року в рік можуть

сильно варіювати, значно відрізняючись від середніх багаторічних величин (табл.1.8).

Таблиця 1.8 - Дати появи і сходу снігового покриву, утворення і руйнування стійкого снігового покриву

№	Станція	Кількість днів зі снігом	Дати появи снігового покриву			Дати утворення снігового покриву		
			Середня	Сама рання	Сама пізня	Середня	Сама рання	Сама пізня
1	м Сарни	76	21.11	27.10	17.12	1.01	1.12	-
2	м. Ковель	71	19.11	2.10	23.12	1.01	26.11	-
3	м. Ямпіль	91	21.11	10.10	17.12	17.12	8.11	-
4	м. Пінськ	90	17.11	8.10	15.12	23.12	13.11	-

Продовження табл. 1.8

№	Дати руйнування снігового покриву			Дати сходу снігового покриву		
	Середня	Сама рання	Сама пізня	Середня	Сама рання	Сама пізня
1	1.03	-	4.04	28.03	13.02	22.04
2	28.02	-	5.04	20.03	31.01	27.04
3	7.03	-	11.04	26.03	18.02	24.04
4	6.03	-	9.04	26.03	22.02	23.04

Перший сніг лише в окремих випадках зберігається всю зиму; найчастіше він сходить повністю, а потім утворюється знову. Перший сніг випадає у другій-третьій декадах листопада. Дата утворення стійкого снігового покриву, як правило, не співпадає з появою першого снігу, тому вона спостерігається у другій декаді грудня - першій декаді січня. Тривалість стійкого снігового покриву по території становить 2-3 місяці.

Руйнування стійкого снігового покриву в окремі роки відбувається у різний час, в середньому ця дата припадає на кінець лютого - початок березня. Повний схід снігового покриву відмічається наприкінці березня.

Період сніготанення залежить від товщини і щільності снігового покриву. Середня тривалість періоду сніготанення 16-20 днів, в роки з дружними

теплими веснами танення відбувається за 4-8 днів, а в роки з затяжними веснами сніг сходить впродовж місяця і більше.

Щільність снігового покриву постійно змінюється у часі і у просторі та багато у чому залежить від режиму погоди. До початку сніготанення середня щільність снігу становить $0.20-0.26 \text{ г/см}^3$. Запаси води в сніговому покриві на цей час, зазвичай максимальні, і сягають в середньому за багаторічний період до 40-50 мм на правобережжі та 60-70 мм в басейнах лівобережних приток Прип'яті. Вони в основному й визначають майбутній об'єм та максимальні витрати води весняного водопілля. Зимові відлиги, які є характерним явищем для річок Прип'ятського Полісся, особливо в південно-західних його районах, призводять до перерозподілу снігу на відкритих та залісених ділянках, в яружно-балковій мережі річкових водозборів. Тому визначення максимальних снігозапасів, які формують весняну хвилю водопілля, потребує ретельного аналізу метеорологічних умов всього зимово-весняного періоду.

Хронологічні графіки з трирічним згладжуванням та різницеви інтегральні криві [3] за даними снігозйомок метеостанції Новгород – Волинський показують, що у багаторічному розрізі, а також в умовах потепління клімату, особливо у зимові місяці [8], максимальні запаси води в сніговому покриві мають тенденцію до зменшення у період з 90-х років минулого століття до теперішнього часу.

Вітровий режим, як відомо, обумовлюється атмосферною циркуляцією і характером підстильної поверхні.

Зміна інтенсивності атмосферної циркуляції, а також сезонне зміщення окремих баричних центрів обумовлюють річний хід швидкостей вітру. Їх середні річні значення складають 3.1-3.8 м/с [4]. Найбільші значення середніх місячних швидкостей вітру спостерігаються у січні і коливаються від 3.6 до 4.6 м/с. Найменші (2.2 - 3.1 м/с) - і спостерігаються у другій половині літа і на початку осені.

Дослідження швидкості вітру за багаторічний період [4] показали, що в останні десятиріччя, тобто в умовах потепління клімату має місце незначне

зменшення середньої за рік швидкості вітру, яка більш відчутно у південних районах досліджуваної території.

Вологість повітря залежить від циркуляційних процесів і особливостей підстильної поверхні. Відносна вологість повітря (%) характеризує ступінь насиченості повітря водяною парою. В річному ході відносна вологість повітря сягає максимуму зимою (84-88 %). Починаючи з лютого, відбувається зниження відносної вологості на 1-2 % . В квітні вже з'являються перші ознаки літнього розподілу вологості (вона зменшується до 64%). Восени відбувається стрімке нарощування відносної вологості (на 10-15% від місяця до місяця). Середня річна відносна вологість коливається від 77 до 79 %.

В останні десятиріччя при підвищенні температури повітря у регіоні спостерігається підвищення абсолютної та зниження відносної вологості, що впливає на величину випаровування з поверхні водозборів і водойм.

1.5 Водний режим річок басейну Прип'яті

Водний режим річок басейну Прип'яті визначається кліматичними, орографічними і гідрографічними особливостями території і характеризується достатньо вираженим весняним водопіллям і літньо-осінньо-зимовою меженню, яка порушується дощовими паводками і відлигами [4].

Характер водного режиму річок більшою мірою визначається особливостями водопілля, його тривалість і участь талих вод в річному стоці обумовлюються типом живлення річок.

Річки описуваного району мають змішане живлення, причому в північній частині території роль талого стоку у формуванні річного значно більша, чим в південній частині. Частка дощових вод в річному стоці на півдні більша, ніж на півночі.

Співвідношення снігового і дощового живлення змінюється в різні за водністю роки. Стік весняного водопілля в багатоводні роки складає 70 - 80% річного, в середні за водністю роки - 60 - 70%, а в маловодні - 50 - 60%.

Для басейну річки Прип'ять характерна яскраво виражена весняна повінь і низька межень, порушувана проходженням літніх і зимових паводків від опадів і відлиг. В період межені спостерігаються невеликі дощові паводки. Найвищі рівні дощових паводків на окремих річках рідко наближаються за величиною до рівнів весняної повені.

В осінньо-зимовий період під час переходу температури повітря до від'ємних значень на річках відмічаються льодяні утворення (забереги, сало, шуга, льодостав). Перші стійкі крижані утворення виявляються в третій декаді листопада. Майже для всіх річок характерні в теплі осінні періоди перші нестійкі, льодяні короткострокові утворення. Середні дати встановлення льодових явищ, тривалість і товщина льоду змінюються в широтному напрямку. У суворі зими тривалість льодоставу становить в середньому 120 - 130 днів.

Весняне водопілля. Водопілля формують сніготанення та випадіння рідких опадів у весняний період в умовах різного ступеня вологості та промерзання ґрунтів. Умови формування весняного стоку пов'язані також і з місцевими особливостями підстильної поверхні такими, як рельєф, заболоченість, залісеність, наявність карстових областей, характер ґрунтів на водозборах.

Строки проходження максимальних витрат води водопіль залежать від розмірів басейнів, потужності снігового покриву, метеорологічних умов (інтенсивності та тривалості сніготанення), стікання тало-дощових вод по схилах та руслах річок.

Середні багаторічні дати максимальних витрат води водопіль раніше відмічаються в західних та південно-західних областях території (14-19 березня), при просуванні на північ та північний схід - пізніше (21-31 березня). Ці дати також можуть зсуватись як до більш ранніх – другої-третьої декад лютого (1966, 1974, 1977, 1992, 1995 рр.), так і до більш пізніх – другої-третьої декад квітня (1964, 1969, 1982, 1983, 1985, 1993, 1996, 2006 рр.).

Тривалість водопілля залежить від розмірів річок, характеру підстильної поверхні водозборів, розповсюдження карсту. В цілому по басейну Прип'яті вона змінюється від 50-60 діб на півночі території (при крайніх значеннях 30-120 діб) до 40 діб - у центральній та південній частинах (при найбільшій тривалості – 84-100 діб та найменшій – 12-25 діб).

За наявності зимових відлиг на річках спостерігаються паводки. Як правило, найбільш вираженою і глибокою буває відлига в кінці січня - на початку лютого, яка призводить до вираженого зимового паводка з максимальною витратою води, як правило, не вище весняної хвилі (1971, 1981, 1998, 2000, 2001 рр.) [3].

Після зимових відлиг часто спостерігається повторне снігонакопичення і формування різних за висотою весняних водопіль, які можуть посилюватися дощовими опадами (1981, 1982, 1983, 1986, 2000 рр.).

Характерною рисою формування весняного стоку останніх років у зв'язку з менш сприятливими для цього умовами в деякі роки повторного снігонакопичення майже не спостерігається, і тоді зимовий паводок переходить у водопілля, як наприклад, у 2002 р.

Автори роботи [3] аналізуючи строки початку весняного водопілля за багаторічний період (з початку стокових спостережень на річках по 2010 р.), можна зауважити, що відзначається тенденція до більш ранніх дат розвитку весняних процесів (рис. 1.5).

Що стосується самих величин об'ємів та максимальних витрат води весняного водопілля, то для річок басейну р. Прип'ять (територія Полісся) існують різні висновки ряду авторів [6-9]. В цих роботах відзначається, що в останні десятиріччя у зв'язку з сучасними змінами кліматичних умов регіону для періоду весняного водопілля має місце зменшення максимальних витрат води при зменшенні висоти і запасів води в сніговому покриві з вісімдесятих років [7, 8].

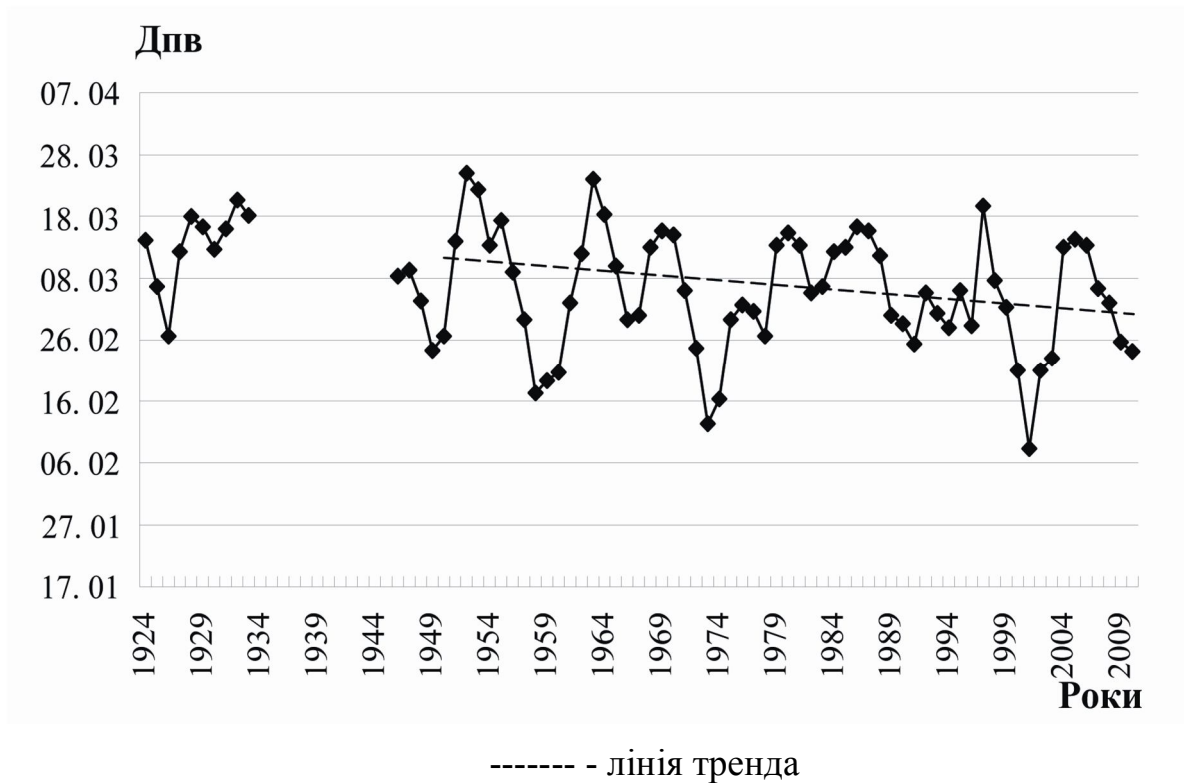


Рисунок 1.5 - Хронологічні графіки (у вигляді трирічних ковзних) дат початку весняного водопілля на р. Случ - м.Сарни

Автори роботи [3] розглядають багаторічний хід характеристик стоку весняного водопілля на прикладі р. Случ – м. Сарни. Були побудовані хронологічні графіки при трирічному ковзному осередненні як для шарів весняного стоку (рис. 1.6), так і для максимальних витрат води весняного водопілля (рис. 1.7).

Графіки вказують на наявність сталої за багаторічний період тенденції до зменшення стокових характеристик весняного водопілля, а різниці інтегральні криві дозволяють виділити періодичну спадну складову стоку з початку вісімдесятих років минулого сторіччя.

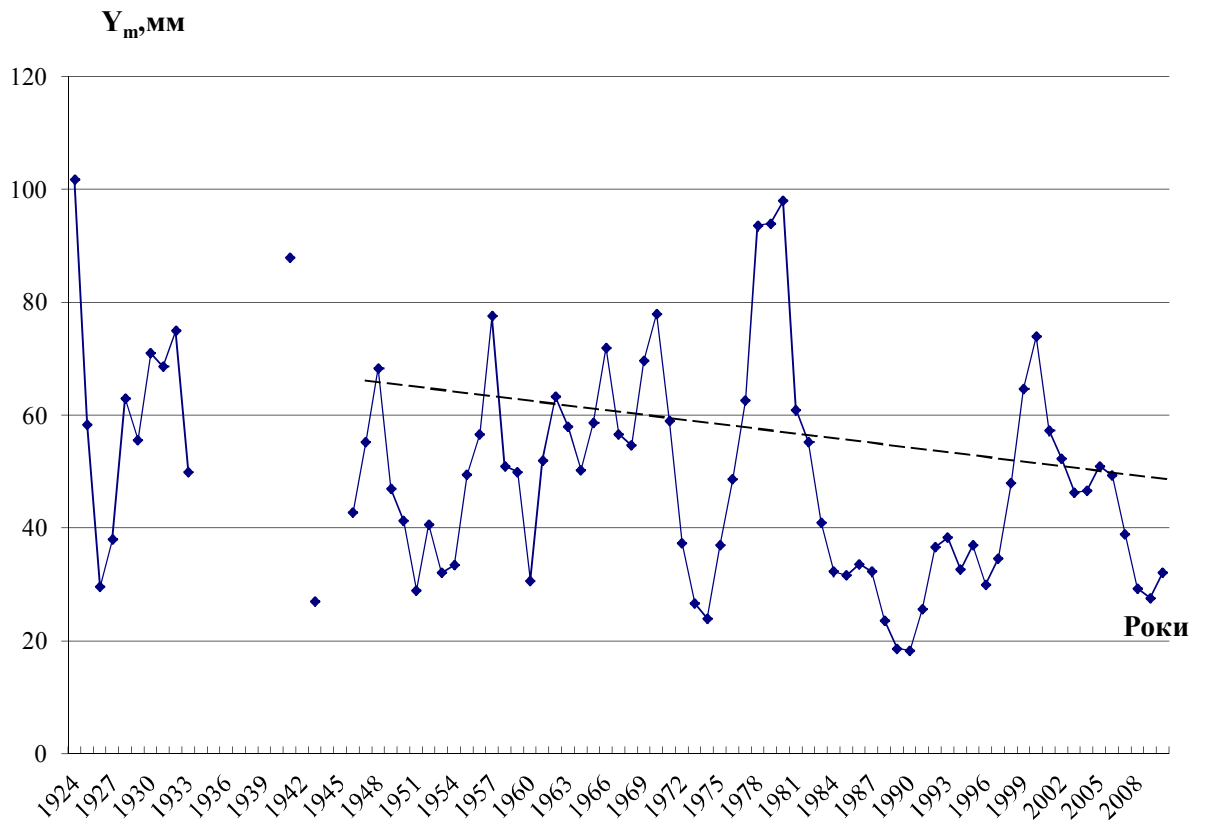


Рисунок 1.6 - Хронологічний графік (у вигляді трирічних ковзних величин) шарів стоку весняного водопілля, р. Случ – м. Сарни

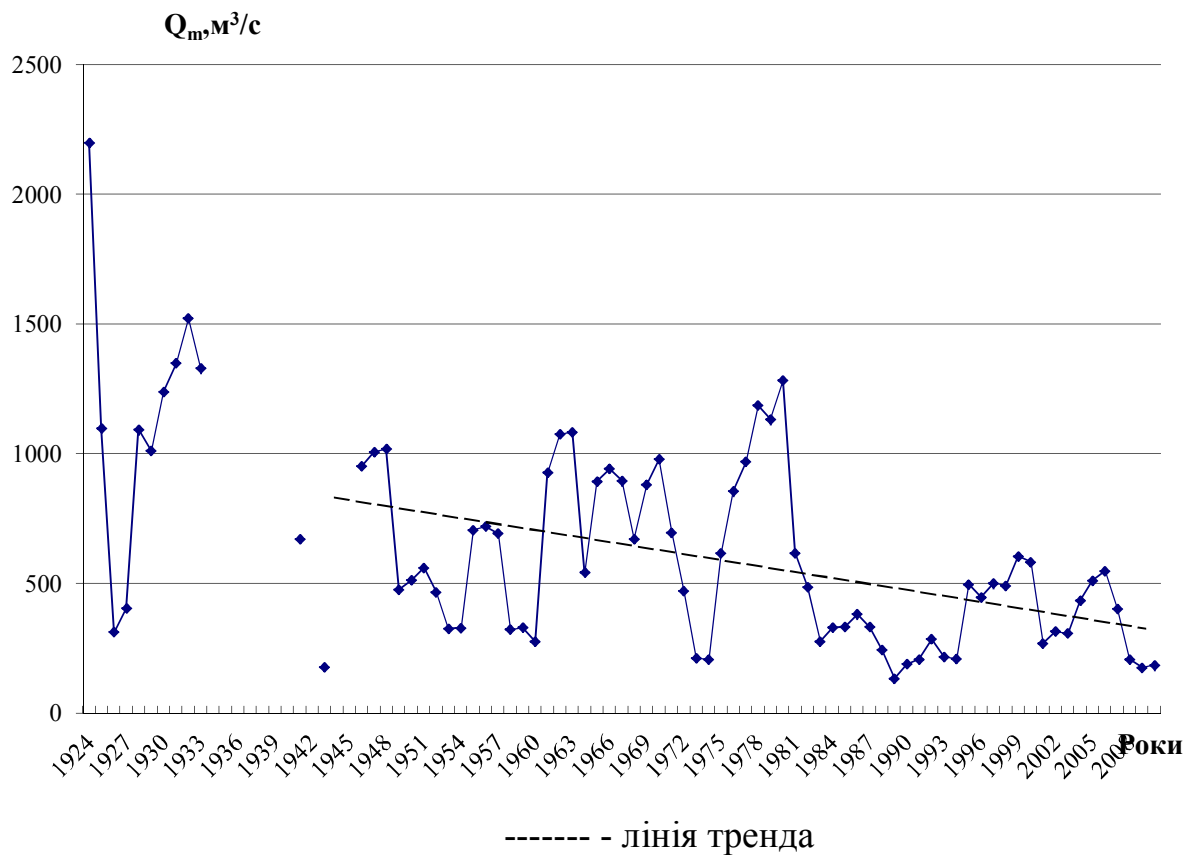


Рисунок 1.7 - Хронологічний графік (у вигляді трирічних ковзних) максимальних витрат води весняного водопілля, р. Случ – м. Сарни

1.6 Гідрологічний режим весняного водопілля і можливі наслідки при катастрофічному його розвитку

Для розгляданого району весняне водопілля являється характерною фазою *водного режиму (п.1.5)*. Водність річок тут обумовлюється запасами води у сніговому покриві, процесами сніготанення і рідкими опадами, які випадають в період танення снігу. Весняне водопілля складає від 40 до 80% річного стоку й в цей період найчастіше спостерігаються найбільші за рік витрати води.

За умовами формування стоку весняного водопілля територію правобережних приток р. Прип'ять та приток Середнього Дніпра можна поділити на дві частини: західну і східну. Границі між ними умовно простягаються по лінії виходів кристалічних порід, що приблизно відповідає вододілу між річками Горинь і Случ. Головні різниці між ними полягають у геологічній будові і гідрогеологічних умовах живлення.

В західній частині розповсюджені карстові форми рельєфу у вигляді провалів, озерних котловин. Наявність від'ємних форм рельєфу, висока поглинальна здатність піщаних відкладень й мілових порід погіршують поверхневе стікання і сприяють фільтрації поталих вод, знижуючи поверхневу складову і збільшуючи долю підземного й ґрунтового живлення річок. У східній частині карстові форми відсутні, а умови для поверхневого стоку більш сприятливі.

Форма гідрографу водопілля головним чином залежить від кліматичних умов і характеру весни й ряду азональних факторів, серед яких суттєву роль відіграють болота і карст. Приклад гідрографу із найбільш багатоводною фазою річки представлено на рис. 1.8.

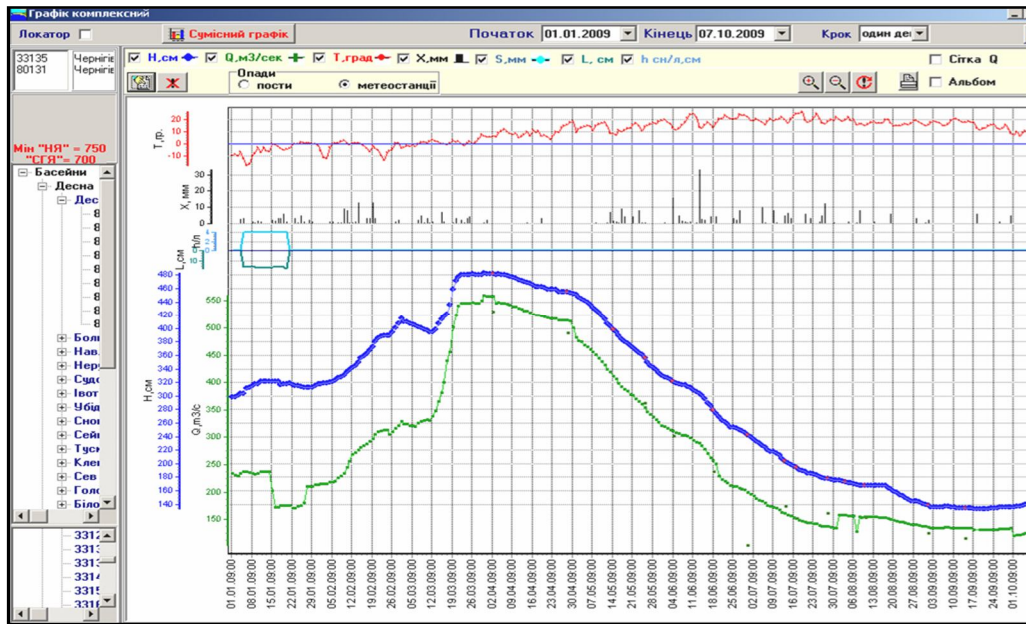


Рис.1.8 – Гідрограф весняного водопілля – найбільш багатоводної фази річок

В роки з суворими багатосніжними зимами навесні формуються небезпечні за розмірами весняні водопілля (рис.1.9) за можливими наслідками у вигляді затоплення територій і виникнення матеріальних і соціально-економічних збитків (рис.1.10, 1.11).

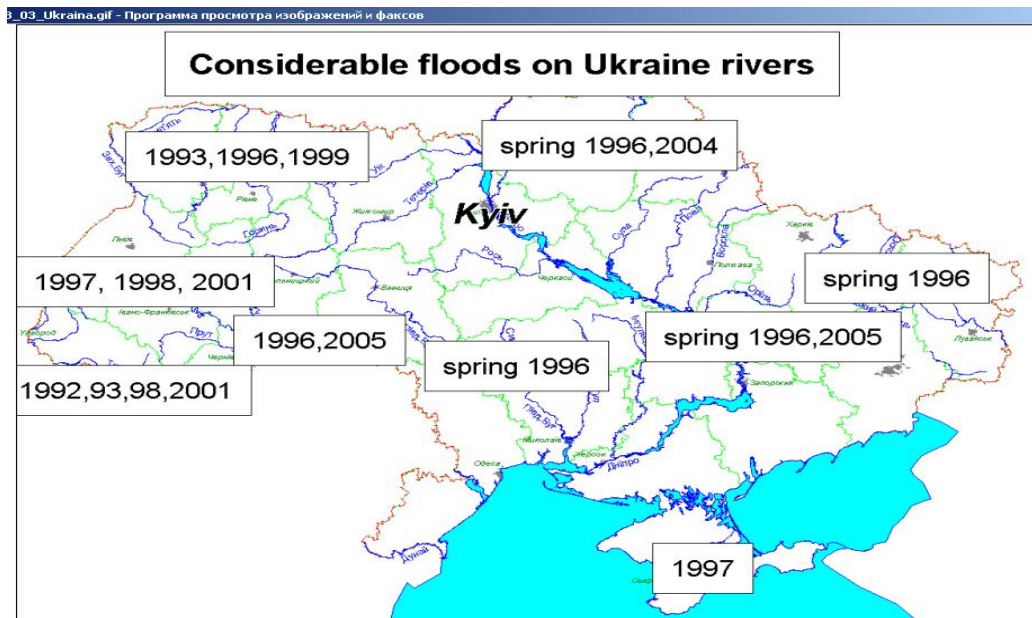


Рис.1.9 – Небезпечні паводки і водопілля

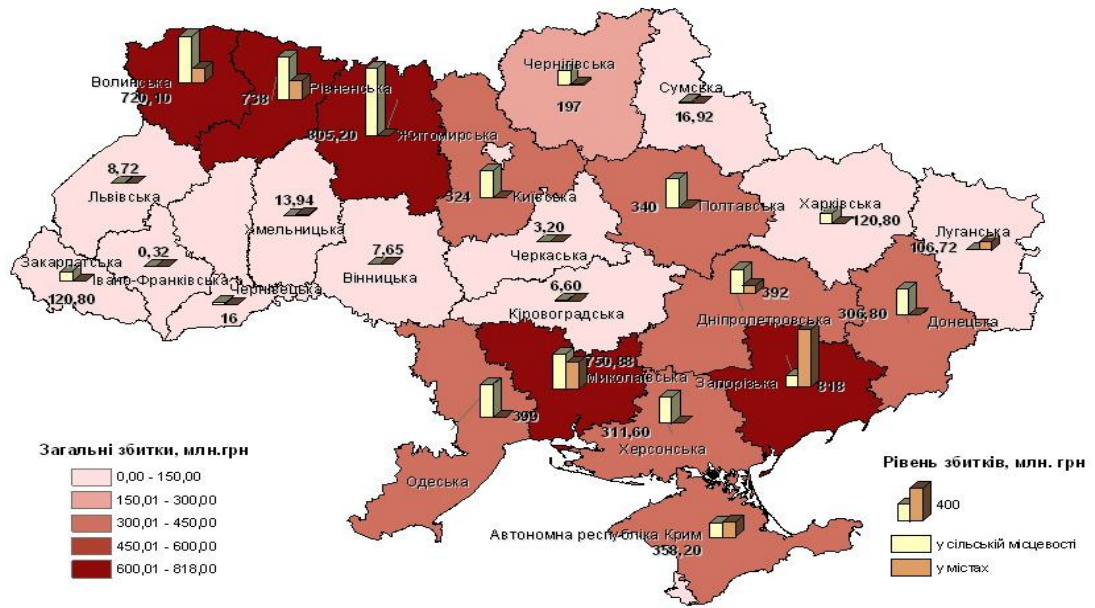


Рис.1.10 – Очікувані соціально-економічні збитки від підтоплення території України

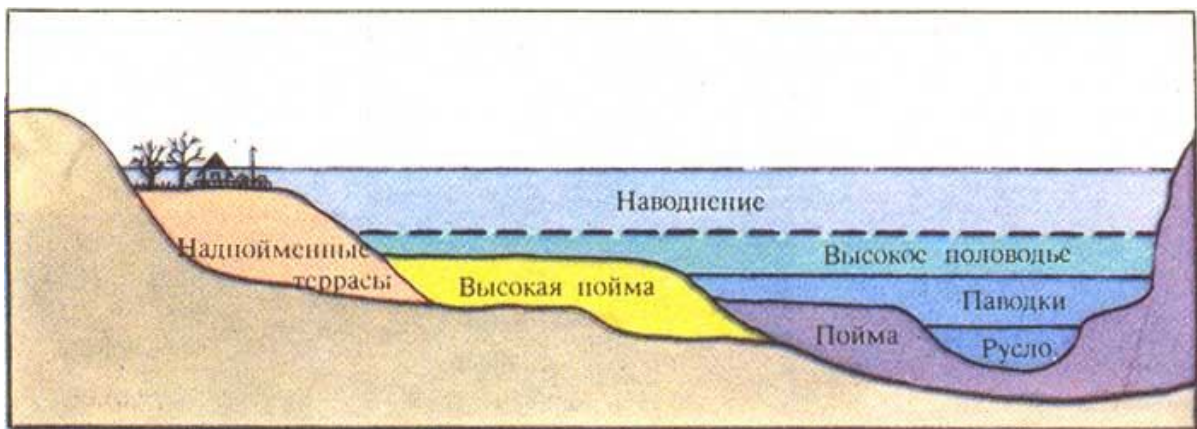


Рис.1.11 – Затоплення населених пунктів

На кафедрі гідрології суші ОДЕКУ розроблений і зараз використовується в оперативній практиці Українського гідрометеорологічного центру (м.Київ) комп'ютерний комплекс для територіального довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Прип'ять та невеликих правих приток Середнього Дніпра, який дозволяє в автоматичному режимі складати прогноз максимальних витрат води і визначати їх забезпеченість у багаторічному розрізі. Програмний комплекс дає змогу також прогнозувати дати початку та проходження максимальних витрат води весняного водопілля [3]. Про затоплення територій і захисту від негативного впливу повеневих вод, йде мова в директиві № 2007/60/ЄС європейського парламенту та Ради ЄС про оцінку і управління ризиками, пов'язаними з повенями [12].

1.7 Основні положення Водної паводкової Директиви ЄС.

Огляд Директиви по повеням

Повені є природним явищем, які не можуть бути зупинені заздалегідь. Тільки за період 2000-2010 р від повені постраждали більше 2 млн. Жителів Східної Європи. СЕК ООН оцінює щорічний збиток від стихійних лих, серед яких лідирують повені в середньому 1% від ВВП (у випадку України ця сума може оцінюється в більш ніж 550 млн. Доларів США щорічно) [12].

Директива 2007/60 / ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2007 р оцінки та управління ризиками повеней (Директива по повеней), охоплює наступні тези:

- Директива регламентує дії до настання повеней;
- Директива націлена на вивчення екстремальних сценаріїв повеней;
- Директива взаємопов'язана з Водної Рамкової Директиви (Директива 2000/60 / ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2000 р встановлює рамки для дій Співтовариства в сфері водної політики);
- Директива розглядає «річкові басейни» і «прибережні території»;

- Директива вимагає враховувати можливі наслідки зміни клімату.

Мета Директиви - створення основ для оцінки і управління ризиками повеней, що сприяють зменшенню негативних наслідків повеней на життя і здоров'я людей, довкілля, культурну спадщину і економічну діяльність (стаття 1).

Директива включає в себе наступні визначення:

«Повінь» - тимчасове покриття водою землі, яка в звичайних умовах не покрита водою. Це визначення має охоплювати повені через розливів річок, сіли, розливи тимчасових водотоків (Середземномор'я), повені морського походження в прибережних районах і не повинно включати затоплення територій стічними водами (стаття 2, пункт 1).

«Ризик повеней» - поєднання ймовірності повеней і можливих несприятливих наслідків, обумовлених повинню на здоров'я людини, навколишнє середовище, культурну спадщину і економічну діяльність (стаття 2, пункт 2).

Дії по імplementації Директиви:

- Визначення компетентного органу з імplementації Директиви - може відрізнятися від компетентного органу щодо імplementації Водної Рамкової Директиви (2 роки).
- Проведення попередньої оцінки ризику повеней (4 роки).
- Розробка карт небезпек повеней і карт ризиків повеней для обраних територій (6 років).
- Розробка планів управління ризиками повеней для обраних територій, а також їх узгодження на рівні річкових басейнів або адміністративних одиниць (8 років).

Попередня оцінка ризику повеней

Для кожного річкового басейну (частини міжнародного річкового басейну) або адміністративної території необхідно зробити попередню оцінку ризику повеней на підставі наявної інформації або інформації, яка може бути легко

отримана (стаття 4, пункт 2). Проводиться для визначення території схильних до негативного впливу вод, на яких виявляється вплив на здоров'я людини, навколишнє середовище, культурна спадщина, економічну діяльність, для яких будуть розроблятися карти повеней і план управління ризиками повеней.

Попередня оцінка ризиків повеней повинна включати наступну інформацію:

- Карта річкового басейну в відповідному масштабі.
- Опис істотних повеней трапилися в минулому.
- Оцінка потенційних несприятливих наслідків можливих повеней на здоров'я людини, навколишнє середовище, культурна спадщина, економічну діяльність.

На підставі попередньої оцінки ризиків повеней необхідно визначити області для яких існують (або можуть виникнути) потенційно значні ризики повеней (стаття 5, пункт 1). Тільки для цих території необхідно картировать повені і розробляти плани управління ризиками повеней.

Карти небезпеки повеней, карти ризиків повеней

Карты повеней повинні охоплювати географічні райони, які можуть бути схильні до негативного впливу вод у відповідності з наступними сценаріями:

- Повені з низькою ймовірністю виникнення, екстремальні, історичні повені. Наприклад, повені з ймовірністю виникнення один раз в 500 років, один раз в 200 років.
- Повені з середньою ймовірністю виникнення, ймовірний період повторення > = 100 років. Наприклад, повені з ймовірністю виникнення один раз в 100 років.
- Повені з високою ймовірністю виникнення, регулярні повені. Наприклад, повені з ймовірністю виникнення один раз в 20 років, один раз в 10 років, один раз у 5 років.

Що призводить до повеней? (Танення снігу, опади, нагон води з морської акваторії)

Карты небезпеки повеней

Для кожного сценарію на картах небезпеки повеней повинна міститися наступна інформація:

- Зона вірогідного затоплення;
- Глибини води або якщо необхідно рівні води (м, БС);
- Швидкості течії потоку (м/с) або інші важливі характеристики потоку (наприклад, витрата води (м³/с), час «добігання» води, час «стояння» води);

Карты ризиків повеней повинні показувати потенційні несприятливі наслідки повеней, відповідним різними сценаріями і виражені в наступній інформації:

- Орієнтовна чисельність населення потенційно постраждалого повинню;
- Види економічної діяльності які можуть бути зачеплені повинню;
- Споруди, які можуть привести до забруднень під час повені;
- Інші відомості, такі як території з рухомими породами де повінь може привести до селям.

Етапи розробки карт небезпеки паводків та карт ризиків



Попередня оцінка ризику повеней

Для кожного річкового басейну (частини міжнародного річкового басейну) або адміністративної території необхідно зробити попередню оцінку

ризиків повеней на підставі наявної інформації або інформації, яка може бути легко отримана (стаття 4, пункт 2). Проводиться для визначення території схильних до негативного впливу вод, на яких виявляється вплив на здоров'я людини, навколишнє середовище, культурна спадщина, економічну діяльність, для яких будуть розроблятися карти повеней і план управління ризиками повеней. Попередня оцінка ризиків повеней повинна включати наступну інформацію:

- Карта річкового басейну в відповідному масштабі, включаючи межі річкових басейнів, суббасейнів, прибережних районів, показують топографію місцевості і особливості землекористування;
- Опис істотних повеней трапилися в минулому і мали значний несприятливий вплив на здоров'я людини, навколишнє середовище, культурну спадщину і економічну діяльність. Опис повинен включати в тому числі дані про площі затоплення території, шляхи поширення повені, оцінку наслідків.
- Оцінка потенційних несприятливих наслідків можливих майбутніх повеней на здоров'я людини, навколишнє середовище, культурна спадщина, економічну діяльність, беручи до уваги:
 - топографію місцевості
 - розташування видатків та їх загальні гідрологічні та гідроморфологічні характеристики, включаючи заплави, як території, здатні утримувати воду;
 - ефективність існуючих об'єктів інженерної інфраструктури захисту від повеней;
 - розташування населених територій і областей економічної діяльності; - наслідки зміни клімату на виникнення і інтенсивність повеней.

На підставі попередньої оцінки ризиків повеней необхідно визначити області для яких існують (або можуть виникнути) потенційно значні ризики повеней (стаття 5, пункт 1). Тільки для цих території необхідно картувати повені і розробляти План управління ризиками повеней.

Як визначити території схильні до затоплень:

- «Історичний аналіз» / «Historic analysis»: використовувати «документально зафіксовану» інформацію про минулі повені;
- «Прогностичний аналіз» / «Predictive analysis»: використовувати результати моделювання, оцінок, розрахунків;
- «Консультації» / «Consultations»: консультиватися з місцевими органами влади, населенням.

У своїй роботі, ми використовуємо, саме «Прогностичний аналіз», як видно із наступних пунктів.

1.8 Гідрометеорологічна вивченість

У межах досліджуваної території розташовано 75 гідрологічних постів, з них 5 - на річці Прип'ять, 48 - на правих притоках, 27 - на лівих та 16 - на річках межиріччя Прип'ять – Рось .

Початок гідрологічних робіт на цій території відноситься до 1881-1917р. Одиначні виміри витрат води на ріках басейну Прип'яті розпочаті у 1925, 1926 роках, масові роботи по вивченню стоку річок розпочались тут у 1940-1941рр.

В табл. 1.11 наводяться дані про періоди спостережень за стоком на річках басейну Прип'яті. З табл. 1.1 видно, що з 75 гідрологічних постів на 65 тривалість спостережень перевищує 20 років, а на 32 - перевищує 50 років. Найдовший ряд спостережень становить 77 років (р. Уж - смт. Поліське).

Гідрологічна вивченість Прип'яті загалом задовільна, про що свідчать табл.1.11 і рис. 1.12. Річки басейну Прип'яті в цілому мають невеликі і середні площі водозборів, переважна більшість (70 %) охоплює площі водозборів $F < 2000 \text{ км}^2$. Найбільші розміри водозбірних площ, висвітлених гідрологічними вимірами, відносяться до р. Прип'ять - м. Мозир ($F=101000 \text{ км}^2$) і р. Прип'ять - смт. Турів ($F=74000 \text{ км}^2$). Площа найменшого водозбору - р. Меречанка - с. Ставок, дорівнює 118 км^2 .

Метеорологічні станції, на яких проводяться спостереження за метеорологічними величинами, поширені по території достатньо рівномірно (рис. 1.12).

Таблиця 1.9 - Розподіл постів за величиною водозбірних площ та тривалістю спостережень

Площа водозбору, км ²	Кількість пунктів з періодом спостережень, років						
	<20	21-30	31-40	41-50	>50	Всього	%
<10	-	-	-	-	-	-	-
11-50	-	-	-	-	-	-	-
51-100	-	-	-	1	-	1	1
101-500	3	3	4	4	2	16	22
501-1000	2	2	3	5	5	17	22
1001-2000	2	3	2	-	4	11	15
2001-5000	-	2	2	4	4	12	16
<5000	2	1	4	2	9	18	24
Ітого	9	11	15	16	24	75	100
%	12	15	19	22	32	100	-

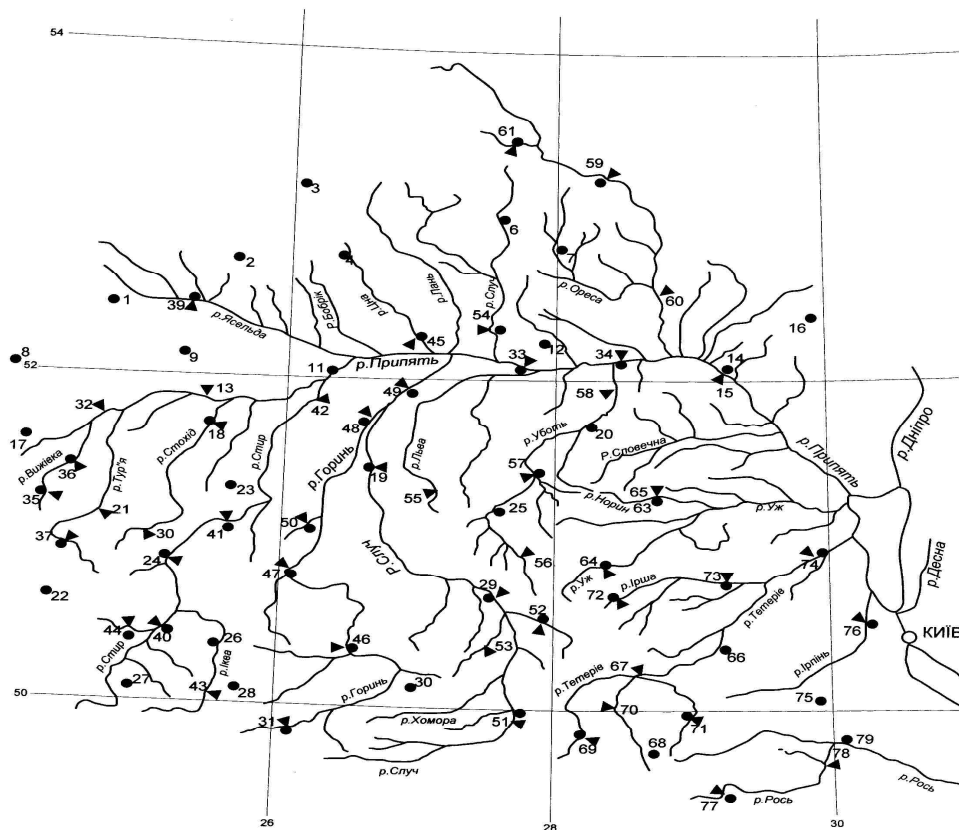


Рисунок 1.12 - Карто - схема гідрометеорологічної мережі на річках басейну р.Прип'ять

2. МЕТОД ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ДОВГОСТРОКОВИХ ПРОГНОЗІВ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ В БАСЕЙНІ р. ПРИП'ЯТЬ

2.1 Методика прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля

Методика прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Прип'ять та деяких інших річок правобережжя Середнього Дніпра базується на регіональних залежностях максимального модуля весняного водопілля від максимальних запасів води в сніговому покриві і опадів періоду сніготанення, виражених в модульних коефіцієнтах [3]

$$\frac{q_m}{q_0} = f\left(\frac{S_m + X_1}{S_0 + X_{1_0}}\right), \quad (2.1)$$

або

$$k_q = f(k_X), \quad (2.2)$$

де q_m і q_0 - максимальний модуль весняного водопілля і його норма;

S_m і S_0 - максимальний запас води в сніговому покриві перед початком весняного сніготанення і його норма,

X_1 і X_{1_0} - опади періоду сніготанення та їх норма,

k_q - модульний коефіцієнт максимальних витрат води весняного водопілля,

k_X - модульний коефіцієнт сумарної кількості талої та дощової води, що утворюють максимальну витрату води водопілля.

Приклад залежностей (2.1) чи (2.2) показаний на рис.2.1, який вказує на угруповання, які відповідають утворенню різних за висотою водопіль, наприклад, високих, середніх чи низьких.

Довгостроковий прогноз максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Прип'ять та деяких інших річок правобережжя Середнього Дніпра включає такі етапи.

Для встановлення типу водності весняного водопілля використовується дискримінантна модель вигляду

$$DF = a_0 + a_1 \frac{S_m + X_1}{S_0 + X_{10}} + a_2 \frac{Q_{nv}}{(Q_{nv})_0} + a_3 \frac{L}{L_0} + a_4 \theta_{02}^{\circ}, \quad (2.3)$$

де $A = (a_0, a_1, a_2, \dots, a_m)$ - вектор коефіцієнтів дискримінантної функції;
 $(S_m + X_1)$ і $(S_m + X_{10})$ - сума максимальних запасів води в сніговому покриві та рідких опадів періоду весняного сніготанення і середньобагаторічна величина сумарного надходження води на водозбір у період весняного сніготанення, мм;

Q_{nv} і $(Q_{nv})_0$ - середня витрата води i -го місяця (січня, лютого або березня) перед водопіллям та її середньобагаторічна величина, м³/с;

L і L_0 - глибина промерзання ґрунтів та її середньобагаторічна величина, см;

θ_{02}° - температура повітря лютого, °С.

Коефіцієнти дискримінантних рівнянь відповідають районуванню території за виглядом параметрів прогностичної схеми (рис.2.2).

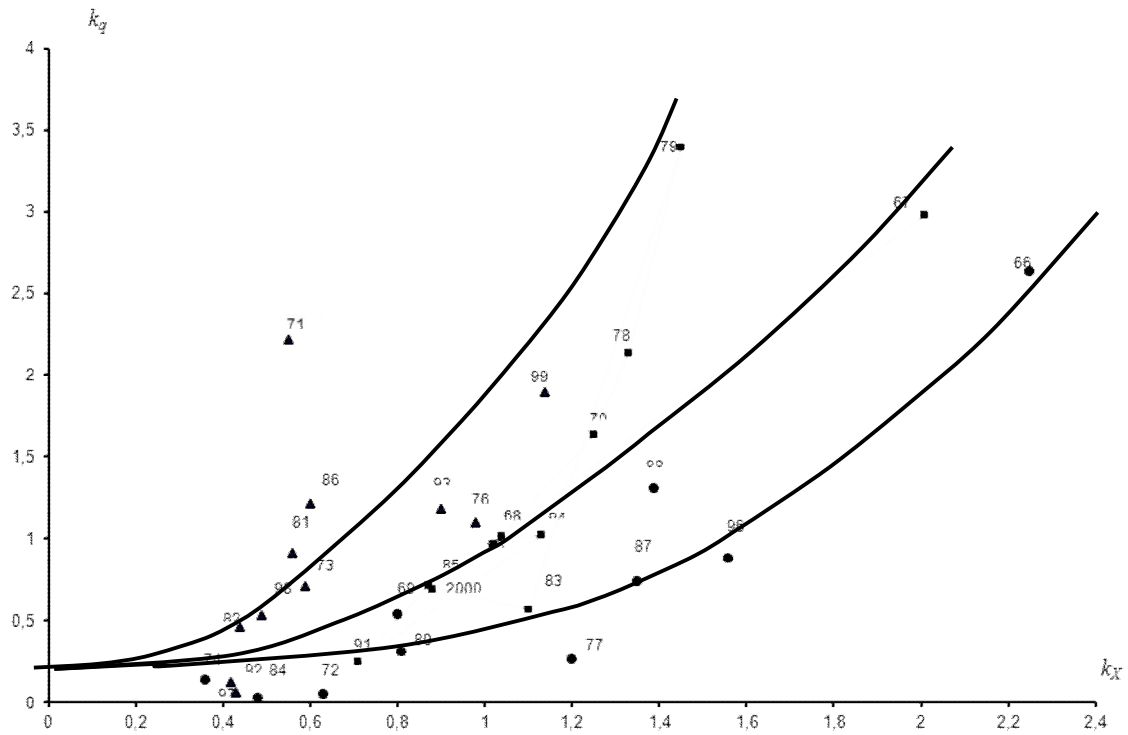


Рисунок 2.1 - Залежність максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля від модульних коефіцієнтів запасів вологи на басейні для району 1 (дані відносяться до басейну р. Прип'ять – с. Люб'язь)

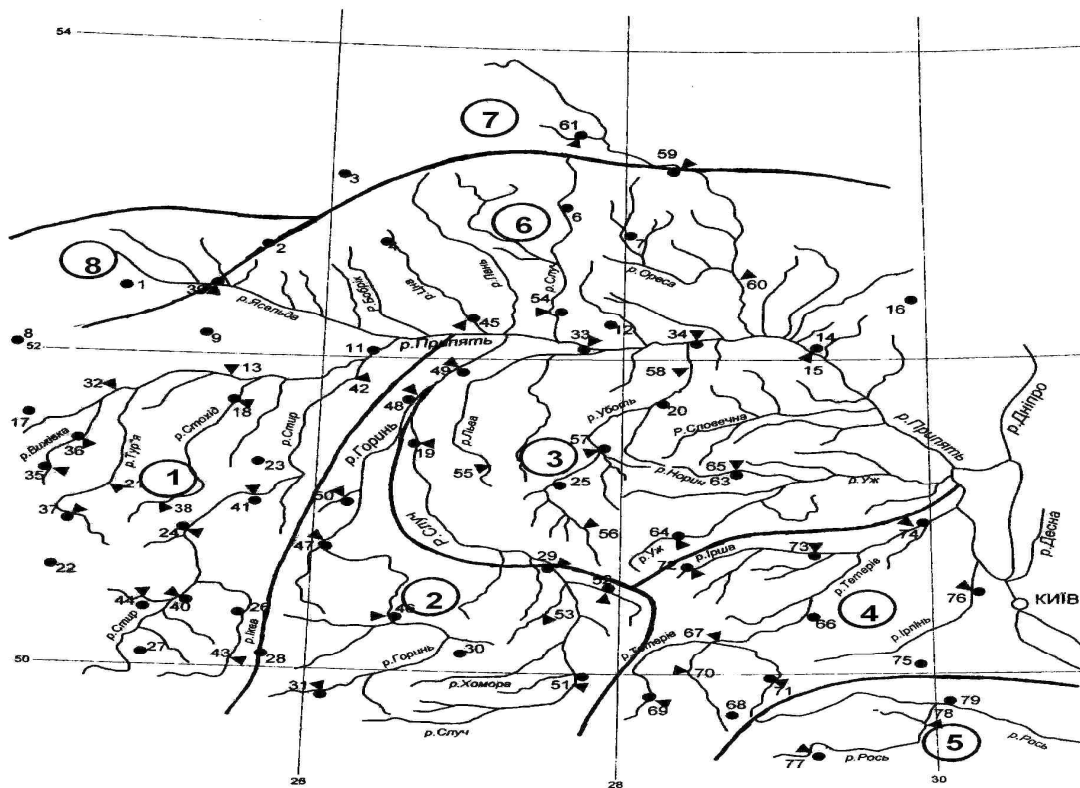


Рисунок 2.2 – Районування території за типом дискримінантних рівнянь при встановленні типу водності весни

В табл.2.1 надані коефіцієнти рівнянь дискримінантних функцій $DF1$ і $DF2$ виду (2.3) при прогнозуванні типу водності весняного водопілля відповідно до району, де розташований річковий водозбір.

Таблиця 2.1 – Коефіцієнти рівнянь дискримінантних функцій (2.1) при прогнозуванні типу водності весняного водопілля

Номер району	Річка-пост	DF	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
1	Прип'ять до Люб'язь, Тур'я, Стохід, Стир, лівобережжя Прип'яті	$DF1$	-0.15	-7.45	4.75	2.04	-0.21
		$DF2$	-0.43	-1.74	7.98	-3.00	-0.84
2	Горинь, Случ до Новгород-Волинського	$DF1$	0.07	-11.4	-0.66	15.5	1.71
		$DF2$	-1.00	-11.0	1.04	14.1	-0.15
3	Случ-Сарни, Уборть, Уж, Норин	$DF1$	1.48	-6.09	8.27	1.43	0.38
		$DF2$	-0.69	1.01	-5.58	-1.37	-1.13
4	Тетерів-Житомир, Ірша, Ірпінь	$DF1$	0.47	-17.3	5.70	10.0	-0.50
		$DF2$	-1.34	-6.11	10.6	-3.06	-0.31
5	Рось	$DF1$	0.31	-19.7	3.02	12.6	-0.09
		$DF2$	-0.55	-14.5	2.84	15.9	-0.14

Знак дискримінантних рівнянь (більше або менше нуля) на річках території дозволяє передбачити можливість формування максимальних витрат води весняного водопілля – вищими, близькими або нижчими за середньобогаторічні їх величини.

Враховуючи знак дискримінантних рівнянь, прогнозні залежності (2.1) представляються поліномом 3-го степеня, тобто

$$k_q = \frac{q_m}{q_0} = b_0 + b_1 \frac{S_m + X_1}{S_0 + X_{1_0}} + b_2 \left(\frac{S_m + X_1}{S_0 + X_{1_0}} \right)^2 + b_3 \left(\frac{S_m + X_1}{S_0 + X_{1_0}} \right)^3, \quad (2.4)$$

де b_0, b_1, b_2, b_3 – коефіцієнти полінома при прогнозі максимальних витрат води весняного водопілля.

Коефіцієнти полінома (2.4) за умов застосування кривих за ознаками $DF1$ і $DF2$ надані у табл.2.2.

Таблиця 2.2 – Коефіцієнти прогностичних рівнянь поліномів (2.4) при прогнозуванні максимальних витрат води весняного водопілля

Номер району	Басейни річок	b_0	b_1	b_2	b_3	Умови застосування рівнянь поліномів (2.4)
1, 2	Правобережжя Прип'яті (Прип'ять до Люб'язь, Тур'я, Стохід, Стир, Горинь, Случ, Уборть), лівобережжя Прип'яті	0.059 0.083 0.030	0.062 -0.44 -0.12	1.43 1.25 0.26	0.24 -0.13 0.10	$DF1 > 0$ $DF1 \leq 0; DF2 \geq 0$ $DF1 < 0; DF2 < 0$
3	Уж, Норин	0.041 0.043 0.030	-0.20 -0.34 -0.12	1.30 0.89 0.26	0.14 -0.059 0.10	$DF1 > 0$ $DF1 \leq 0; DF2 \geq 0$ $DF1 < 0; DF2 < 0$
4	Тетерів, Ірша, Ірпінь	0.23 0.074 0.12	-1.44 -0.18 -0.40	3.40 0.36 0.34	-0.89 0.30 0.16	$DF1 > 0$ $DF1 \leq 0; DF2 \geq 0$ $DF1 < 0; DF2 < 0$
5	Рось	0.016 -0.066 -0.026	0.24 1.30 0.44	-0.52 -2.99 -0.95	1.86 2.08 0.60	$DF1 > 0$ $DF1 \leq 0; DF2 \geq 0$ $DF1 < 0; DF2 < 0$

2.2 Встановлення прогностичних величин максимальних витрат води весняного водопілля

За визначеними при прогнозі значеннями максимальних модульних коефіцієнтів k_q можна розрахувати і прогностичні максимальні витрати води, як

$$Q_m = k_q \cdot q_o \cdot F = k_q \cdot Q_0, \quad (2.5)$$

де F – площа водозбору, км²;

$q_o(Q_0)$ - середньобаторічна величина максимального модуля (м³/(с·км²) або витрати води (м³/с) водопілля, яка визначається як середнє багаторічне значення за наявності тривалих спостережень на річках за формулою вигляду

$$q_o = \frac{\sum_{i=1}^n q_{m_i}}{n}, \quad (2.6)$$

q_{m_i} - максимальні модулі водопілля i -х років;

n – кількість років спостережень.

За обмеженості чи відсутності гідрологічних спостережень на річках середньобаторічна величина максимального модуля весняного водопілля розраховується за моделлю типового редуційного гідрографа вигляду

$$q_0 = q'_0 \psi(t_p / T_0) \varepsilon_F \cdot r, \quad (2.7)$$

де q_0 – середній багаторічний модуль максимального стоку, м³/(с·км²);

q'_0 – середній багаторічний модуль максимальної витрати води схилового припливу, м³/(с·км²);

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

ε_F - коефіцієнт русло-заплавного регулювання;

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

Згідно з

$$q'_0 = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_0 = k_0 Y_0, \quad (2.8)$$

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

T_0 – тривалість схилового припливу, год;

Y_0 – середній багаторічний шар стоку весняного водопілля, мм;

k_0 – коефіцієнт схилової трансформації.

Шар стоку весняного водопілля Y_0 визначений як середньобагаторічне його значення. Для не вивчених у гідрологічному відношенні річок встановлення величини Y_0 здійснюється по карто-схемі середньобагаторічних шарів стоку весняного водопілля по досліджуваній території (рис.2.3).

Значення тривалості схилового припливу тало-дошових вод T_0 також визначаються по карто-схемі розподілу T_0 в басейні Прип'яті та правих приток Середнього Дніпра (рис.2.4).

Для розрахунку трансформаційної функції Є.Д.Гопченком обґрунтовані відповідні рівняння. Щоб урахувати вплив на максимальний стік весняного водопілля озер і водосховищ, рекомендується використовувати формулу СНІП 2.01.14-83.

Щодо коефіцієнта русло-заплавного регулювання ε_F , то його можна визначити з (2.7), а потім узагальнити в залежності від розміру водозборів, оскільки

$$\varepsilon_F = (q_o / q'_o) / [\psi(t_p / T_o)] \cdot r. \quad (2.9)$$

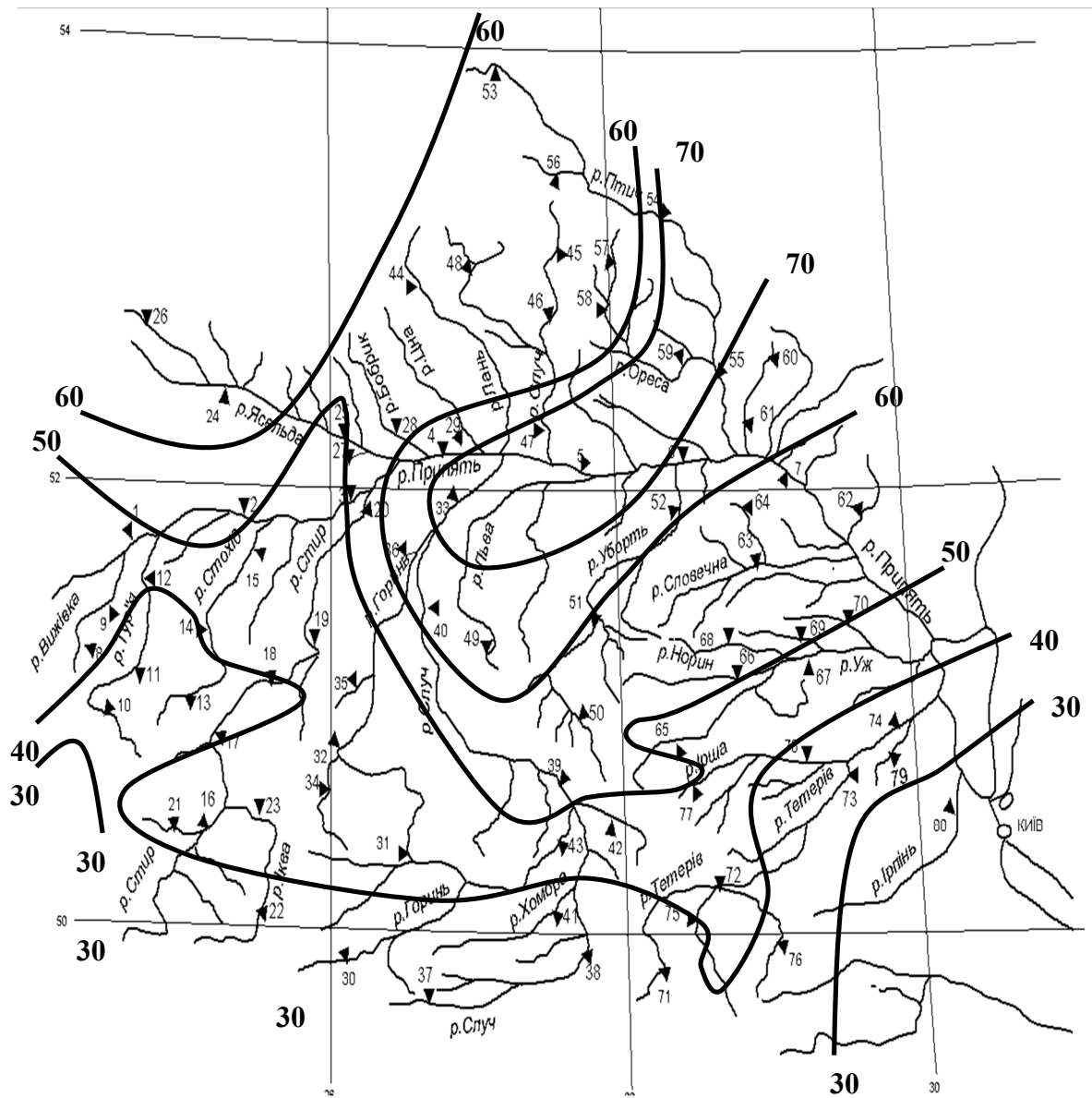


Рисунок 2.3 – Розподіл по території середніх багаторічних величин шарів стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять, мм

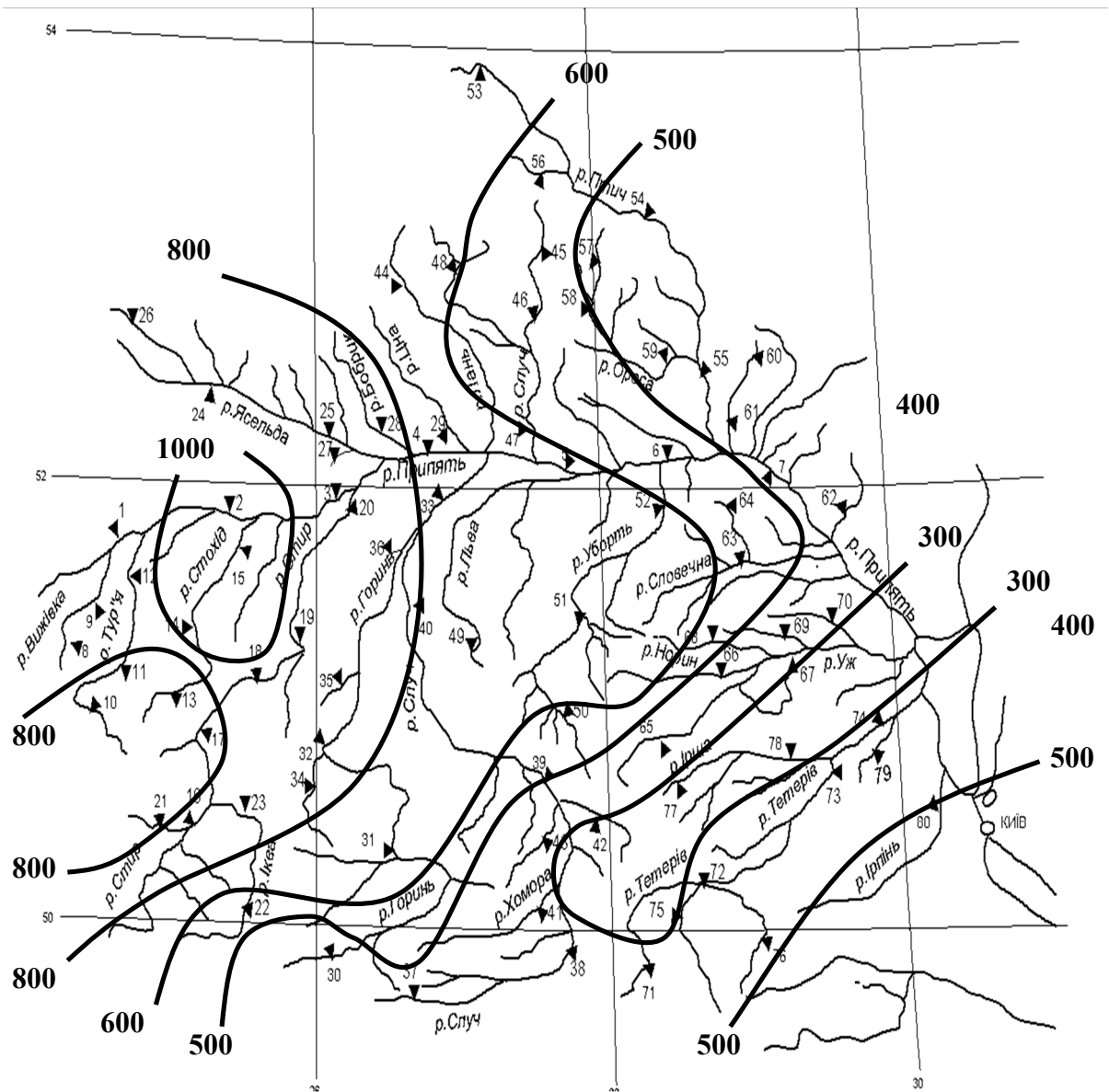


Рисунок 2.4 – Розподіл по території тривалості схилового припливу талодощової води, розрахованої за нормами максимального стоку в басейні р.

Прип'ять

2.3 Встановлення ймовірності настання прогнозних величин максимальних витрат води весняного водопілля

Для оцінки забезпеченості прогнозних величин максимальних витрат води весняного водопілля використовується крива трипараметричного гамарозподілу С.Н. Крицького і М.Ф. Менкеля (для середнього по території значення $(C_s/C_v)_{Qm}=2,0$) [3].

Коефіцієнт варіації максимальних витрат води водопілля $(C_v)_{Q_m}$ можна визначити в залежності від широти геометричних центрів водозборів φ^o півн.ш. як

$$(C_v)_{Q_m} = 0.84 - 0.056(\varphi^o - 50). \quad (2.10)$$

Забезпеченість прогнозних величин Q_m встановлюється у вигляді інтервалу

$$P_1 < P_{Q_m} < P_2, \quad (2.11)$$

де P_1 і P_2 – верхня та нижня межі забезпеченості, %, які встановлюються за табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Ординати кривої трипараметричного гама-розподілу
($C_s/C_v = 2.0$)

P, %	C_v									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.5	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20	3.68	4.19	4.74	5.30
1	1.25	1.52	1.82	2.16	2.51	2.89	3.29	3.71	4.15	4.60
3	1.20	1.41	1.64	1.87	2.13	2.39	2.66	2.94	3.21	3.51
5	1.17	1.35	1.54	1.74	1.94	2.15	2.36	2.57	2.78	3.00
10	1.13	1.26	1.40	1.54	1.67	1.80	1.94	2.06	2.19	2.30
20	1.08	1.16	1.24	1.31	1.38	1.44	1.50	1.54	1.58	1.61
30	1.05	1.09	1.13	1.16	1.19	1.21	1.22	1.22	1.22	1.20
40	1.02	1.04	1.05	1.05	1.01	1.03	1.01	0.98	0.96	0.92
50	1.00	0.99	0.97	0.95	0.92	0.89	0.85	0.80	0.75	0.69
60	0.97	0.94	0.90	0.85	0.80	0.75	0.69	0.63	0.57	0.51
70	0.94	0.89	0.82	0.76	0.69	0.62	0.55	0.49	0.42	0.36
75	0.93	0.86	0.78	0.71	0.63	0.56	0.49	0.42	0.35	0.29
80	0.92	0.83	0.74	0.66	0.57	0.50	0.42	0.35	0.28	0.22
90	0.87	0.75	0.64	0.53	0.44	0.35	0.27	0.21	0.15	0.10
95	0.84	0.70	0.56	0.45	0.34	0.26	0.18	0.12	0.08	0.05
97	0.82	0.66	0.52	0.39	0.29	0.20	0.14	0.09	0.05	0.03
99	0.78	0.59	0.44	0.30	0.21	0.13	0.08	0.04	0.02	0.01

2.4 Просторове представлення прогностичних величин максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля та їх забезпеченості

Побудова карто-схем модульних коефіцієнтів шарів весняного стоку здійснюється для опорних створів, по яких ведеться прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля. Для цього до геометричних центрів тяжіння водозборів відносяться прогностичні значення модульних коефіцієнтів k_q і проводяться ізолінії розподілу величини по території. При побудові карт ізоліній необхідно аналізувати можливу зміну максимальних модульних коефіцієнтів по території в залежності, наприклад, від картографічного розподілу такого важливого фактора водопілля, як максимальні запаси води в сніговому покриві.

Одночасно з цим складаються й карто-схеми забезпеченості прогностичних величин шарів стоку весняного водопілля у багаторічному розрізі. При цьому відокремлюються території з однаковими значеннями $P^0\%$.

2.5 Прогнози максимальних рівнів води весняних водопіль

Прогнози максимальних рівнів води весняних водопіль (H_m) здійснюються по очікуваних максимальних витратах води (Q_m) за кривими витрат води по окремих гідрологічних постах, тобто

$$Q = f(H). \quad (2.12)$$

Довгостроковий прогноз H_m складається по опорних гідрологічних створах при прогнозуванні максимуму зимового паводка та весняного водопілля.

2.6 Оцінка якості довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля

Згідно «Настанові по службі прогнозів» [13] оцінка прогнозу зводиться до визначення справджуваності даного прогнозу шляхом співставлення похибки прогнозу з допустимою похибкою.

Прогноз вважається *справджуваним*, якщо абсолютна величина його похибки менша або дорівнює допустимій

$$\delta \leq \delta_{\text{дон}} \cdot \quad (2.13)$$

Похибка прогнозу - це різниця між фактичним значенням величини Y_i та значенням, отриманим у прогнозі Y'_i

$$\delta = Y_s - Y'_s \quad . \quad (2.14)$$

Таким чином, *допустима похибка прогнозу* $\delta_{\text{дон}}$ - це ймовірне відхилення прогнозної величини від середньобагаторічного значення (норми) гідрологічної величини.

При довгострокових прогнозах водного режиму (прогноз максимальних витрат води весняного водопілля). Визначення $\delta_{\text{дон}}$ за відбувається звичайно

$$\delta_{\text{дон}} = \pm 0.674 \cdot \sigma \quad (2.15)$$

де σ – середнє квадратичне відхилення зміни прогнозної величини від середньо багаторічного її значення

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}, \quad (2.16)$$

де Y_i – значення гідрологічної величини;

\bar{Y} – середнє багаторічне значення гідрологічної величини (норма);

n – кількість членів ряду.

Для невивчених у гідрологічному відношенні річок величина допустимої похибки прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля в басейні річки Прип'ять δ_{don} (м³/с), визначається в залежності від площ водозборів (F , км²) у вигляді [3]

$$\delta_{don} = 0.0147 \cdot F. \quad (2.17)$$

2.7 Основні положення методики прогнозів (консультацій) строків проходження водопілля

2.7.1 Методичні основи прогнозів

В Одеському державному екологічному університеті запропонований метод територіального прогнозу дат початку та проходження максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля, реалізований авторами [3] для рівнинних річок України.

Прогнозування дат початку весняного водопілля. Аналіз формування весняних водопіль за даними багаторічних спостережень показав, що початок водопіль на річках спостерігається після строків накопичення максимальних снігозапасів на водозборі з року в рік у різні дати. Цей період, який в основному дорівнює періоду водоутримуючої спроможності снігу, визначається температурними умовами розвитку весни, тобто їхньою інтенсивністю, а не суто максимальними запасами води в сніговому покриві

(S_m) , величина яких впливала б на строки початку водовіддачі снігу і появи поверхневого стоку. Цей висновок підтверджується й авторами [3].

Визначення дат початку водопілля можна здійснити за схемою:

$$D'_e = D_{Sm} + t'_e, \quad (2.18)$$

де D'_e – очікувана дата початку весняного водопілля;

D_{Sm} – дата утворення максимальних запасів води в сніговому покриві;

t'_e – очікувана тривалість періоду від дати D_{Sm} до дати початку водопілля D'_e , д.

У зв'язку з цим були отримані залежності тривалості водоутримуючої спроможності снігу (t_e), як періоду від дати утворення максимальних снігозапасів (D_{Sm}) до дати початку водопілля (D_e), визначеного за виразом

$$t_e = D_e - D_{Sm}, \quad (2.19)$$

від середньої декадної температури повітря за першу після D_{Sm} декаду ($\theta_1, ^\circ C$), враховуючи досвід [3].

Слід відзначити, що температура $\theta_1, ^\circ C$ береться за даними метеостанцій, які розташовані близько до геометричних центрів тяжіння водозборів.

Залежності $t_e = f(\theta_1)$ не досить тісні, але тенденція до зменшення числа днів t_e при підвищенні температури $\theta_1, ^\circ C$ чітко простежується. Такі зв'язки описуються рівняннями прямої

$$t_e = d_1 - c_1 \theta_1, \quad (2.20)$$

де d_1 і c_1 – емпіричні параметри.

Приклад залежності (2.20) для р. Случ – м.Сарни наведений на рис. 3.5.

Просторове узагальнення параметрів d_I і c_I для всієї рівнинної території України виконано у вигляді залежності цих параметрів від географічної широти центрів водозборів (φ , в частках °півн.ш.), приведених до $\varphi=50^\circ$ півн.ш., тобто

$$d_I = 0,43(\varphi^0 - 50) + 7,72, \quad (2.21)$$

та

$$c_I = 0,16(\varphi^0 - 50) + 1,64. \quad (2.22)$$

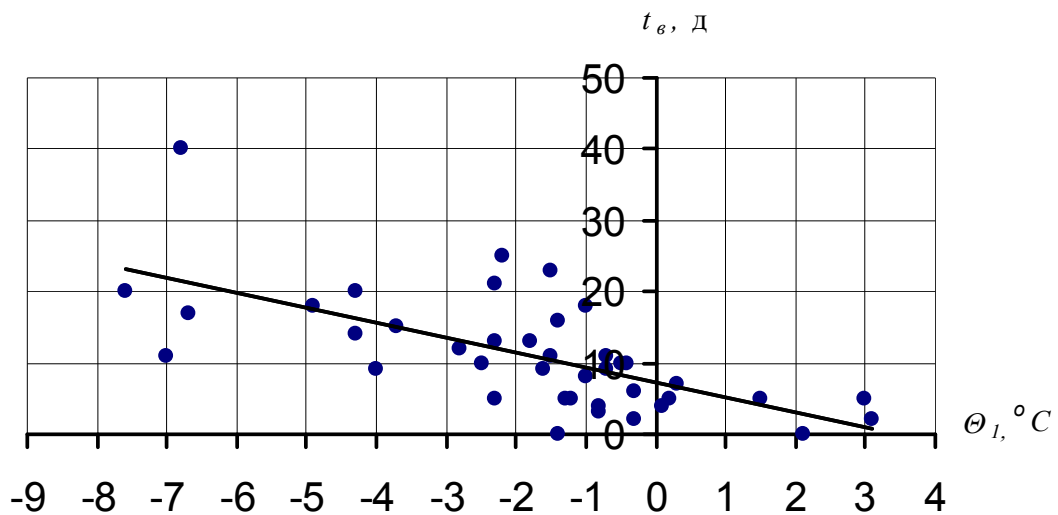


Рис. 2.5 – Залежність $t_e = f(\theta_1)$ для басейну р.Случ-м.Сарни
(температура повітря взята по метеостанції Шепетівка)

Таким чином, відповідно до (2.20) для визначення тривалості періоду від дати максимальних снігозапасів до початку водопілля t_e отримане рівняння

$$t_e = [0,43(\varphi^0 - 50) + 7,72] - [0,16(\varphi^0 - 50) + 1,64] * \theta_1. \quad (2.23)$$

Дата складання прогнозу D'_e за схемою (2.18) відповідає даті накопичення максимальних снігозапасів (D_{Sm}). Завчасність прогнозів дат початку водопілля визначається саме величиною t_e , тобто дорівнює періоду від дати прогнозу D_{Sm} до дати початку водопілля D_e .

Прогноз дат максимальних витрат води весняного водопілля. Дати проходження максимальних витрат води весняного водопілля (D_{Qm}) відносно строків його початку визначаються інтенсивністю (“дружністю”) весняного сніготанення, кількістю та інтенсивністю опадів періоду танення снігу, швидкістю зростання і накопичення плюсових температур повітря та ін.

Дати проходження максимальних витрат води весняного водопілля визначаються за схемою

$$D'_{Qm} = D_e + t'_n \quad (2.24)$$

де D'_{Qm} – очікувана дата максимальної витрати води водопілля;

D_e – дата початку весняного водопілля, яка може бути отримана за прогнозом по (2.18) або за фактичною спостереженою датою;

t'_n – очікувана тривалість підйому весняного водопілля, д.

Виявлені залежності тривалості підйому водопілля (t_n , д)

$$t_n = D_{Qm} - D_e, \quad (2.25)$$

від середньої декадної температури повітря за першу після D_e декаду ($\theta_2, ^\circ\text{C}$).

Залежність $t_n = f(\theta_2)$ також не дуже тісні, але t_n зменшується при збільшенні температури повітря. Такі зв'язки описуються рівняннями прямої

$$t_n = d_2 - c_2 \theta_2, \quad (2.26)$$

де d_2 і c_2 – емпіричні параметри.

Приклад залежності (2.26) для р. Случ – м.Сарни наведений на рис. 2.6.

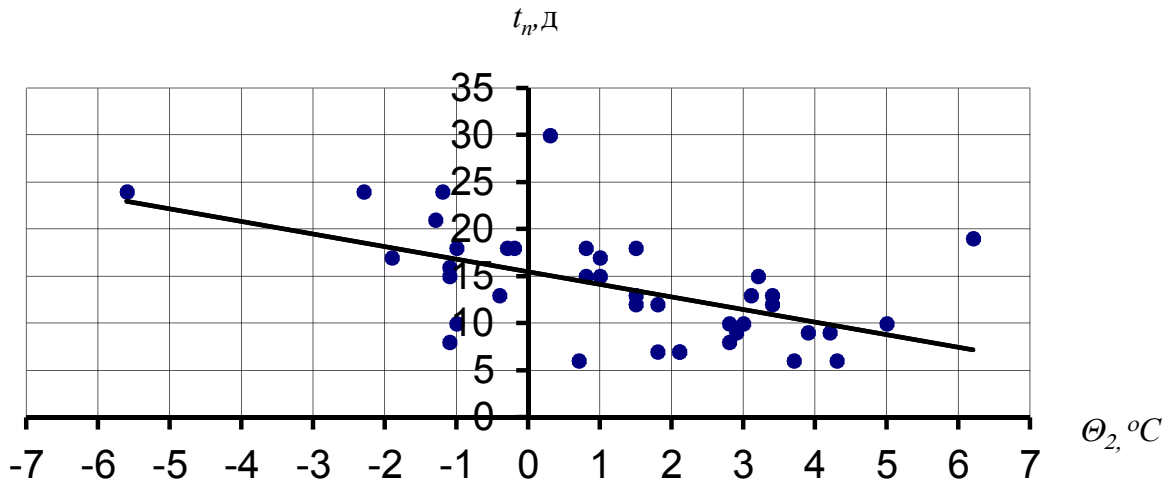


Рис. 2.6 – Залежність $t_n = f(\theta_2)$ для басейну р.Случ-м.Сарни (температура повітря взята по метеостанції Шепетівка).

Тривалість підйому водопілля t_n визначається як періодом сніготанення, так і часом стікання води по схилах і руслах річок. Тому узагальнення параметрів d_2 і c_2 було здійснено в залежності як від географічної широти центрів водозборів φ , яка визначає період сніготанення у зв'язку з температурними умовами на водозборах в період весни, так і від площ басейнів F , які визначають тривалість схилового та руслового добігання тало-дощових вод.

Територіальне узагальнення параметра d_2 виконано на основі встановлення його залежності від розмірів водозборів у вигляді

$$d_2 = 3,45 \cdot \exp[0,42 \cdot \lg(F+1)] , \quad (2.27)$$

де F - площі водозборів, км².

Коефіцієнт c_2 може бути представлений для рівнинної України у вигляді

$$c_2 = 0,12 (\varphi^0 - 50) - 1,75 , \quad (2.28)$$

Відповідно до (2.26) для визначення тривалості періоду підйому водопілля t_n отримано вираз

$$t_{п} = \{3.45 \cdot \exp [0.42 \cdot \lg(F+1)]\} - [-0.12(\varphi_0 - 50) + 1.75] \cdot \theta_2, \quad (2.29)$$

Дата складання прогнозу $D'Q_m$ за схемою (2.24) можлива в фактично спостережену дату початку водопілля (D_v). За наявності прогнозу D'_v за схемою (2.18) і довгострокового прогнозу температур повітря (близько 1-2-х декад) схема прогнозу $D''Q_m$ наступна

$$D''Q_m = D'_v + t'_{п}, \quad (2.30)$$

а дата його випуску буде відноситись до дати утворення максимальних снігозапасів D_{Sm} . Очевидно, що при цьому завчасність прогнозу дещо збільшується, а точність прогнозу знижується.

2.7.2 Методика встановлення забезпеченості прогнозних дат водопілля

В розробках, присвячених аналізу та прогнозуванню дат гідрологічних явищ (строків замерзання та розкриття річок), є досвід встановлення ймовірносних характеристик цих строків шляхом побудови емпіричних кривих забезпеченостей дат [3]. При цьому для апроксимації кривих забезпеченостей використано біноміальне рівняння Пірсона III типу.

Запропонований метод територіального прогнозу дат весняного водопілля (початку та настання максимальних витрат чи рівнів води) передбачає його використання для річок, не досить добре вивчених у гідрологічному відношенні, тобто для річок, на яких спостереження за стоком весняного водопілля не ведуться. Тому необхідним є визначення повторюваності цих дат у багаторічному розрізі.

При наявності багаторічних рядів спостережень встановлення забезпеченості дат також може виконуватись шляхом побудови емпіричних

кривих забезпеченостей цих дат (у вигляді кількості діб від 31.01 до дати настання явища).

Встановлення ймовірності здійснюється по прогнозній даті початку водопілля чи максимальної витрати води по таких кривих.

2.7.3 Форма представлення прогнозів дат

В гідрологічній практиці при прогнозуванні строків гідрологічних явищ (льодових або настання весняного водопілля) найбільш поширеною є форма представлення прогнозу дат у вигляді відхилень очікуваних строків (аномалій) від середньобогаторічних дат.

Для дат початку та максимальних витрат води весняного водопілля в поточному році вони представляються як

$$\Delta D_e = D'_e - (D_e)_0, \quad (2.31)$$

$$\Delta D_{Q_m} = D'_{Q_m} - (D_{Q_m})_0, \quad (2.32)$$

де ΔD_e і ΔD_{Q_m} - відхилення очікуваних дат початку водопілля D'_e і максимальних витрат (рівнів) води D'_{Q_m} у поточному році від середніх багаторічних дат $(D_e)_0$ і $(D_{Q_m})_0$.

Але при територіальному прогнозуванні найбільш наглядною формою просторового представлення прогнозу дат весняних водопілля є, безумовно, карти їх зміни по території.

Побудова карт дат початку та проходження максимальних витрат води водопілля здійснюється на дати прогнозу таким чином: очікувані дати D'_e відносять до геометричних центрів тяжіння водозборів і проводять ізолінії змін дат по території.

Крім того, аналогічним чином будуються карти ймовірності настання дат початку та проходження максимальних витрат води водопілля у багаторічному розрізі.

Прогнозні дати проходження максимальних витрат води D'_{Qm} не можуть бути картовані у зв'язку з їх залежністю від розмірів водозборів. Вони визначаються по даті початку водопілля і тривалості підйому водопілля, що отримані по регіональній залежності та очікуваній температурі повітря.

Крім того, одночасно з картами прогнозних дат початку весняного водопілля надається і карта ймовірності очікуваних дат у багаторічному розрізі ($P\%$). Це дає змогу встановити частоту повторюваності дат початку чи проходження максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля у будь-якій частині території, незалежно від стану її гідрометеорологічної вивченості. Так, наприклад, при $P=20\%$ - очікувані строки проходження водопілля будуть спостерігатися один раз на 5 років, при $P=1\%$ - один раз на 100 років і т.д.

3. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ РОБОТИ ПРОГНОСТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ «ПРИП'ЯТЬ»

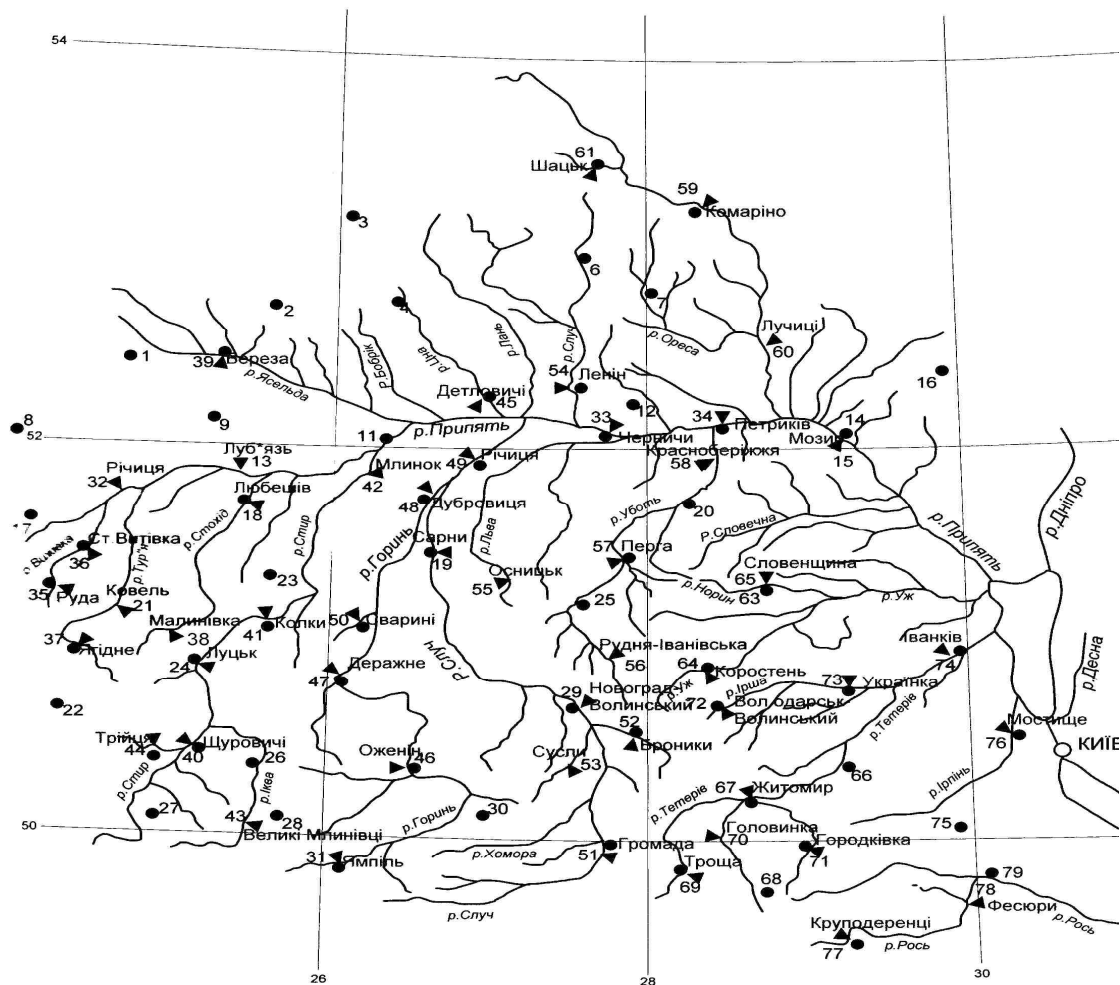
На кафедрі гідрології суші ОДЕКУ розроблений і зараз використовується в оперативній практиці Українського гідрометеорологічного центру програмний комплекс для територіального довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля в басейнах р. Прип'ять та невеликих правих приток середнього Дніпра, карто-схема якого представлена на рис.3.1. Комплекс дозволяє в автоматичному режимі складати прогноз максимальних витрат води і визначати їх забезпеченість у багаторічному розрізі. Програмний комплекс дає змогу також прогнозувати дати початку та проходження максимальних витрат води весняного водопілля [3]. Він включає такі основні етапи:

- створення комп'ютерної бази вихідних даних: карто-схем басейнів, базової та оперативної інформації;
- розрахунок факторів для весняного водопілля та періоду зимових відлиг;
- складання прогнозу максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля та зимових паводків;
- визначення забезпеченості прогнозних величин;
- прогноз дат початку та максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля;
- виконання оцінки прогнозних величин відносно їх відхилення від середніх багаторічних значень та спостережених величин;

Методика довгострокового прогнозу максимальних витрат води водопілля по розрахованих за програмою прогнозних значеннях дає змогу:

- картографічного представлення очікуваних максимальних модульних коефіцієнтів та їх забезпеченості, термінів проходження водопілля шляхом побудови карто-схем комп'ютерними засобами;
- отримання з карти прогнозних значень максимальних модульних коефіцієнтів k_{qm} будь-яких гідрологічних постів (для центру тяжіння водозборів);

- розрахунок максимальних витрат води водопілля на основі визначення норм максимальних модулів стоку q_0 : для річок, по яких є багаторічні спостереження за стоком, q_0 отримуються по середніх арифметичних значеннях максимальних витрат води весняного водопілля цього періоду; для річок, по яких немає тривалих гідрологічних спостережень, q_0 визначається по моделі типових одномодальних гідрографів водопілля та рекомендаціях по визначенню його складових.



▼ - гідрологічний пост; • – метеорологічна станція (пост)

Рис 3.1 – Карто-схема назв гідрологічних постів в басейні р.Прип'яті та невеликих приток Дніпра

Складання просторового довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Прип'ять та невеликих правих приток Дніпра реалізується відповідно до етапів блок-схеми, представленої на рис. 3.2.