

УДК 556.166
КП XXXXXX
№ держреєстрації 0123U101578

Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(ОДЕКУ)
65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15
тел. (0482) 63-62-09

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з НР ОДЕКУ
д-р геогр.наук, проф.

 Тучковенко Ю.С.
2023.12.

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

Гідрологічний і гідрохімічний режими річок України в сучасних умовах
водокористування і зміни клімату

ПРИРОДНІ І АНТРОПОГЕННІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ РІЗНОГО ЗА
ГЕНЕТИЧНИМ ПОХОДЖЕННЯМ СТОКУ РІЧКОВИХ ВОДОЗБОРІВ
УКРАЇНИ ПРИ ЙОГО СЕЗОННОМУ ПЕРЕРОЗПОДІЛІ В УМОВАХ
КЛІМАТИЧНОЇ ЗМІНИ

(проміжний)

Керівник НДР

д-р геогр.наук, проф.

 2023.12

Шакірзанова Ж.Р.

Рукопис закінчено 1 грудня 2023 р.

Результати цієї роботи розглянуто Науково-технічною радою ОДЕКУ

протокол від 2023.12. №

СПИСОК АВТОРІВ

Доктор географічних наук,
професор, науковий керівник


(підпис)

Ж. Шакірзанова

(вступ, висновки, розділ 1
підрозділи 1.1, 1.2, 1.3;

2023.12.01

пункти 1.1.2, 1.1.5, 1.1.6,
1.1.9, 1.2.2, 1.3.1, 1.3.2, 1.3.5,
1.3.6)

Кандидат географічних наук,
старший викладач,
відповідальний виконавець


(підпис)

М. Гопцій

(розділ 1, підрозділ 1.5)

2023.12.01

Доктор географічних наук,
професор


(підпис)

В. Овчарук

(розділ 1, підрозділ 1.4;
розділ 2)

2023.12.01

Кандидат географічних наук,
доцент


(підпис)

Н. Кічук

(розділ 3)

2023.12.01

Кандидат географічних наук


(підпис)

А. Докус

(розділ 4)

2023.12.01

Старший викладач


(підпис)

Л. Кущенко

(розділ 1, підрозділ 1.4)

2023.12.01

Завідуюча навчально- наукової
лабораторії гідрологічної
інформації і розрахунків


(підпис)

Л. Терзі
(пункти 1.1.4, 1.3.3, 1.3.4;
підпункти 1.2.1.1)

2023.12.01

Технік навчально-наукової
лабораторії гідрологічної
інформації і розрахунків


(підпис)

О. Тимко
(пункти 1.1.3, 1.1.8, 1.3.7,
1.3.8;
підпункти 1.2.1.2)

2023.12.01

Технік навчально-наукової
лабораторії гідрологічної
інформації і розрахунків


(підпис)

О. Трушкова
(пункти 1.1.1, 1.1.7)

2023.12.01

Нормоконтролер



Н.Кічук

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 288 с., рис. 96, табл. 66, джерел 134.

ПРИРОДНІ І АНТРОПОГЕННІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ РІЗНОГО ЗА
ГЕНЕТИЧНИМ ПОХОДЖЕННЯМ СТОКУ РІЧКОВИХ ВОДОЗБОРІВ
УКРАЇНИ ПРИ ЙОГО СЕЗОННОМУ ПЕРЕРОЗПОДІЛІ В УМОВАХ
КЛІМАТИЧНОЇ ЗМІНИ

Об'єкт дослідження – природні і антропогенні умови формування різного за генетичним походженням (меженного і паводкового) стоку річкових водозборів України (Українського Полісся, Південного Бугу, малих річок Придунав'я, річок Закарпаття, Вісли та ін.); характеристики будови річкової мережі з використанням GIS технологій (в суббасейні Сіверського Дінця); характеристика гідрохімічного стану річок Придунайського регіону.

Мета роботи – здійснити географічний аналіз природних чинників підстильної поверхні, кліматичних умов та антропогенних чинників формування річкового стоку та гідрохімічного режиму річок.

Методи дослідження – теоретичний аналіз гідрологічних процесів і явищ; географічний аналіз та узагальнення чинників підстильної поверхні і кліматичних умов формування річкового стоку та гідрохімічного режиму річок.

Одержані результати та їх новизна – аналіз природних і антропогенних умов формування та часових тенденцій рядів стоку річок різних фізико-географічних регіонів України в сучасних умовах клімату і водного режиму при його сезонному перерозподілі в умовах кліматичної зміни. Дослідження характеристик будови річкової мережі з використанням GIS технологій. Опис умов формування гідрохімічного режиму річок Придунайського регіону.

Умови одержання звіту: за договором. ОДЕКУ, 65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15.

ЗМІСТ

	Стор
Вступ.....	9
1 Природні і антропогенні умови формування різного за генетичним походженням (меженного і паводкового) стоку річок різних фізико-географічних регіонів України при його сезонному перерозподілі в умовах кліматичної зміни.....	14
1.1 Характеристика природних і антропогенних умов формування максимального тало-дощового стоку річок межах Українського Полісся (суббасейну р.Прип'ять)	15
1.1.1 Географічне положення.....	15
1.1.2 Гідрографічне районування (в рамках ВРД ЄС)	16
1.1.3 Геологічна будова. Рельєф.....	19
1.1.4 Ґрунти та рослинність.....	21
1.1.5 Опис кліматичних умов регіону.....	24
1.1.6 Особливості формування максимального тало-дощового стоку в басейні Прип'яті при його сезонному перерозподілі в умовах кліматичної зміни.....	31
1.1.6.1 Природні умови формування та водність річок.....	32
1.1.6.2 Типові риси формування тало-дощового стоку річок періоду весняного водопілля.....	33
1.1.6.3 Сучасний водний режим максимального тало-дощового стоку річок.....	34
1.1.7 Гідрографічна характеристика та вивченість території басейну р.Прип'ять.....	40
1.1.8 Основні положення ВПД ЄС відносно ризиків затоплення територій.....	43
1.1.9 Опис зон можливого підтоплення в суббасейні р.Прип'ять.....	46
1.2 Природні і антропогенні чинники формування та прогнозування	

весняного водопілля в басейнах річок Десни та лівих приток Середнього Дніпра.....	50
1.2.1 Гідрометеорологічні умови формування весняного водопілля 2022-2023 р. у басейнах річок Десни та лівих приток Середнього Дніпра.....	50
1.2.1.1 Гідрометеорологічна ситуація на річках.....	50
1.2.1.2 Гідрометеорологічні умови формування весняного водопілля 2022-2023 р.	51
1.2.2 Довгостроковий прогноз максимальних витрат води в басейнах р.Десна та лівих приток Середнього Дніпра.....	58
1.2.2.1 Складання бази вихідної та оперативної гідрометеорологічної інформації.....	59
1.2.2.2 Методика довгострокового прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля.....	66
1.2.2.3 Результати довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. та їх оцінка.....	68
1.3 Природні та антропогенні умови формування тало-дощового стоку гірських річок Закарпаття.....	77
1.3.1 Географічне положення і рельєф.....	79
1.3.2 Карст.....	82
1.3.3 Ґрунти.....	83
1.3.4 Рослинність.....	85
1.3.5 Клімат.....	87
1.3.6 Водний режим тало-дощового стоку гірських річок Закарпаття (в межах України)	97
1.3.7 Гідрографія і гідрологічна вивченість басейну річки Тиса.....	106
1.3.8 Характеристика сучасного водокористування та основні антропогенні впливи на стан поверхневих і підземних вод в Закарпатській області	117
1.4 Природні та антропогенні умови формування меженного стоку річок	

Південного Бугу та інших річок Півдня країни.....	125
1.4.1 Оперативні дані про оцінку маловоддя на річках району басейну річки Південний Буг.....	128
1.4.2 Географічне положення, рельєф та фактори підстильної поверхні в районі басейну Південного Бугу.....	130
1.4.3 Кліматична характеристика досліджуваної території.....	135
1.4.4 Підземні води.....	137
1.4.5 Водний режим річки та гідрологічна вивченість басейну річки Південний Буг.....	142
1.5 Особливості внутрішньорічного розподілу річного стоку на річках України (на прикладі деяких суббасейнів).....	151
1.5.1 Короткі відомості про об'єкти дослідження.....	153
1.5.2 Величина та багаторічна мінливість річного стоку по деяких суббасейнах України.....	155
1.5.3 Розрахункові схеми внутрішньорічного розподілу стоку на досліджуваних суббасейнах.....	171
2 Дослідження характеристик будови річкової мережі (на прикладі суббасейну Сіверського Донця) з використанням GIS технологій.....	181
2.1 Загальні положення.....	181
2.2 Теоретичне обґрунтування методики дослідження.....	182
2.3 Ідентифікація річкової мережі Сіверського Дінця.....	184
3 Умови формування гідрохімічного режиму річок Придунайського регіону.....	196
3.1 Характеристика природних та антропогенних чинників формування гідрохімічного режиму.....	197
3.1.1 Географічне положення і рельєф.....	197
3.1.2 Ґрунти і рослинний покрив.....	200
3.1.3 Кліматичні умови.....	204
3.1.4 Особливості водного режиму.....	208
3.1.5 Антропогенний вплив на формування гідрохімічного режиму.....	209

3.2 Моніторинг досліджуваної території.....	211
3.3 Гідрохімічна характеристика досліджуваних об'єктів.....	213
3.3.1 Характеристика головних іонів і мінералізації.....	214
4 Дослідження складових водного балансу - метеорологічних та гідрологічних характеристик річного стоку в басейні річки Південний Буг.....	225
4.1 Фізико-географічна характеристика басейну річки Південний Буг.....	225
4.2 Аналітичний огляд методів визначення складових водного балансу.....	236
4.2.1 Визначення випаровування з поверхні водозбору.....	236
4.2.2 Визначення атмосферних опадів з поверхні водозбору.....	250
4.2.3 Методи вимірювання рівнів та витрат води на річках.....	254
4.3 Визначення періоду для розрахунку водного балансу водозборів.....	257
4.4 Визначення складових водного балансу в басейні річки Південний Буг..	259
Висновки.....	265
Перелік джерел посилання.....	272

ВСТУП

Перший етап науково-дослідної роботи присвячений аналізу природних і антропогенних умов формування різного за генетичним походженням (меженного, паводкового і річного) стоку річкових водозборів України при його сезонному перерозподілі в умовах кліматичної зміни, що є важливим завданням при удосконаленні науково-методичної бази та розробки на її основі методик гідрологічних розрахунків та прогнозів тало-дощового стоку річок, максимального стоку паводків теплої і холодної періоду, меженного стоку за даними сучасного багаторічного періоду спостережень, оцінки гідрохімічного стану річок. В даній роботі будуть виконані дослідження характеристик будови річкової мережі з використанням GIS технологій, складових водного балансу - метеорологічних та гідрологічних характеристик річного стоку в басейні річки, надані характеристика і опис гідрохімічного стану річок Придунайського регіону.

Такі завдання повною мірою узгоджується з цілями Водної Рамкової Директиви 2000/60/ЄС, згідно яких враховуючи інтегрований підхід до управління водними ресурсами на басейновому принципі для кожного району річкового басейну повинен бути розроблений план управління, який складається з аналізу характеристик району річкового басейну і стану водних об'єктів. Оцінки гідрологічних ризиків, попередження та захисту територій підтоплення при проходженні катастрофічних повеней згідно Водної паводкової директиви 2007/60/ЄС дозволять мінімізувати економічні збитки при прийнятті управлінських рішень щодо раціонального водокористування господарством країни.

Метою даного етапу роботи є здійснення географічного аналізу природних чинників підстильної поверхні, кліматичних умов та антропогенних чинників формування річкового стоку та гідрохімічного режиму річок.

Завданнями першого етапу роботи кафедри гідрології суші у 2023 р. є:

- опис природних і антропогенних умов формування та аналіз часових тенденцій рядів стоку річок різних фізико-географічних регіонів України в сучасних умовах клімату і водного режиму (Українського Полісся, басейнів Південного Бугу і Сіверського Дінця, малих річок Придунав'я, річок Закарпаття, Вісли та ін.);
- дослідження характеристик будови річкової мережі (на прикладі суббасейну Сіверського Донця) з використанням GIS технологій;
- опис умов формування гідрохімічного режиму річок Придунайського регіону;
- дослідження складових водного балансу - метеорологічних та гідрологічних характеристик річного стоку в басейні річки Південний Буг.

Методи дослідження, що використані в роботі – теоретичний аналіз гідрологічних процесів і явищ; географічний аналіз та узагальнення чинників підстильної поверхні і кліматичних умов формування річкового стоку та гідрохімічного режиму річок.

Очікувані результати дослідження. В даному проекті розглянуто природні й штучні умови формування гідрологічного режиму річок різних фізико-географічних зон території України (Українського Полісся, басейнів Південного Бугу і Сіверського Дінця, малих річок Придунав'я, річок Закарпаття, Вісли та ін.). В останні роки в умовах спрямованих тенденцій змін кліматичних умов планети і, як наслідок, також й водних ресурсів необхідним стає виявлення таких тенденцій у характеристиках річкового стоку різних періодів водного режиму (на прикладі окремих регіонів).

Окремий розділ містить дослідження структури річкової мережі Сіверського Дінця в умовах використання різномасштабного картографічного матеріалу. Отримання основних результатів дослідження виконується на основі ідентифікації річкової мережі за трьома масштабами (1:50 000, 1:100 000, 1:200 000) в геоінформаційному середовищі QGIS. Отриманні дані (передусім кількість елементарних нерозгалужених водотоків S_i) слугують основою для розрахунку коефіцієнту структури річкової мережі K_i для 28 суббасейнів, що обмеженні гідрологічними постами. Це дозволяє виявити зв'язок між

масштабом карти та характеристиками будови Сіверського Дінця (густотою, витратами, площею та довжиною), і як наслідок, запропонувати інструментарій «переходу» між різними масштабами.

Одним з питань існування та раціонального використання природного комплексу Придунайських регіону є необхідність оцінки гідрохімічного складу та якості вод. Головні труднощі виникають у зв'язку з практичною відсутністю гідрологічної мережі спостережень в басейнах річок Придунав'я.

Дослідження складових водного балансу особливо актуальним є в умовах коливань клімату. В дослідженні буде проаналізовано метеорологічні та гідрологічні характеристики річного стоку в басейні річки Південний Буг за 40-річний період спостережень (1981-2020 рр.) та проаналізовано їх зміну за два 20-ти річні періоди (1981-2000 рр. та 2001-2020 рр.).

Практичне значення одержаних результатів.

З метою подальшого удосконалення і адаптації в умовах зміни клімату сучасних розрахункових і прогностичних методик для визначення максимального та мінімального (у тому числі екологічного) стоку річок, що дає можливість ймовірнісної оцінки гідрологічних ризиків на річках України в роботі виконані поставлені завдання.

В основу даної наукової розробки покладені сучасні теоретичні розробки, представлені Одеською науковою школою в області гідрології. Розрахункові і прогностичні характеристики будуть отримані на матеріалах гідрометеорологічних спостережень стаціонарної мережі гідрометеорологічної служби України станом на 2020 і подальші роки.

Крім викладачів, до виконання науково-дослідної теми залучені інженери кафедри, аспіранти, магістри та студенти університету.

В межах тематиці кафедральної науково-дослідної роботи приймали участь аспіранти: ***Сіваєв Д.В.***, асп. 2-го р.н. (в підрозділі 1.1 виконано аналіз впливу чинників підстильної поверхні на максимальний тало-дощовий стік річок в межах Українського Полісся, сезонний перерозподіл стоку води), ***Колеснік А.В.***, асп. 3-го р.н. (в підрозділі 1.2 схарактеризовано природні та антропогенні умови формування і водний режим тало-дощового стоку гірських

річок Закарпаття), **Скороход Д.П.**, асп. 2-го р.н. (в розділі 4 приймав участь у дослідженнях складових водного балансу - метеорологічних та гідрологічних характеристик річного стоку в басейні річки Південний Буг), **Лутай Д.В.**, асп. 2-го р.н. (в розділі 3 описані природні умови формування гідрохімічного режиму річок Придунайського регіону), маг. 2-го р.н. **Селегєєв А.С.** (в розд. 2 виконане дослідження характеристик будови річкової мережі (на прикладі суббасейну Сіверського Донця) з використанням GIS технологій).

В рамках НДР підготовані кваліфікаційні роботи магістрів Одеського державного екологічного університету кафедри гідрології суші за темами: **Шевченко О.П., гр. МЗГ-22, «Просторове довгострокове прогнозування максимального стоку весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра»** (наук.кер. Шакіризанова Ж.Р. д-р. геогр. наук, проф.) (брав участь у підготовки розд.1, пункт 1.1.2); **Селегєєв А.С., гр. МЗГ-22, «Впорядкування структури річкових басейнів: ідентифікація, кодифікація, масштаб (на прикладі суббасейну Сіверського Донця)»** (наук.кер. Овчарук В.А., д-р геогр. наук, проф.) (брав участь у підготовки розд.2); **Кретов А.О., МЗГ-22, «Регіональні характеристики мінімального добового стоку зимової та літньої межні в районі річкового басейну Південного Бугу»** (наук.кер. Овчарук В.А., д-р геогр. наук, проф.) (брав участь у підготовки розд.1, пункт 1.1.4); **Поздняков Ю.О., МЗГ-22, «Аналіз змін багаторічних коливань водності річок суббасейну Тиси»** (наук.кер. Гопцій М.В., канд. геогр. наук, ст. викладач), (брав участь у підготовки розд.1, пункт 1.1.5); **Крутенко І.В., МЗГ-22, «Аналіз багаторічної динаміки якості води малих річок, що впадають до Придунайських озер»** (наук.кер. Кічук Н.С., канд. геогр. наук, доцент), (брала участь у підготовки розд.3, підр. 3.1, 3.3); **Антонов Д.Я., МЗГ-22, «Водний баланс басейну річки Південний Буг до села Тростянчик»** (наук.кер. Докус А.О., канд. геогр. наук, ст. викладач), (брав участь у підготовки розд.4, підр.4.1, 4.4), про що є акт впровадження результатів 1-го етапу НДР в навчальний процес Одеського державного екологічного університету (від 05.12.2023 р.) при підготовці і викладанні лекційних курсів,

при проведенні наукових заходів – написанні курсових проектів, кваліфікаційних робіт магістрів та дисертаційних робіт аспірантів.

Отримані Акти впровадження 1-го етапу НДР кафедри у виробничу діяльність в Гідрометцентрі Чорного та Азовського морів, Державна служба України з надзвичайних ситуацій (м.Одеса, вул.Французький бульвар, 89) (Акт використання від 12 грудня 2023 р.), Басейнове управління водних ресурсів річок Причорномор'я та Нижнього Дунаю (м. Одеса, вул.Івана і Юрія Лип, 13) (Акт використання від 13 грудня 2023 р.).

1 ПРИРОДНІ І АНТРОПОГЕННІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ РІЗНОГО ЗА ГЕНЕТИЧНИМ ПОХОДЖЕННЯМ (МЕЖЕННОГО І ПАВОДКОВОГО) СТОКУ РІЧОК РІЗНИХ ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ ПРИ ЙОГО СЕЗОННОМУ ПЕРЕРОЗПОДІЛІ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНОЇ ЗМІНИ

1.1 Характеристика природних і антропогенних умов формування максимального тало-дощового стоку річок межах Українського Полісся (суббасейну р.Прип'ять)

Всебічне використання водних ресурсів, а також підписання Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом та його державами-членами дає нові можливості та створює нові стандарти у різних сферах діяльності, у тому числі й у сфері охорони довкілля. При цьому більшість країн-членів ЄС впроваджує інтегрований підхід до управління водними ресурсами на басейновому принципі згідно положень Водної Рамкової Директиви (Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 23 жовтня 2000 року про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері водної політики (надалі ВРД ЄС) [1]. Україна взяла на себе зобов'язання адаптувати своє законодавство та слідувати принципам, викладеним директивами ЄС (Закон №1629-IV від 18.03.2004 р. «Про державну програму адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу»), а саме управління водними ресурсами та питань якості води.

Для досягнення цілей ВРД ЄС управління кожним річковим басейном буде здійснюватися на основі Плану управління річковим басейном, який складається з аналізу характеристик району річкового басейну, поточного стану його гідрографічної мережі, чіткого обліку водних об'єктів, можливих господарських змін у річковому басейні, а також мати програму заходів для досягнення у встановлених цілей (стаття 13 ВРД ЄС). Водна Рамкова Директива ЄС, враховуючи міжнародний досвід щодо вибору районів річкових басейнів визнає річковий басейн в якості головної природної одиниці водного середовища. Басейн річки

являє собою обмежену вододілами систему водотоків різних порядків, що впадають до однієї головної річки чи водного об'єкту [2].

1.1.1 Географічне положення

Річка Прип'ять протікає по території південної Білорусії та північно-західній частині України і впадає в р. Дніпро на Україні. Річка бере початок на заході України в Волинській області (рис. 1.1).

Територія розглядуваного району – суббасейну р. Прип'яті, включаючи її праві притоки розташована в лісостеповій і степовій зонах. На заході межа району проходить по вододілу р. Західного Бугу, на півночі – майже по кордону України і Білорусії, на сході – по вододілу річок Уж і Тетерев, на півдні – по вододілам річок Південний Буг, Збруч і Серет.

Річка протікає по областях України: Волинській і Рівненській, а також на значній частині Житомирській, Хмельницькій і Тернопільській областях [3]-[7].

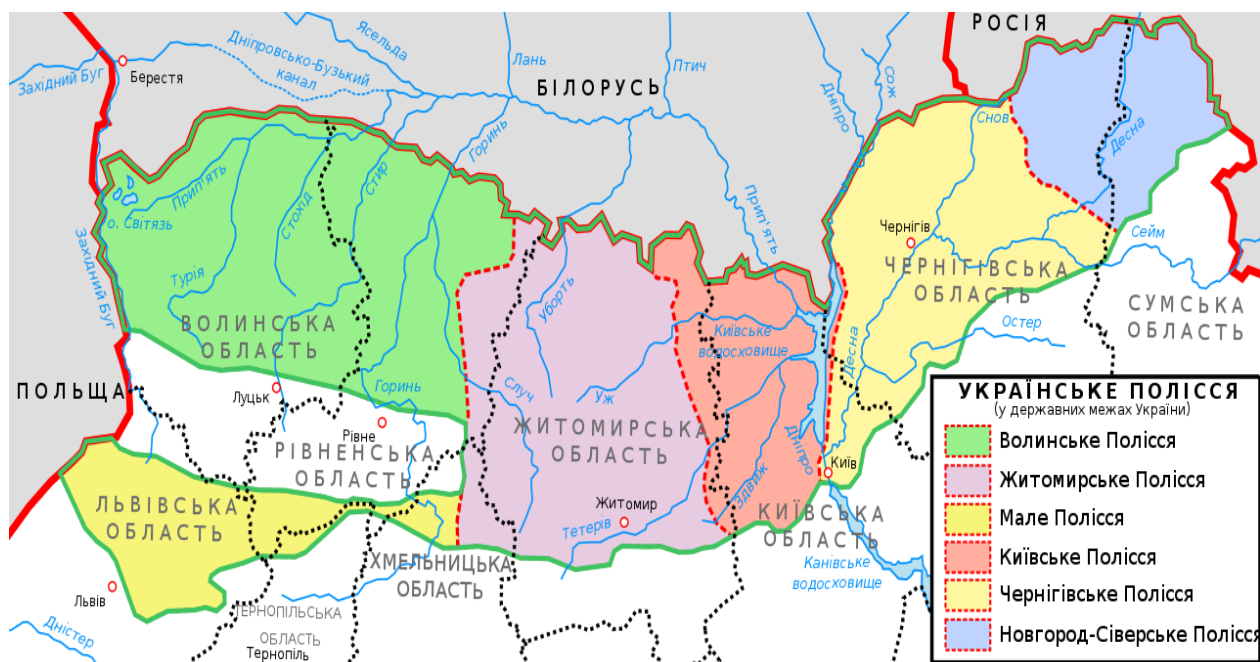


Рисунок 1.1 – Карта річок Українського Полісся <https://uk.wikipedia.org/wiki>

1.1.2 Гідрографічне районування (в рамках ВРД ЄС)

З метою реформування та покращення системи управління водними ресурсами держави та урахуванням досвіду інших країн з впровадженням положень ВРД та при створенні Плану управління річковим басейном здійснене нове гідрографічне районування території України за басейновим принципом [8], [9], а в даній роботі наведена фізико-географічна характеристика природних і кліматичних умов формування максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять.

Дотримуючись вимог ВРД ЄС [8], [9] райони річкових басейнів закріплюються не до адміністративних чи політичних кордонів (територія річкового басейну може розташовуватися в межах декількох країн), а згідно з географічними межами річкового басейну. Директива вимагає визначення районів річкового басейну, які можуть бути басейном однієї великої річки або, включати кілька басейнів малих річок, нанесення на карту меж басейнів та суббасейнів, що відносяться до даного району річкового басейну.

Відповідно до документу ВРД ЄС у методиці гідрографічного районування території України авторами [8] використовуються такі основні терміни та їх визначення:

Гідрографічна одиниця – район річкового басейну, річковий басейн, суббасейн;

- Район річкового басейну – головна одиниця управління у галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів, що складається з річкового басейну (сусідніх річкових басейнів) та пов'язаних з ними підземних водних об'єктів та лиманів у межах території України;

- Річковий басейн – частина земної поверхні, стік води з якої послідовно через пов'язані водойми здійснюється в море або озеро;

- Суббасейн – частина річкового басейну, стік води з якої через пов'язані водойми і водотоки здійснюється до головної річки басейну або водогосподарської ділянки нижче за течією.

Методика гідрографічного районування території України в [9], яке здійснюється для розробки планів управління річковими басейнами передбачає поділ території України на гідрографічні одиниці – райони річкових басейнів (басейновий рівень) та суббасейни (суббасейновий рівень) [9] та ґрунтується на гідрографо-географічному підході до районування територій. При цьому межі гідрографічних одиниць (району річкового басейну) проходять по вододілах річкових басейнів і суббасейнів як географічній межі між суміжними водозборами і не можуть перетинати водосховища чи озера, якщо вони повністю розташовані в межах території України.

Головним критерієм при встановленні гідрографічних одиниць басейнового рівня (району річкового басейну) є площа водозбірної території, мінімальна величина якої не повинна бути меншою від площі басейну головної великої річки, а максимальна величина не встановлюється, якщо він включає басейн однієї великої річки.

Басейни великих річок, які впадають у головну річку району річкового басейну (басейновий рівень) можуть виділятися в окремі гідрографічні одиниці – суббасейни (суббасейновий рівень). Басейни малих і середніх річок, які впадають у головну річку району річкового басейну можуть включатися до складу суббасейну великої притоки головної річки (з загальною площею не більше 50 000 км²).

Встановлення гідрографічних одиниць та визначення їх меж здійснюється на основі державних топографічних карт та цифрових моделей рельєфу з використанням геоінформаційних технологій.

Опис меж кожної гідрографічної одиниці включає в себе низку етапів, у тому числі фізико-географічну характеристику проходження меж гідрографічних одиниць в прилеглий місцевості таких як рельєф, гідрографія, ґрунтовий і

рослинний покриви, ландшафт, мережа ліній сполук, інші географічні компоненти. При цьому застосовуються географічні найменування об'єктів місцевості.

Схема гідрографічного районування території України показана на рис. 1.2. Відповідно картосхеми гідрографічного районування території України V район басейну Дніпра включає 5 суббасейнів: Верхнього Дніпра, Прип'яті, Десни, Середнього Дніпра та Нижнього Дніпра (рис. 1.2). Суббасейни басейнів річок Прип'яті та Десни – виділені за розмірами їх водозборів (великі річки) та транскордонним положенням; Середнього Дніпра та Нижнього Дніпра – шляхом об'єднання в одну гідрографічну одиницю суббасейнового рівня басейнів малих і середніх річок, що впадають до головної річки відповідно на середній і нижній течії Дніпра. Причому, кордон між суббасейнами Середнього Дніпра та Нижнього Дніпра проходить по створу Кременчуцької ГЕС і майже співпадає з межею між лісостеповою та степовою географічними зонами, що відрізняються умовами формування стоку та гідрографічними характеристиками [10].



Рисунок 1.2 – Схема гідрографічного районування річкового басейну Дніпра [10]

Крім того ця межа відокремлює менш економічно розвинуті території Середнього Дніпра від більш розвинутих в економічному відношенні адміністративних областей Нижнього Дніпра. Межа Нижнього Дніпра тягнеться від греблі Кременчуцького водосховища до р.Саксагань.

У подальших пунктах першого розділу роботи виконаний аналіз фізико-географічних характеристик суббасейну Прип'яті згідно вимог Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу 2000/60/ЄС при гідрографічному районуванні та створенні плану управління для досягнення доброго статусу водних об'єктів. В подальшому такий аналіз буде покладено, враховуючи вимоги Водної Паводкової Директиви 2007/60/ЄС, в основу прогнозування щорічних гідрологічних ризиків весняних повеней на річках і планування заходів захисту в зонах можливого затоплення при просторовому моніторингу стану водних об'єктів в цей період.

1.1.3 Геологічна будова. Рельєф

Територія басейну р. Прип'ять знаходиться на Волино-Подільській плиті [3]. Карта - схема ландшафту басейну р. Прип'ять представлена на (рис. 1.3) [7].

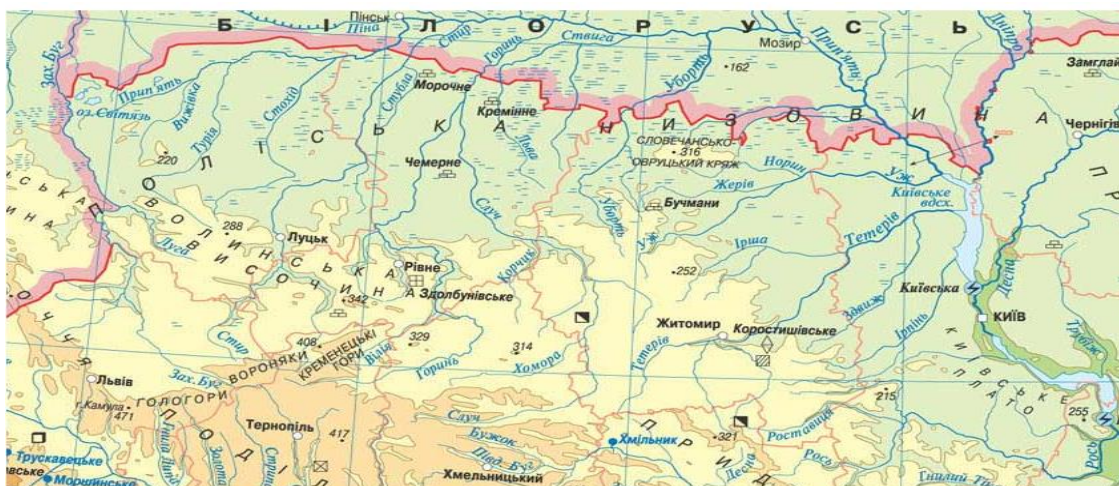


Рисунок 1.3 – Ландшафт суббасейну р.Прип'ять [7]

Район охоплює ряд орографічних областей – північну частину Придніпровської височини, північну частину Подільської височини, Волинську височину, Поліську низовину (Волинське, Житомирське полісся) [3], [4], [5]. Формування рельєфу тут обумовлено геологічною будовою території, тектонічною активністю її окремих частин, а також взаємодією зовнішніх процесів.

По північно-східній частині Подільської височини протікають річки Случ, Горинь, а на північно-західному схилі Подільської височини беруть свій початок р.Стир і її права притока р.Іква. Відмітки поверхні Подільської височини в межах розгляданого басейну сягають 407 м в районі міста Кременця на вододілі між річками Іквою і Вілією; максимальні відмітки поверхні вододілів Вілія-Горинь і Горинь-Случ сягають 320 м. Різниця висот в районі Кременецької височини сягає 200 м, а далі на схід зменшується до 60-40 м [3].

Річки Іква і Стир перетинають східну частину Малополіської рівнини – обширну, відносно понижену область, яка відокремлює Подільську височину (на півдні) і Волинську височину. Ця неглибоко розclinена рівнина має відмітки поверхні порядку 230-240 м.

Волинська височина розтягнута в широтному напрямі і перетинається річками Стир і Горинь. Відмітки поверхні тут складають 240-250 м, в межах Мизочського кряжу до 341 м, глибина врізу річкових долин досягає 60-70 м (звичайно 50 м).

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. Середні висоти складають 100-150 м.

Рельєф Полісся в загальній рівнинний, його монотонність достатньо часто порушують гранітні скали і невеликі льосові острови. Один з найбільш крупних – Словечансько-Овручський кряж (знаходиться між витокami рік Горині і Словечні). Характеризується чітко вираженою глибиною і плоскістною ерозією, яка інколи набуває катастрофічних розмірів.

Характерною рисою Поліської зони є її слаба дренюваність і при цьому обіллє мезо- і мікро форм рельєфу. К особливостям басейну р.Прип'ять відносяться – закарстованість, яка розповсюджена по території басейну не рівномірно, що пов'язане з діяльністю ґрунтових вод [3].

1.1.4 Ґрунти та рослинність

Ґрунтовий покрив надзвичайно різноманітний. Він налічує близько 160 генетично і агрономічно різних видів ґрунтів (рис 1.4).

Основний фон ґрунтів складають дерновопідзолисті ґрунти різного механічного складу і різного ступеню підзолистості (слабо-, середньо- і сильнопідзолисті різновиди). Їх утворення обумовлене бескарбонатністю материнських порід, вологим і теплим кліматом і рослинністю [3].



Рисунок 1.4 – Ґрунти території суббасейну р.Прип'ять [7]

Дерново-слабопідзолисті ґрунти головним чином розвинені на річкових терасах. Широкою смугою вони простираються повздовж Прип'яті, а також розвинені у межах долин і на терасах Стирі, Горині, Случі і др. Ґрунтоутворюючими породами слабопідзолистих ґрунтів служать алювіальні і флювіогляціальні відкладення піщаного і піщано-глинястого механічного складу. Морфологічні ознаки підзолистих ґрунтів виражені дуже слабо. Гумус в них складає 0,4-1,5 %.

Дерново-середньопідзолисті ґрунти розвинені на вододільних просторах, які складені переважно флювіогляціальними і мореними відкладеннями. Дерново-сильнопідзолисті розвинені на суглинистих відкладеннях, проте масивів не утворюють.

Дерново-підзолисто-глеєві ґрунти зустрічаються на Поліссі там, де рівень ґрунтових вод знаходиться близько до поверхні.

Дерново-глеєві (лугові) ґрунти частіше всього зустрічаються в центральній і приуслівій частинах пойми та інших понижених частинах рельєфу. По механічному складу дерново-глеєві ґрунти достатньо різноманітні. Вони сформовані на безкарбонатних алювіальних і водно-лідньоківих відкладеннях. Дерново-глеєві ґрунти часто розвинуті у комплексі з торф'яно-глеєвими ґрунтами.

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.

Дерново-перегнойно-карбонатні ґрунти сформувались на сильно карбонатних породах, головним чином на продуктах вивітрювання мілових порід південної частини Волинського Полісся [3]. Світло-сірі опідзолені ґрунти розвинуті на Поліссі островами в місцях розвитку суглинків.

Розглядувана територія відноситься до Поліської підпровінції Східно-Європейської провінції і характеризується переваженням дубово-соснових лісів (рис. 1.5) [3].

Крім лісів, велике розповсюдження мають заплавні і внезаплавні луги і болота.

До складу підпровінції належать п'ять округів. Басейн р.Прип'ять, включаючи її праві притоки простягається на землях перших трьох округів і частково четвертого:

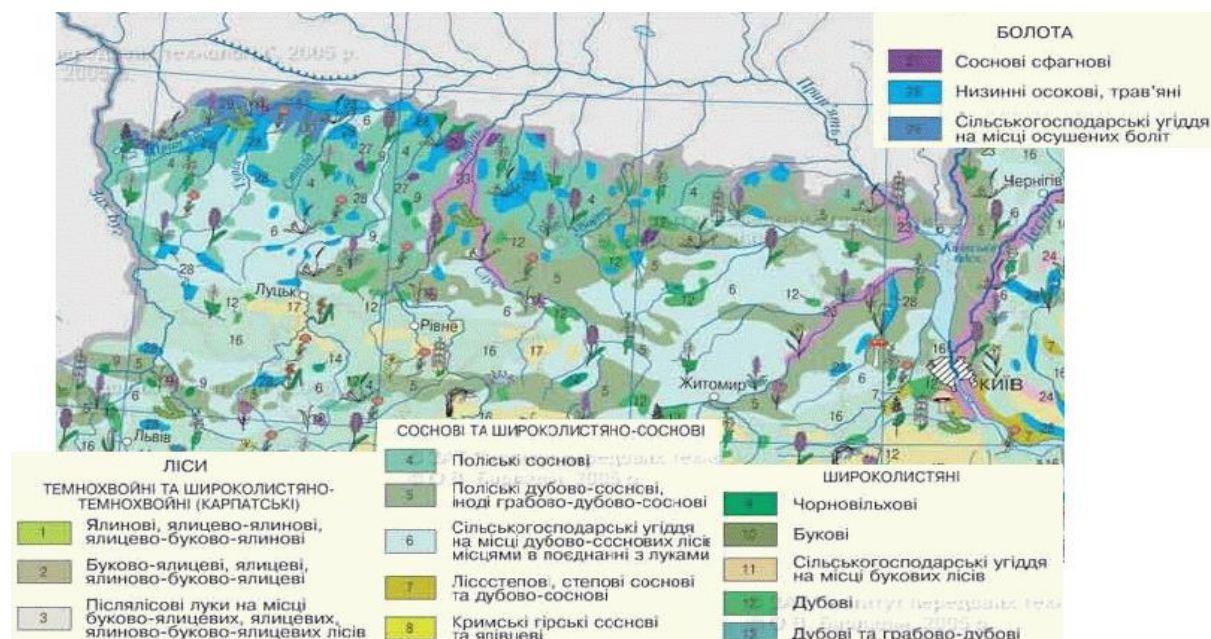


Рисунок 1.5 – Рослинність території суббасейну р.Прип'ять [7]

Західно-Поліський округ з сосновими лісами, заболоченими луками і низинними болотами;

Луцько-Ровенський округ з дубово-сосновими лісами;

3) Малополіський округ з дубово-сосновими, грабово-дубово-сосновими лісами і ефтрофними болотами;

4) Центрально-Поліський округ з дубово-сосновими, сосновими, дубовими лісами.

Широколісно-лісова зона, яка розташована на території розгляданого басейну, представлена лісовою, луговою і болотною рослинністю.

1.1.5 Опис кліматичних умов регіону

Основні риси клімату розгляданої території формуються під впливом морського і континентального кліматоутворюючих факторів, характер і інтенсивність яких суттєво відрізняються по сезонах року. Посилення східно континентального впливу ясну сонячну погоду влітку і морозну взимку. Морський вплив приносить вологу погоду, літом прохолодну, а зимою теплу, з снігопадами, буревіями, ожеледицею [3], [4], [11]–[14].

Зимовий сезон, як і усе холодне півріччя, характеризується переважною роллю циркуляційного фактору. Зимою 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. Атмосферні процеси характеризуються посиленням азорського антициклону. У цілому погодні умови літнього сезону відрізняються значним підвищенням температури повітря за рахунок прогріву земної поверхні, великою повторністю ясних днів, рідкими туманами, збільшенням кількості опадів і активною грозовою діяльністю.

Протягом осіннього сезону азорський антициклон повністю руйнується. Замість нього в жовтні-листопаді починає розвиватися сибірський антициклон.

Температурний режим.

Температурний режим обумовлюється особливостями атмосферної циркуляції, радіаційними факторами і характером підстильної поверхні.

Для опису температурного режиму басейну р. Прип'яті у таблицях 1.1–1.5 наводяться дані о температурах повітря, які взяті по двох метеостанціях на території басейну [15].

Найбільш низькі температури повітря спостерігаються повсюди у січні і складають $-4,6^{\circ}\text{C}$, $-5,2^{\circ}\text{C}$ (табл. 1.1). Починаючи з березня-квітня температура повітря починає зростати. Найбільш теплий місяць року – липень, коли температури повітря складають $18,6-18,8^{\circ}\text{C}$ для всього району басейну. Середня багаторічна річна температура повітря складає $7,0 - 7,2^{\circ}\text{C}$.

Абсолютні максимальні місячні та річні температури повітря наведені в табл. 1.2. З них найбільші значення складають $38,0^{\circ}\text{C}$, $39,0^{\circ}\text{C}$ і припадають на липень – серпень.

Таблиця 1.1 – Середня місячна і річна температура повітря, $^{\circ}\text{C}$ [15]

№	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

Таблиця 1.2 – Абсолютні максимуми місячної і річної температура повітря, $^{\circ}\text{C}$ [15]

№	Станція	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Річна
1	м.Сарни	11	13	24	31	34	37	38	32	29	26	26	15	38
2	м.Ковель	11	14	23	30	34	34	39	38	32	30	26	14	39

Абсолютні мінімуми місячних та річних температур повітря наведені в табл. 1.3. З них найменші значення складають $-35,0^{\circ}\text{C}$ і припадають на січень – лютий.

Таблиця 1.3 – Абсолютні мінімуми місячної й річної температур повітря, $^{\circ}\text{C}$ [15]

№	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

В табл. 1.4 наведені дати першого і останнього заморозків та тривалість безморозного періоду. Середня тривалість безморозного періоду в середньому

складає 155 діб. Найбільша тривалість безморозного періоду складає 178 діб (1950 р., 1958 р.), найменша – 108 діб (м. Ковель, 1953 р.).

Таблиця 1.4 – Дати першого і останнього заморозків і тривалість безморозного періоду [15]

№	Станція	Дата заморозку						Тривалість безморозного періоду		
		останнього			першого			Середня	Найменша	Найбільша
		Середня	Сама-рання	Сама-пізня	Середня	Сама-рання	Сама-пізня			
1	Сарни	2.05	17.04 1946	2.06 1950	5.10	22.09 1961	28.10 1954	156	126 1950	178 1958
2	Ковель	28.04	11.04 1950	30.05 1953	30.09	16.09 1953	14.10 1940	154	108 1953	178 1950

Для характеристики формування максимального тало-дощового стоку і умов формування водного режиму річок велике значення мають строки весняного переходу температури повітря через 0 °C і 5 °C (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Дати переходу середньої добової температури повітря через -5 °C, 5 °C і 0 °C [15]

№	Станція	Весна			Осінь		
	Координати	-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	-

Перехід середньої добової температури повітря через -5° C весною відмічається вже на початку лютого. Початок весни визначається стійким переходом температури повітря через 0 °C в бік позитивних значень. На всій території перехід температури повітря через нуль спостерігається у другій декаді березня. Перехід середньої добової температури повітря через 5 °C на більшості території спостерігається у першій декаді квітня. Період з середньодобовою температурою повітря вище 5 °C спостерігається до третьої декади жовтня.

Стійкий перехід температури повітря через 0 °С у бік від'ємних позначок спостерігається у третій декаді листопаду.

В табл. 1.6 наведені значення глибин промерзання ґрунтів. Середнє для цього району значення глибин промерзання ґрунту складає 51 см, а максимальне сягає 110 см.

Таблиця 1.6 – Глибини промерзання ґрунтів, см [15]

№	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

Режим опадів.

Атмосферні опади відіграють важливу роль в процесі формування стоку. Для характеристики їх розподілення по території були використані дані по чотирьох станціях, рівномірно розподілених по басейну [4], [7].

Середні значення місячних і річних сум опадів наведені в табл. 1.7. На розгляданій території в середньому випадають 540–560 мм опадів з максимумом у липні-серпні (72-81 мм) і мінімумом у січні-березні (порядку 27-29 мм).

Таблиця 1.7 – Середня кількість опадів з поправками до значень осадкоміру, мм [15]

№	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

В табл. 1.8 наведені дані про кількість днів з опадами різної величини. З табл. 1.8 видно, що кількість днів з опадами більше 30 мм і навіть 20 мм спостерігались вкрай рідко.

Таблиця 1.8 – Кількість днів з опадами різної величини, мм [15]

м. Сарни							
	≥ 0.1	≥ 0.5	≥ 1.0	≥ 5.0	≥ 10.0	≥ 20.0	≥ 30.0
1	-	09.июн	06.авг	01.янв	0.3	0.0	0.0
2	-	09.май	07.июн	01.апр	0.4	0.0	0.0
3	-	08.сен	06.май	01.май	0.2	0.0	0.0
4	10.сен	08.июл	07.фев	02.мар	0.7	0.2	0.0
5	12.июн	10.авг	08.сен	03.авг	01.авг	0.4	0.2
6	12.0	10.апр	09.янв	04.фев	02.апр	0.7	0.3
7	12.июн	11.0	09.фев	04.май	02.янв	0.7	0.1
8	11.сен	10.мар	9.0	04.май	02.апр	0.6	0.3
9	11.июн	09.сен	08.янв	03.янв	01.фев	0.4	0.2
10	11.мар	08.авг	07.апр	02.июл	01.фев	0.4	0.03
11	-	09.авг	07.авг	02.июн	0.7	0.1	0.03
12	-	10.май	07.июн	2.0	0.4	0.1	0.0
Рік	-	118	95	34	14	4	1
м. Ковель							
1	16.янв	01.фев	07.май	01.фев	0.1	0.0	0.0
2	14.май	01.фев	07.май	01.фев	0.2	0.0	0.0
3	13.июн	01.май	07.фев	01.май	0.3	0.04	0.02
4	12.авг	02.май	07.авг	02.май	0.6	0.04	0.02
5	12.апр	03.янв	08.июл	03.янв	01.янв	0.1	0.1
6	13.апр	5.0	09.апр	5.0	02.апр	0.8	0.3
7	14.янв	04.авг	10.апр	04.авг	02.апр	0.8	0.4
8	12.июн	04.июл	09.июн	04.июл	02.фев	0.7	0.4
9	11.мар	3.0	07.май	3.0	01.янв	0.2	0.02
10	10.авг	02.июл	06.сен	02.июл	0.8	0.1	0.02
11	15.сен	02.апр	9.0	02.апр	0.8	0.1	0.02
12	16.июн	01.авг	07.авг	01.авг	0.4	0.02	0.0
Рік	164	122	99	34	12	3	1

Дані о максимальних добових опадах різної забезпеченості за рік наведені в табл. 1.9. Спостережений максимум опадів складав 122 мм у м.Ковель 24.06.1948 р.

Таблиця 1.9 – Добові максимуми опадів різної забезпеченості, мм [15]

Станція	Середній максимум	Забезпеченість, %						Спостережений максимум	
		63	20	10	5	2	1	мм	Дата
м. Сарни	40	32	56	66	78	94	106	106	11.09.1963
м. Ковель	40	32	52	66	80	104	128	122	24.06.1948
м. Пінськ	38	31	48	58	66	78	86	77	19.06.1933

Сніговий покрив.

На території басейну р. Прип'ять сніговий покрив розподіляється практично рівномірно. Строки утворення і сходу снігового покриття в значній мірі залежать від погодних умов і з року в рік можуть сильно варіювати, значно відрізняючись від середніх багаторічних величин [11].

Перший сніг лише у рідких випадках зберігається усю зиму; частіше за усе він сходить повністю, а потім утворюється новий. Перший сніг випадає у другій-третьій декадах листопада (табл. 1.10). Дата утворення стійкого снігового покриття, як правило, не співпадає з появою першого снігу, у зв'язку з чим вона спостерігається у другій декаді грудня – першій декаді січня. Тривалість стійкого снігового покриття по території складає 2-3 місяці.

Таблиця 1.10 – Дати появи і сходу снігового покриття, утворення і руйнування стійкого снігового покриття [15]

№	Станція	Кількість днів зі снігом	Дати появи снігового покриття			Дати утворення снігового покриття		
			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	-

Закінчення табл. 1.10

№		Дати руйнування снігового покриття			Дати сходу снігового покриття	
		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

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 в середньому у кінці березня.

Щільність снігового покриву постійно змінюється у часі і у просторі і багато у чому залежить від режиму погоди. К моменту сніготанення середня щільність снігу складає 0,20-0,26 кг/см³.

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.

Вітровий режим.

Вітровий режим на даній території обумовлюється атмосферною циркуляцією і характером підстильної поверхні [11]-[13].

Зміна інтенсивності атмосферної циркуляції, а також сезонне зміщення окремих баричних центрів обумовлює річний хід швидкостей вітру. Середні річні швидкості вітру складають 3,1-3,8 м/с (табл. 1.11). Найбільші значення середніх місячних швидкостей вітру спостерігаються у січні і коливаються від 3,6 м/с до 4,6 м/с. Найменші середні місячні швидкості вітру (2,2-3,1 м/с) спостерігаються у другій половині літа і на початку осені.

Таблиця 1.11 – Середні місячні і річні швидкості вітру, м/с [15]

№	Станція	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	річна
1	м. Сарни	3,6	3,7	3,8	3,3	3,0	2,7	2,6	2,4	2,5	2,9	3,6	3,6	3,1
2	м.Ковель	4,6	4,6	4,4	4,0	3,5	3,3	3,0	2,8	3,1	3,5	4,4	4,4	3,8

Вологість повітря.

Вологість повітря залежить від циркуляційних процесів і особливостей підстильної поверхні [11]-[13].

В річному ході відносна вологість повітря сягає максимуму зимою (84-88 %). Починаючи з лютого відбувається пониження відносної вологості на 1-2 % (табл. 1.12). В квітні вже з'являються перші риси літнього розподілення відносної

вологості, вона зменшується до 64 %. Восени відбувається бистре нарощення відносної вологості – на 10-15 % від місяця к місяцю. Середня річна відносна вологість коливається від 77 % до 79 %.

Таблиця 1.12 – Середня місячна і річна відносна вологість повітря, % [15]

	Станція	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Річна
1	м.Сарни	84	83	78	70	64	66	70	74	78	82	88	87	77
2	м.Ковель	85	85	80	72	68	70	72	76	78	82	88	88	79

1.1.6 Особливості формування максимального тало-дощового стоку в басейні Прип'яті при його сезонному перерозподілі в умовах кліматичної зміни

Річки розглядуваної території належать до типу рівнинних з переважанням снігового живлення. Режим стоку річок басейну р. Прип'ять характеризується весняним водопіллям, низької літньою меженню, періодичними літніми і осінніми паводками. У осінньо-зимовий період зазвичай спостерігається підвищена водність річок в результаті значних опадів і відлиг [3], [4].

За даними монографічних видань [3], [4], [5], [6], [16] в багаторічному річному розрізі на річках суббасейну р.Прип'ять, яка протікає в межах лісової зони достатнього зволоження, весняне водопілля вважається вираженою багатоводною фазою в режимі річок з найбільшими за рік витратами води. Водопілля формують сніготанення та випадіння рідких опадів у весняний період в умовах різного ступеня вологості та промерзання ґрунтів.

Сучасні дослідження провідних українських та закордонних науковців [6], [17]-[19] показують, що зміна клімату спричинила велику різноманітність виникнення річкових повеней – від їх збільшення до зменшення, зміни термінів їх формування та проходження. В останні роки у зв'язку з глобальною та регіональною зміною клімату на території України спостерігається внутрішньорічний перерозподіл водних ресурсів - зменшується стік весняної

повені й терміни її проходження та одночасно зберігається ймовірність виникнення катастрофічних тало-дощових паводків, зокрема, на річках Українського Полісся.

1.1.6.1 Природні умови формування та водність річок

Розподіл весняного, дощового і ґрунтового стоку в році знаходиться в прямій залежності від фізико-географічних чинників: рельєфу, характеру ґрунто-ґрунтів, розподілу по території опадів, геологічної будови місцевості.

Річки описуваного району мають змішане живлення, причому в північній частині території роль талого стоку у формуванні річного значно більша, ніж в південній частині. Частка дощових вод в річному стоці на півдні більша, ніж на півночі. Водність річок тут обумовлюється запасами води у сніговому покриві, процесами сніготанення і рідкими опадами, які випадають в період танення снігу [3]. За умовами формування стоку весняного водопілля басейн р.Прип'ять поділяється на західну і східну частини, що відповідає лінії виходів кристалічних порід. Для цих частин території різними є геологічна будова й гідрогеологічні умови живлення річок [4].

В західній частині розповсюджені карстові форми рельєфу у вигляді провалів, озерних котловин. Наявність від'ємних форм рельєфу, висока поглинальна здатність піщаних відкладень стримують поверхневий стік і призводять до інфільтрації талих вод. При цьому поверхнева складова зменшується і підземне й ґрунтове живлення річок збільшується. У східній частині карстові форми відсутні, що обумовлює більш сприятливі умови для поверхневого стоку річок [4].

Форма гідрографу водопілля головним чином залежить від характеру весни й ряду азональних факторів, серед яких суттєву роль відіграють болота і карст.

1.1.6.2 Типові риси формування тало-дощового стоку річок періоду весняного водопілля

За даними довідкової літератури [20] в суббасейні р.Прип'ять та правобережних її приток у багаторічному періоді частка весняного стоку річок в загальному річному змінюється від 20-30 % на крайньому заході та південному заході до 40-48 % – в центральній і східній частинах басейну [3], [4].

Весняне водопілля раніше починається на південному заході (в середньому в перших числах березня) і декілька пізніше на північному сході (приблизно в середині березня). Однак, у зв'язку з особливостями кліматичних умов строки початку водопілля можуть значно коливатися - від дуже ранніх (січень-лютий, наприклад, 1989 р., 1990 р., 1995 р., 1997 р., 2000 р., 2002 р.), до більш пізніх (кінець березня-квітень, як у 1980 р., 1984 р., 1987 р., 1996 р., 2003 р.) [21].

Строки проходження максимальних витрат води водопілля 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 водопілля 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 здвигатися як до більш ранніх – друга-третья декади лютого (1966 р., 1974 р., 1977 р., 1992 р., 1995 р.), так і до більш пізніх – друга-третья декади квітня (1964 р., 1969 р., 1982 р., 1983 р., 1985 р., 1993 р., 1996 р.) [21].

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).

Річки басейну Прип'яті характеризуються досить м'яким кліматом – взимку за рахунок трансформації повітряних мас з Атлантики в цю пору року і, як наслідок, нестійкими умовами снігонакопичення під час формування весняних водопіль. У зимовий період характерні часті відлиги, які призводять до повного (1965 р., 1971 р., 1980 р., 1981 р., 1998 р., 2000 р., 2001 р.) або часткового танення снігу (1967 р., 1969 р., 1976 р., 1979 р., 1985 р., 1986 р. та ін.) і формування паводків на річках.

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 паводку з максимальною витратою води, як правило, не вище весняної хвилі (1971 р., 1981 р., 1998 р., 2000 р., 2001 р.). Після зимових відлиг часто спостерігається повторне снігонакопичення і формування різних за висотою весняних водопіль, які можуть посилюватися дощовими опадами (1981 р., 1982 р., 1983 р., 1986 р., 2000 р.) [21].

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 формує максимальний тало-дощовий стік річок.

1.1.6.3 Сучасний водний режим максимального тало-дощового стоку річок

Повені в річках належать до найнебезпечніших природних явищ у світі, і очікується, що їх шкода зросте внаслідок зміни клімату, зростання населення та посилення економічної діяльності. Групою закордонних і вітчизняних вчених (Blöschl, G. et al [17]-[19]) виявлено цілу низку змін у водному режимі річок за останні п'ять десятиліть як для Центральної, Західної та Північної Європи, так і для річок Східної Європи, де розташоване Українське Полісся.

Дані свідчать про явну зміну величини і термінів початку повеней у Європі. Наприклад, збільшення кількості опадів восени та взимку призвело до збільшення

повеней у північно-західній Європі, а, навпаки, зменшення танення снігу у Східній Європі призвело до зменшення тут повеней за останні десятиліття [17]. Ці зміни є найбільшими у північно-східній Європі, де 81 % станцій показують перехід до більш ранніх повеней (50 % станцій більш ніж на -8 днів за 50 років). Протяжність повені з погляду масштабу синхронності повені у середньому становить 140 км по всій Європі, але варіюється залежно від регіону [18]. Тенденції у масштабах повені показують чіткі просторові закономірності. У Східній Європі масштаби синхронності паводків знизилися приблизно на 11 %.

Так, результати, отримані в [19] на основі найповнішої на сьогоднішній день бази даних про повені в Європі, показують, що, зменшення снігового покриву та танення снігу внаслідок підвищення температури призвело до зменшення паводків у Східній Європі. Танення снігу та випадіння змішаних опадів в періоди зимових потеплінь призводять до надлишку вологи у ґрунті, тим самим збільшуючи частоту паводків із меншими масштабами у цьому регіоні. Крім того, при потеплінні клімату, ймовірність катастрофічних повеней змішаного характеру збільшується.

Дослідження українського вченого В.В. Гребеня [6] показали, що вплив кліматичної зміни, що пов'язаний з підвищенням температур повітря, збільшенням випаровування та внутрішньорічним перерозподілом атмосферних опадів, став особливо помітним у водному режимі річок України у період з 1989 року. Цей висновок покладено й в гідрологічні розрахунки та довгострокові прогнози характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять авторами [21].

Для річок Українського Полісся авторами даної роботи [22]-[24] проаналізовано умови формування максимального тало-дощового стоку протягом останніх двох десятиріч.

Характерними рисами останніх років в умовах не стійкого температурного режиму взимку, не значних снігозапасів, нерівномірного снігонакопичення стало формування повеней від тало-дощових вод в більш ранні, майже зимові періоди року (як, у 2002 р., 2007 р., 2008 р., 2011 р., 2015 р., 2016 р., 2019 р., 2021 р.). Гідрографи стоку при цьому мають складний багато вершинний характер, що

викликає певні труднощі у виділенні саме весняної хвилі стоку (як, у 2004 р., 2008 р., 2014 р., 2016 р.). Іноді зимовий максимальний тало-дощовий стік стає вищим ніж весняний (наприклад, у 2001 р., 2015 р.). Гідрографи таких років представлені на рис. 1.6-1.8.

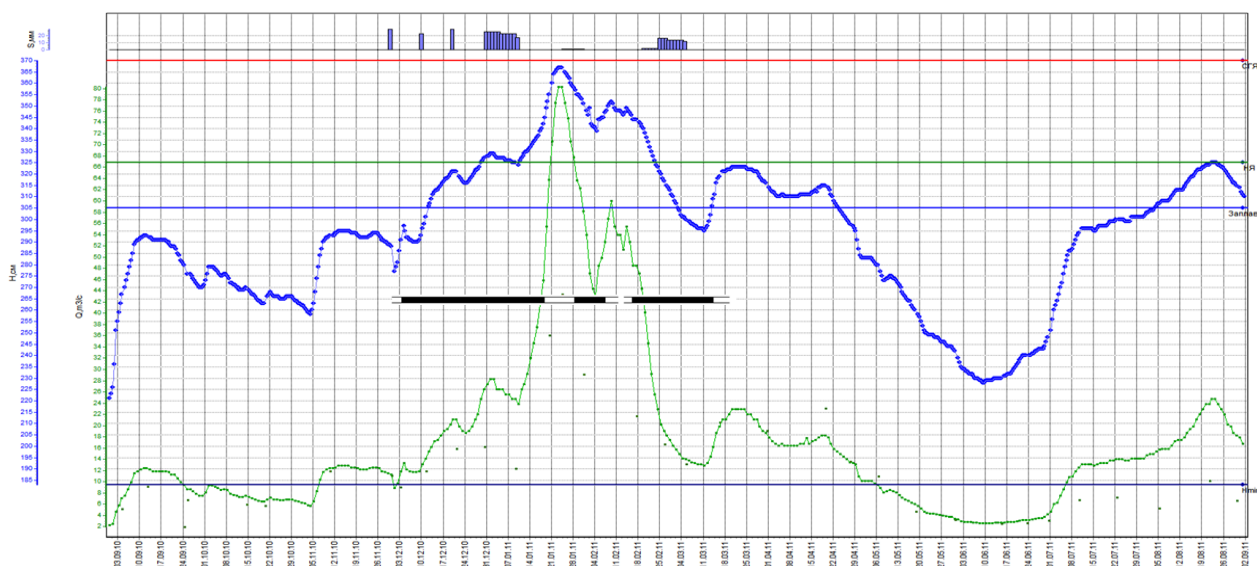


Рисунок 1.6 – Комплексний графік ходу гідрометеорологічних характеристик р.Прип'ять – с.Річиця в осінньо-весняний період 2010-2011 рр.

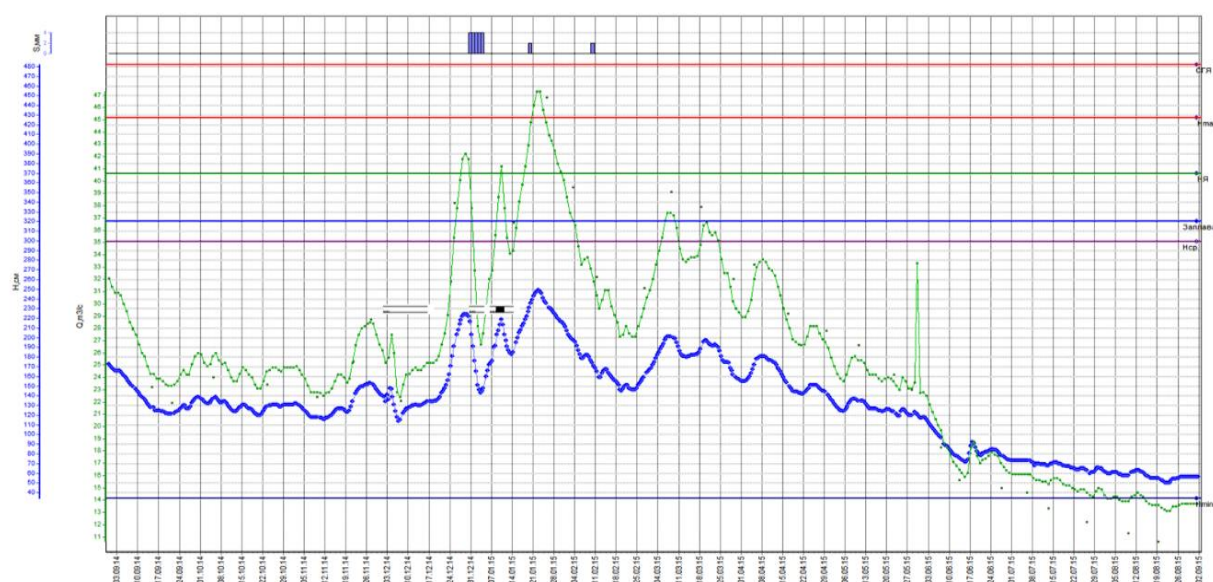


Рисунок 1.7 – Комплексний графік ходу гідрометеорологічних характеристик р.Горинь – с. Деражне в осінньо-весняний період 2014-2015 рр.



Рисунок 1.8 – Комплексний графік ходу гідрометеорологічних характеристик
р.Стир – с. Млинок в осінньо-весняний період 2015-2016 рр.

В той же час, слід зазначити, що 2005 р., 2006 р., 2007 р., 2009 р., 2010 р., 2013 р., 2017 р., 2018 р. на річках спостерігався виражений тало-дощовий стік в середньобогаторічні строки проходження весняного водопілля (рис. 1.9, 1.10).

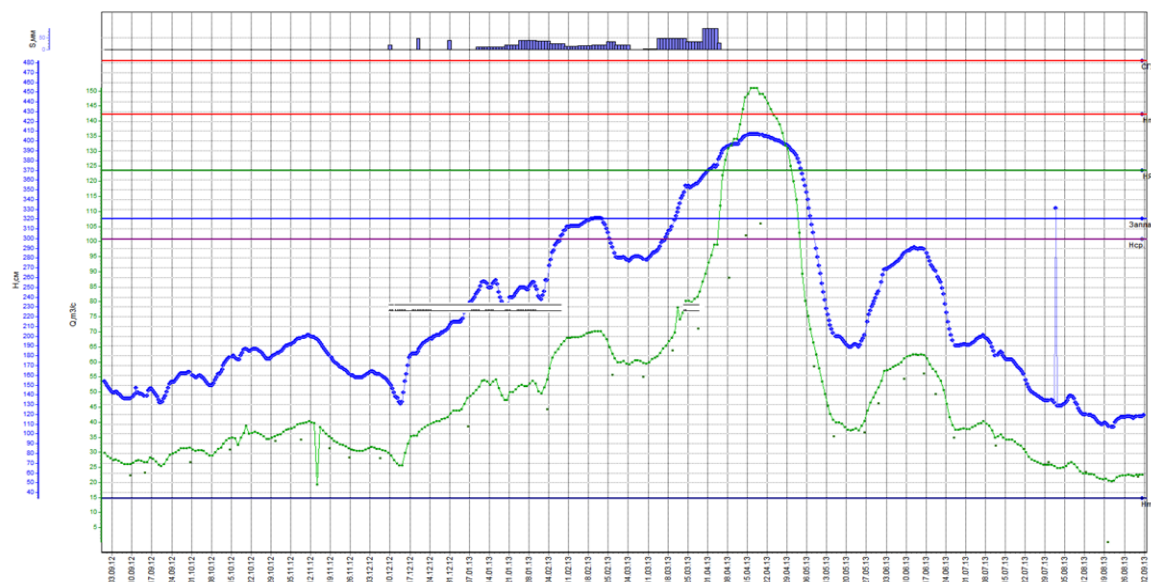


Рисунок 1.9 – Комплексний графік ходу гідрометеорологічних характеристик
р.Горинь – с. Деражне в осінньо-весняний період 2012-2013 рр.

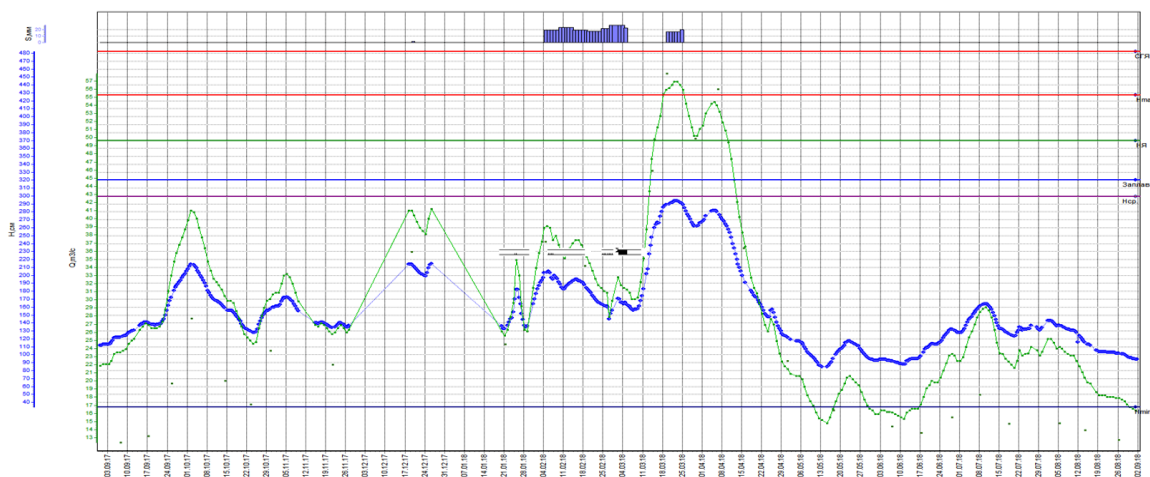


Рисунок 1.10 – Комплексний графік ходу гідрометеорологічних характеристик р.Прип'ять – с.Річниця в осінньо-весняний період 2017-2018 рр.

Останніми роками у зв'язку з майже відсутністю сталого снігового покриву на деяких річках максимальний тало-дощовий стік майже не спостерігається (у 2019 р., 2020 р., 2022 р.) (рис. 1.11).

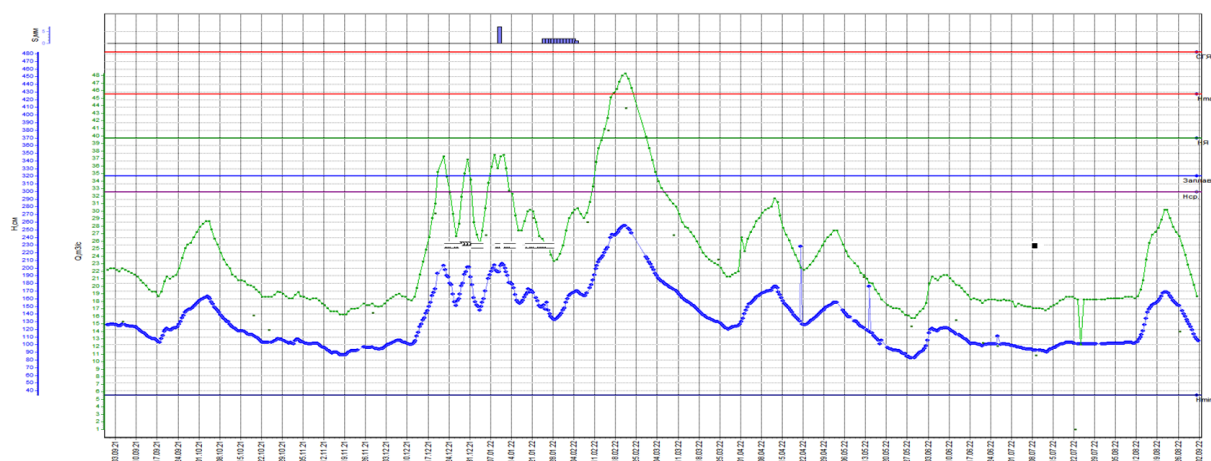


Рисунок 1.11 – Комплексний графік ходу гідрометеорологічних характеристик р.Горинь – с. Деражне в осінньо-весняний період 2021-2022 рр.

Складними були й гідрометеорологічні умови формування зимово-весняного стоку річок у 2022-2023 р. Чергування снігонакопичення і відлиг в зимовий період, достатня кількість опадів переважно у вигляді дощів та мокрого снігу обумовили

впродовж зимового періоду 2023 р. формування та розвиток тало-дощових паводків на річках Українського Полісся (рис.1). Формування максимального тало-дощового стоку почалося у третій декаді грудня 2022 року, в створах річок Прип'ять – с.Річиця, Случь – с.Сарни, Горинь – Деражне дата початку спостерігається 21.12.2022 р., а для посту Тетерів – с.Іванків – 12.12.2022 р.

За даними Українського гідрометцентра ДСНС України <https://www.meteo.gov.ua/ua/> відсутність у поточному 2023 р. сталого снігового покриву, як основного чинника тало-дощового стоку призвело до не вираженого весняного водопілля річок Українського Полісся, а коливання рівнів та витрат води, у тому числі максимальних ординат гідрографу відбувалося лише за рахунок випадіння опадів – протягом першої та другої декад квітня (рис. 1.12).

Спостерігалось затоплення заплави на верхніх та нижніх ділянках Прип'яті (зона ЧАЕС), її приток у Волинській, Рівненській областях із затопленням сільськогосподарських угідь у прирічкових селах. На більшості ділянок Прип'яті максимальні рівні дощового паводку були вищими за максимальні рівні цьогорічного водопілля.

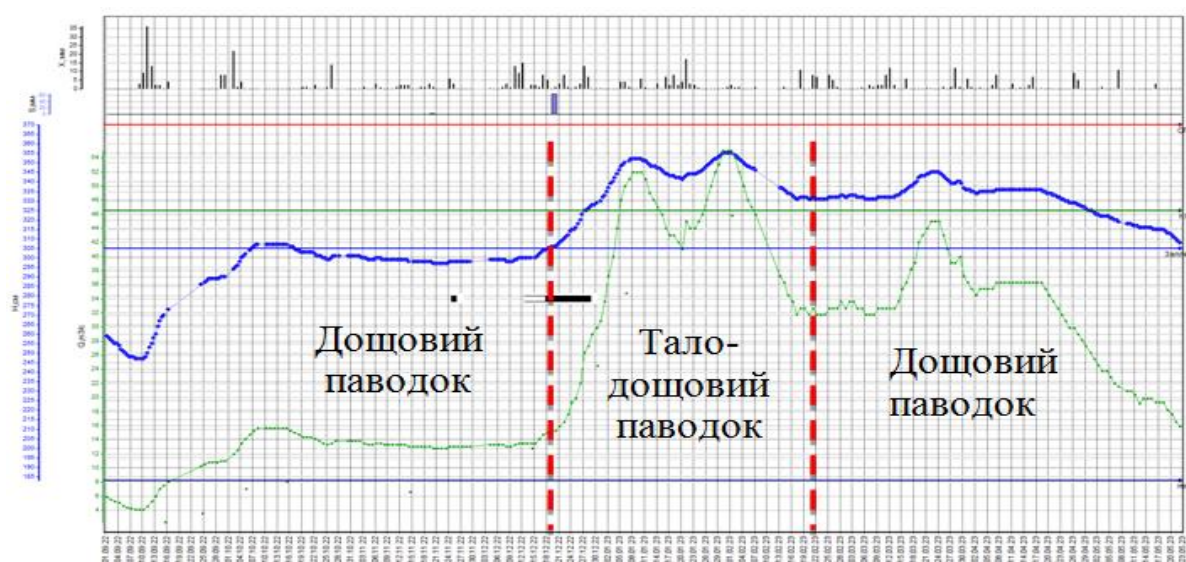


Рисунок 1.12 – Комплексний графік ходу гідрометеорологічних характеристик р.Прип'ять - с.Річиця у 2022-2023 рр.

Таким чином, повені на річках Українського Полісся від танення снігу та випадіння опадів стали виникати в більш ранні, майже зимові періоди року, формуючи максимальний тало-дощовий стік річок. Водночас, зменшення снігового покриву і його танення внаслідок підвищення температур повітря призвели до зменшення повеней за величиною і розповсюдженням по території, однак залишається ймовірність виникнення катастрофічних сніго-дощових повеней.

При цьому аналіз формування водопіль басейну правобережжя Прип'яті дозволив встановити, що головними чинниками, що впливають на весняний стік можна вважати максимальні запаси води в сніговому покриві, які накопичилися до моменту сніготанення з кількістю дощових опадів за період танення снігу, передповеневий стан басейну – вологість та промерзання ґрунтів, інтенсивність розвитку весняних процесів та інші, що буде враховане при прогнозуванні максимального тало-дощового стоку річок території [25], [26].

1.1.7 Гідрографічна характеристика та вивченість території басейну р.Прип'ять

Головною й найбільш великою річкою розглядуваного району є Прип'ять – права притока Дніпра. Вона бере свій початок у межах Галицько-Волинської впадини, верхів'я річки знаходиться на Волино-Подільській плиті, а її нижнє і середнє течії розташовані у межах південної частини Прип'ятського прогину. Річка Прип'ять впадає в Дніпро на південно-західному крилі Дніпровсько-Донецької впадини [3], [4], [5].

Найбільш значними (по площі водозбору, довжині) річками правобережжя Прип'яті є Стир, Горинь, Случ, Уборть .

Праві притоки Прип'яті – Тур'я, Стоход і Стир беруть свій початок у межах Галицько-Волинської впадини і протікають по Волино-Подільському плато, тільки в низов'ї р.Стир протікає по південному крилу Прип'ятського прогину. Річка Горинь, до впадіння до неї правої притоки Случі, тече у межах Волино-Подільської

плити, а потім, до впадіння у Прип'ять – по південному крилу Прип'ятського прогину. Більшість річок басейну Прип'яті належить до числа типових рівнинних річок. Вони мають долини з заболоченими заплавами. Форми долин V-образні, трапецеїдальні. Річки відрізняються повільною течією і малими ухилами, які не перевищують 15 ‰.

У розвитку гідрографічної мережі Західного і Центрального Полісся є ряд особливостей. Вододілами річок Західного Полісся (Тур'я, Стохід, Стир, Горинь та ін.) часто виступають піщані гряди. Річки течуть в широких, слабо розроблених неглибоких долинах, мають широкі пойми зі значною кількістю боліт і старорічч. Береги річок низькі і часто зливаються з оточуючими болотами. До розглядуваній території української частини басейну залучені також праві притоки Середнього Дніпра рр.Тетерів, Ірша, Ірпінь, Рось.

В цілому, гідрографічна мережа розвинена не достатньо рівномірно (рис. 1.13). В різних районах території є простори з рідкою річковою мережею; разом з цим в ряді районів малі річки достатньо розповсюджені. Середня густина річкової мережі для усієї території є порядку $0,39 \text{ км/км}^2$, однак у верхній частині басейну Случі густина річкової мережі сягає $0,7 \text{ км/км}^2$.



Рисунок 1.13 – Гідрографічна мережа р.Прип'ять

Озера на розглядуваній території розташовуються переважно в заплавах річок. В низинній заболоченій частині Західного Полісся розташована Турсько-

Оріхівська група озер. В басейні річки Прип'яті зустрічаються заплавні річкові і вододільні озера. Перші приурочені як к заплаві р.Прип'яті, так і її крупних приток (Вижевка, Тур'я, Стохід, Стир, Горинь, Случ та ін.). Переважно це озера з низькими зарослими берегами, заілованим дном і малими глибинами. Вододільні озера розташовані серед піщаних холмів міжріччя Прип'ять-Західний Буг, а також на заболочених вододілах річок Стирі, Случі. Глибини озер сягають 3-4 м, інколи до 10-12 м. Більшість з них з'єднана протоками і штучними каналами [5], [16].

У межах розглядуваної території правобережжя Прип'яті (у межах України) розташовано 30 гідрологічних постів, з них 2 на головній річці – Прип'яті, 28 на притоках. В басейнах річок Уж, Тетерев, Ірша та Ірпень спостереження за стоком ведуть 14 гідрологічних постів (рис 1.14). Список гідрологічних постів наведений у додатку А.1 в [21].

Метеорологічні станції, на яких ведуться спостереження за метеорологічними величинами (температурою повітря, снігозапасами, опадами та ін.) розповсюджені по території достатньо рівномірно (рис. 1.14). Список пунктів виміру запасів води в сніговому покриві, як основного фактору формування весняного водопілля наведено у додатку А.2 в [21].

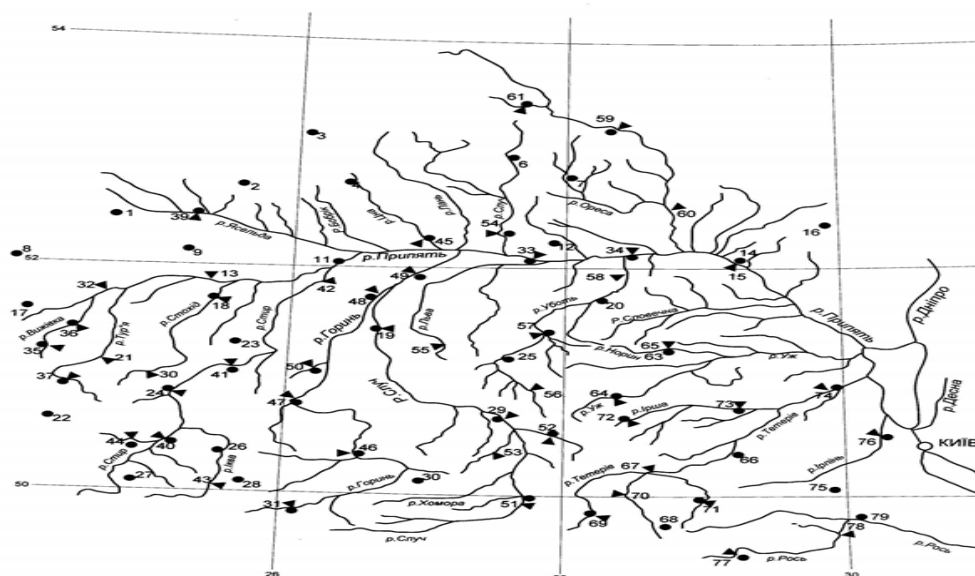


Рисунок 1.14 – Карто-схема розташування гідрологічних постів в басейні Прип'яті та невеликих притоках Дніпра [21]

1.1.8 Основні положення ВПД ЄС відносно ризиків затоплення територій

Повені були і будуть завжди, але правильне управління ними може значно знизити їх наслідки. Повені є природними явищами, які не можна запобігти. Тільки за період 2000-2010 р. від повені постраждали більше 2млн. жителів Східної Європи. ЕЕК ООН оцінює щорічний збиток від стихійних лих, серед яких лідирують повені в середньому 1 % від ВВП (в разі України ця сума може оцінюється в більш ніж 550 млн. доларів США щорічно). Для запобігання великих економічних збитків рада ООН та ЄС розробила Водну Паводкову Директиву ЄС [27].

Метою даної Директиви є створення основи для оцінки ризиків повеней і управління ними з метою зменшення негативних наслідків для здоров'я людей, навколишнього середовища, культурної спадщини та економічної діяльності, пов'язаних з повенями в Співтоваристві ЄС.

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) [28]. Вона проводиться для визначення території схильних до негативного впливу вод, на яких виявляється вплив на здоров'я людини, навколишнє середовище, культурну спадщину, економічну діяльність, для таких вод будуть розроблятися карти повеней і план управління ризиками повеней.

Попередня оцінка ризиків повеней повинна включати наступну інформацію [28]:

- 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) [28]. Тільки для цих територій необхідно картування повені і розробляти плани управління ризиками повеней.

Карти небезпеки повеней, карти ризиків повеней (Flood Hazard Maps, Flood Risk Maps) [29]. Карти повеней повинні охоплювати географічні райони, які можуть бути схильні до негативного впливу вод у відповідності з наступними сценаріями (табл. 1.13) [28]:

- Повені з низькою ймовірністю виникнення, екстремальні, історичні повені. Наприклад, повені з ймовірністю виникнення один раз в 1000 років, в 500 років, в 200 років.
- Повені з середньою ймовірністю виникнення, ймовірний період повторення ≥ 100 років. Наприклад, повінь 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 в 5 років.

Таблиця 1.13 – Таблиця ризиків для рівнинні річки, зі сніговим живленням [28]

Весняне водопілля (I)	Весняне водопілля (II)	Літньо-осінні паводки
0,5 % ВП - один раз в 200 років	10 % ВП-один раз в 10 років	10 % ВП-один раз в 10 років
1 % ВП-один раз в 100 років	25 % ВП-один раз в 4 роки	
5 % ВП-один раз в 20 років		

Для кожного сценарію на картах небезпеки повеней повинна міститися наступна інформація [28]:

- Зона ймовірного затоплення;
- Глибинний 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).

Карти ризиків повинні показувати потенційні несприятливі наслідки повеней, відповідним різними сценаріями і виражені в наступній інформації [28]:

- Орієнтовно чисельність населення потенційно постраждалого повинню;
- Види економічної діяльності які можуть бути зачеплені повинню;
- Спорудження, які можуть привести до забруднень під час повені;

Визначення потенційно значних ризиків затоплення майбутніх повеней включає критерій значущості потенційних (майбутніх) подій та опис ступеня наслідків потенційних ризиків затоплень.

Критеріями для визначення потенційних несприятливих наслідків майбутніх повеней є відповідність наступним обставинам [28]:

- майбутня подія повинна відповідати місцевому або вище рівню надзвичайної ситуації, пов'язаної з затопленням та визначена Порядком класифікації;
- об'єкти ураження (населенні пункти, об'єкти господарської діяльності, довкілля та культурної спадщини) розташовується у межах території, що затоплюється з ймовірністю 1 % (нечастіше один раз на 100 років);
- наявність рівня помірного ризику затоплення (3) або рівня ризику затоплення вище за помірний (високий ризик затоплення (4), дуже високий ризик затоплення (5) відповідно до пункту 7 додатка 2 методики попередньої оцінки ризиків затоплення затвердженої наказом Міністерства внутрішніх справ України від 17.01.2018 р. N 30 [27].

Таблиця 1.14 – Матриця критерії визначення значення потенційного ризику затоплення [28]

Наслідки (Н)	Ймовірність (І)		
	Низька (0,2 %)	Середня (1 %)	Висока (10 %)
Серйозні	Помірний ризик (3)	Високий ризик (4)	Дуже високий ризик (5)
Помірно значні	Низький ризик (2)	Помірний ризик (3)	Високий ризик (4)
Незначні	Малозначний ризик (1)	Низький ризик (2)	Помірний ризик (3)

1.1.9 Опис зон можливого підтоплення в суббасейні р.Прип'ять

Суббасейн річки Прип'ять відзначається площею 68366 км² [3], [10], що складає 23,07 % від загальної площі району басейну річки Дніпро. Суббасейн розташовується в межах Українського кристалічного щита та Волино-Подільської плити. У рельєфі суббасейн річки Прип'ять представлений Поліською низовиною (Волинське, Житомирське та Київське Полісся), Волинською і Подільською височинами та Словечансько-Овруцьким кряжем. Пересічні відмітки земної поверхні Поліської низовини коливаються в межах 130-180 м. Такий рельєф найбільш характерний для суббасейну річки Прип'ять, хоча верхів'я басейнів основних найбільших річок зосереджені в умовах Волинської та Подільської височин. У цій місцевості абсолютні відмітки земної поверхні перевищують 200-400 м (Мізоцький кряж – 342 м абс, Повчанська височина – 361, Кременецькі гори – 408 м абс, Вороняки – 440 м абс). Словечансько-Овруцьким кряж характеризується абсолютними відмітками земної поверхні 200-300 м.

Піки водопілля в середньому відмічаються у другій-третій декадах березня. Спад рівнів і витрат водопілля відбувається повільно і тривало, особливо у нижніх течіях річок. Спад водопілля може ускладнюватися дощовими паводками, які уповільнюють зменшення водності і збільшують тривалість спаду, в окремі роки до кінця червня – початку липня.

Аналіз минулих затоплень у районі басейну річки Дніпро, з урахуванням рівня надзвичайних ситуацій та ймовірності перевищення абсолютних відміток рівнів води, які спричинили негативні наслідки дозволили визначити ризики потенційних затоплень. Переважна більшість потенційних затоплень відповідає 3 та 4 рівню ризиків затоплення.

На основі виконаної оцінки ризиків затоплення визначенні в [10] території, які мають потенційно значні ризики затоплення показані на рис. 1.15.



Рисунок 1.15 – Території, які мають потенційно значні ризики затоплення в районі суббасейну річки Прип'ять [10]

Рівні води річок району суббасейну річки Прип'ять різної ймовірності перевищення надані в табл. 1.15 [10].

Таблиця 1.15 – Рівні води річок району суббасейну річки Прип'ять різної ймовірності перевищення [10]

№	Річка	Пост	Рівні води різної ймовірності перевищення, м абс			Н _{макс} , м абс	Дата
			0,5 %	1 %	10 %		
1	р.Прип'ять	с.Річиця	152,69	152,67	152,65	152,63	11.03.1999
2	р.Прип'ять	с.Люб'язь	142,33	142,26	142,19	142,13	17-18.03.1999
3	р.Турія	м. Ковель	169,68	169,54	169,43	169,41	07.04.1958
4	р.Стохід	смт Любешів	145,01	144,94	144,88	144,82	14.02.2011
5	р.Стир	м. Луцьк	180,25	180,12	180,00	180,02	07-08.04.1932
6	р.Стир	смт Колки	171,45	171,25	171,05	170,98	09.04.1956
7	р. Горинь	м. Дубровиця	144,35	144,05	143,80	143,82	02.04.1924
8	р. Случ	м. Новоград-Волинський	194,80	194,40	194,05	193,68	17.04.1932
9	р. Случ	м. Сарни	150,85	150,65	150,51	150,39	25.03.1979

Опис значних затоплень, що стались у минулому у районі суббасейну річки Прип'ять. Відповідно до [27] в роботі [10] розглянуті та проаналізовані затоплення минулих років, які відбулись у районі суббасейну річки Прип'ять за період з 1994 року. Розглядались затоплення територій викликані річковими водами. Затоплення спричинені іншими джерелами не розглядались (табл. 1.16).

З 154 подій пов'язаних із затопленням у районі суббасейну річки Прип'ять 99 подія за механізмом затоплення спричинені перевищенням відміток русло-заплавного коридору.

Таблиця 1.16 – Затоплення спричинені іншими джерелами [10]

Джерело затоплення	Включено	Не включено, але можна очікувати
Річка (Р)	Так	
Атмосферні опади (А)	Ні	Так
Підземні води (П)	Ні	Так
Море (М)	Ні	Так
Штучні споруди (Ш)	Ні	Так
Інші (І)	Ні	Так
Немає даних (НД)	Ні	Так

Також за період 1994-2017 року відбулось 2 події, пов'язані з перевищенням відміток захисних споруд та 3 події пов'язаних з руйнуванням захисних споруд. Всього було виявлено 154 подій пов'язаних із затопленнями території (табл. 1.17) [10].

Таблиця 1.17 – Кількість подій пов'язаних із затопленням, що стались у минулому у суббасейну річки Прип'ять за різними джерелами затоплення [10]

Джерело затоплення	Кількість подій	Діапазон років
Річка (Р)	154	1994 – 2017 рр.
Атмосферні опади(А)	0	
Підземні води (П)	0	
Море (М)	0	
Штучні споруди (Ш)	0	
Інші (І)	0	
Немає даних (НД)	0	

Всі затоплення, які сталися у минулому у районі басейну річки Дніпро мали негативні наслідки для таких об'єктів, як здоров'я людей (ЗЛ) та економіка (ЕК). Інформація про характер усіх 154 подій пов'язаних із значними затопленнями відсутня (табл. 1.18) [10].

Таблиця 1.18 – Значні затоплення, які стались у минулому в РБР Прип'ять [10]

Джерело затоплення	Механізм	Характеристика	Кількість подій	Наслідки, спричинені затопленням			
				ЗЛ	ДО	КЛ	ЕК
1	2	3	4	5	6	7	8
A11	A21	A40	99	99	-	-	99
A11	A22	A40	2	2	-	-	2
A11	A23	A40	3	3	-	-	3

Зафіксовані негативні наслідки на (ЗЛ) типу В11. Негативні наслідки минулих затоплень, які вплинули на (ЕК), були таких типів, як В41, В42, В43 та В44 (рис. 1.16) [10].



Рисунок 1.16 – Затоплення, що стались у минулому в районі суббасейну річки Прип'ять [10]

1.2 Природні і антропогенні чинники формування та прогнозування весняного водопілля в басейнах річок Десни та лівих приток Середнього Дніпра

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

1.2.1.1 Гідрометеорологічна ситуація на річках

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

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

порушено транспортне сполучення до 33 населених пунктів (Чернігівська – 32 та Київська – 1) <https://dsns.gov.ua/>.

Для цих районів було оголошено червоний і помаранчевий рівень небезпеки через проходження високих вод весняного водопілля 2022-2023 р. Найважча ситуація була й на Дніпрі, високий рівень небезпеки також був на Київщині та Чернігівщині (web: www.meteo.gov.ua).

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

1.2.1.2 Гідрометеорологічну умови формування весняного водопілля 2022-2023 р.

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

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

- нестійкий температурний режим взимку;
- малоактивне та нерівномірне снігонакопичення;
- незначні снігові запаси;

- добра зволоженість метрового шару ґрунту (порівняно з осіннім періодом) та
- неглибоке промерзання ґрунту.

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

Зимовий період 2022-2023 рр. розпочався на більшій частині країни у другій половині листопада 2022 р. (близько та дещо раніше за середні багаторічні строки) і характеризувався нестабільним температурним режимом та малоактивним снігонакопиченням. У західній та південній частинах України стійкого переходу через 0°C в бік від'ємних значень не спостерігалось (рис. 1.17).

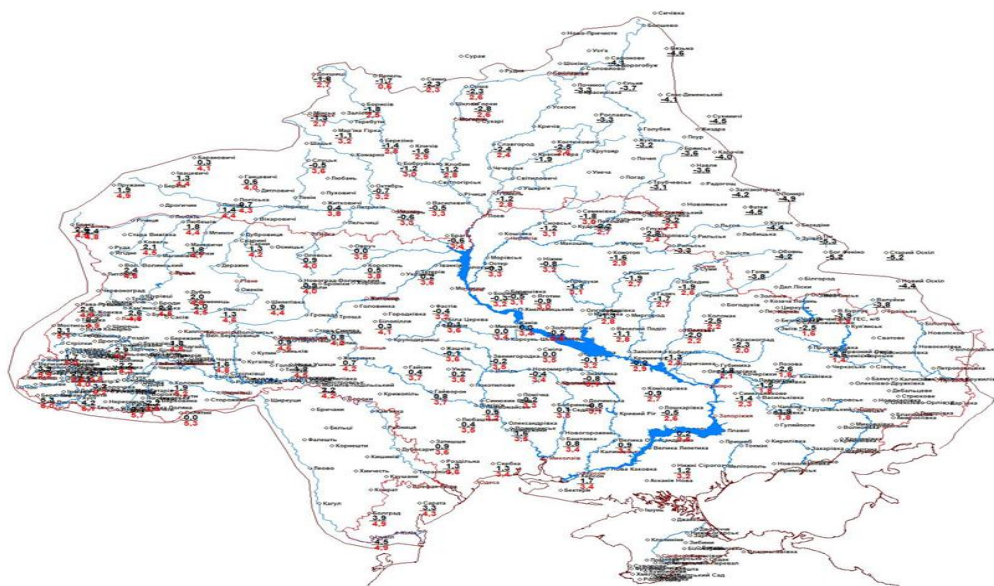
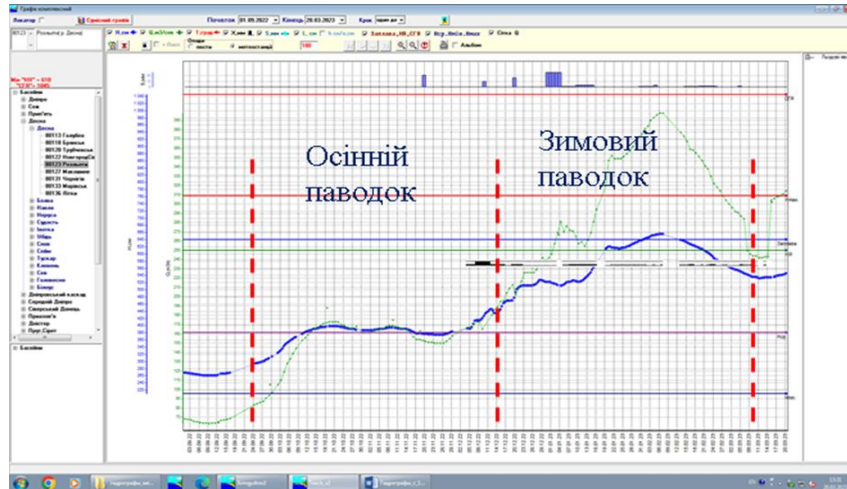
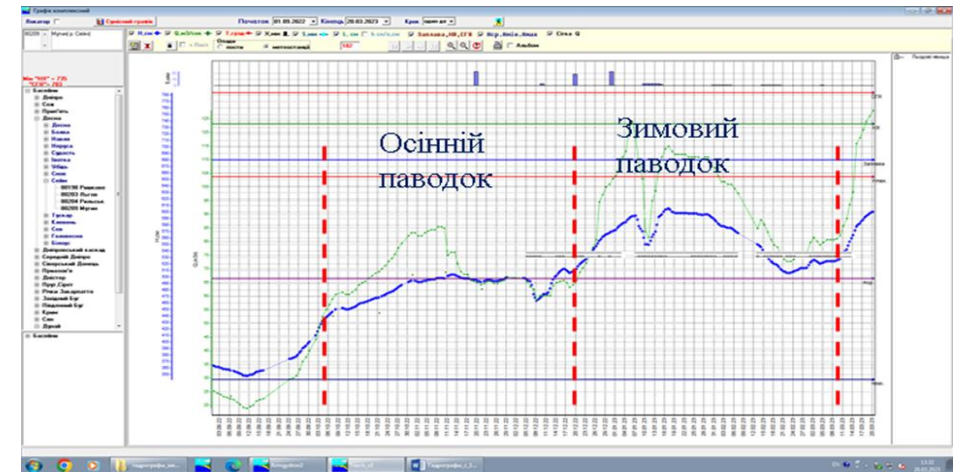


Рисунок 1.17 – Температура повітря у січні 2023 р.

Гідрометеорологічні умови (чергування снігонакопичення і відлиг в зимовий період, достатня кількість опадів переважно у вигляді дощів та мокрого снігу), що склались в другій половині грудня 2022 р. та впродовж січня 2023 р. обумовили формування та розвиток тало-дощових паводків на річках суббасейнів Дніпра, Десни, лівих приток Середнього Дніпра – Сула, Псел та Ворскла (рис. 1.18).



р. Десна – с. Розьоти



р. Сейм – с. Мутин



р. Сула – с. Лубни



р. Псел – с. Запсілля

Рисунок 1.18 – Комплексні графіки ходу гідрометеорологічних характеристик на річках суббасейнів Дніпра, Десни, лівих приток Середнього Дніпра

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

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

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

Снігонакопичення

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

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

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

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

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

- Дніпра до Річиці 22 (44);
- Дніпра до Києва 12 (31);
- Сейму (притока Десни) до Мутино 16 (33);

- Десни до Чернігова 17 (35);
- Середнього Дніпра: Псел, Ворскла 7-15 (28-58).

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

Розподіл в запасів води у сніговому покриві (мм) показаний на рис. 1.19.

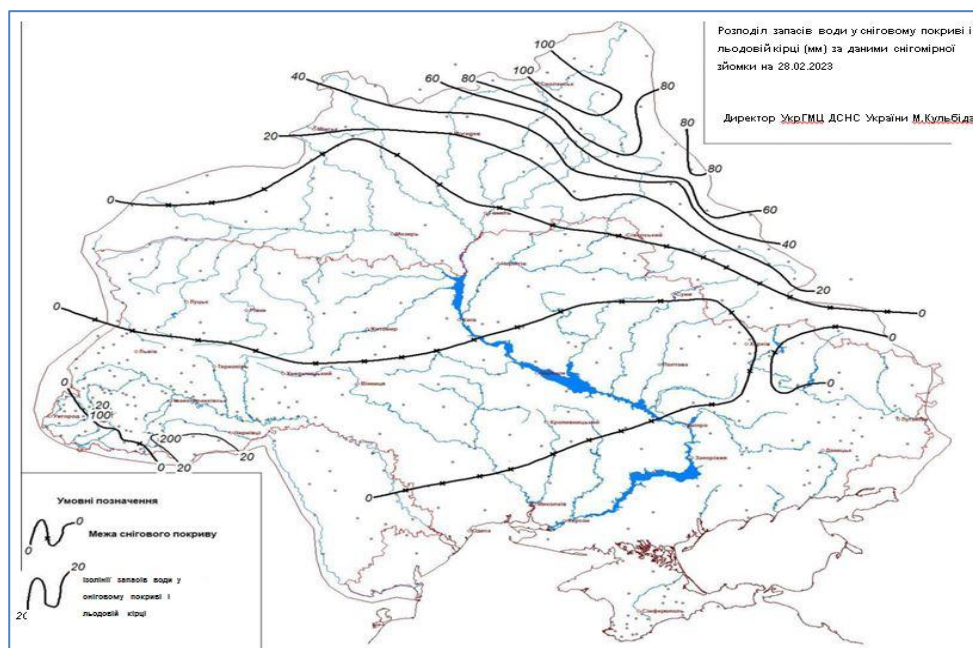


Рисунок 1.19 – Розподіл запасів води у снігового покриву (мм)

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

Промерзання ґрунту. Нетиповий режим погоди зимового періоду 2022-2023 рр. без тривалих великих морозів обумовив нерівномірне та незначне промерзання ґрунту по території країни (рис. 1.20).

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

- лівобережжя 20-45 см,
- в межах водозборів Росі, Інгульця (притоки Середнього Дніпра), рр. Синюха, Інгул (притоки Південного Бугу) 10-25 см;
- в межах суббасейну Прип'яті переважно 1-4 см,
- у басейнах річок західних областей – ґрунт талий,
- на півдні країни промерзання відсутнє.

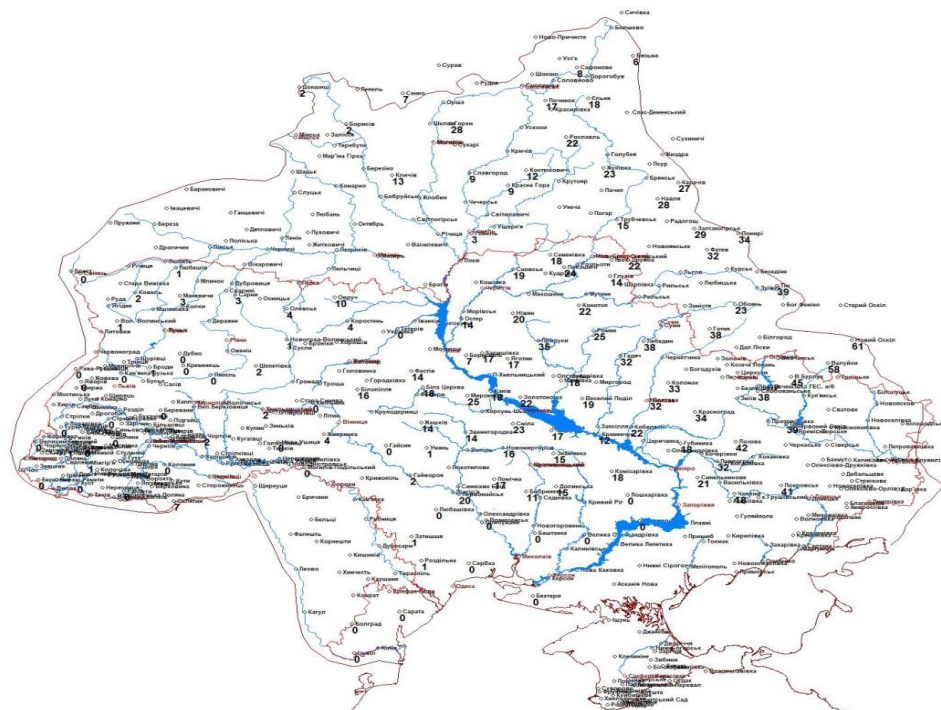


Рисунок 1.20 – Глибина промерзання ґрунту станом на 20.02.2023 р.

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

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

Водність. Гідрометеорологічні умови осені-зими 2022-2023 рр. обумовили формування у грудні-січні кількох хвиль тало-дощових паводків на річках країни,

таким чином на цих річках утримувався підвищений режим рівнів води і відповідно водність річок була переважно близькою до норми та вищою за неї.

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

- підвищену водність річок
- добру зволоженість ґрунту.

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

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

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

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

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

1.2.2 Довгостроковий прогноз максимальних витрат води в басейнах р.Десна та лівих приток Середнього Дніпра

Для випуску територіального довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля в басейнах рр. Десна, Сейм та інших лівих приток Середнього Дніпра використаний прогностичний комп'ютерний комплекс «Сейм» [30]-[32]. Блок-схема складання довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля представлена на рис. 1.21.

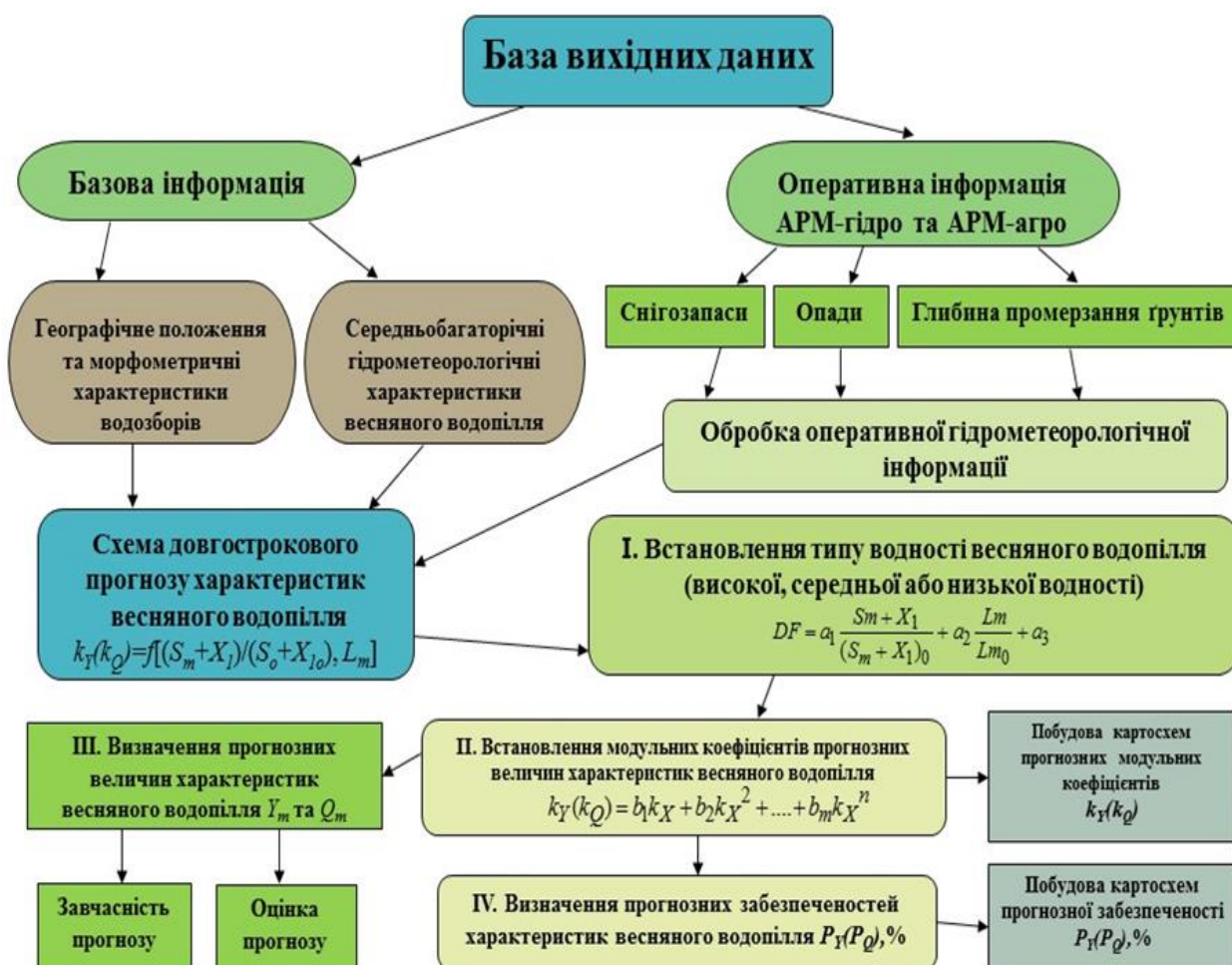


Рисунок 1.21 – Блок-схема складання довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля в басейнах р.Десна, Сейм та інших лівих приток Середнього Дніпра [1], [3]

1.2.2.1 Складання бази вихідної та оперативної гідрометеорологічної інформації

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

Складання базової інформації:

а) Морфометричні та басейнові характеристики опорних водозборів:

- площа водозборів, F , км²;
- залісеність водозборів, f_l , в частках від площ водозборів F ;
- заболоченість водозборів, $f_{\bar{o}}$, в частках від площ водозборів F ;
- географічна широта геометричних центрів водозборів φ ° півн. ш. або в частках град.;
- приналежність гідрологічного поста до однорідного за умовами формування весняного водопілля району, відповідно районуванню де зберігається сталість параметрів прогнозної схеми.

б) Середньо багаторічні величини вихідних даних:

- максимальних витрат води весняного водопілля Q_0 , м³/с або їх модулів q_0 , м³/(с·км²) – визначаються за рівняннями;
- максимальних запасів води у сніговому покриві або картосхема розподілу по території S_0 , мм;
- максимальних значень глибин промерзання ґрунтів під озимими L_0 , см;
- середньомісячних витрат води за зимові та весняні місяці, отримані як: середньо багаторічні значення середніх модулів стоку з вересня попереднього по січень поточного років $(q_{09-01})_0$, л/(с·км²);
- середніх місячних температур повітря за лютий $(\theta_{02})_0$ ° С та березень $(\theta_{03})_0$ ° С за даними метеорологічних станцій (як середня величина по даних метеостанцій в межах водозбору) або по тих, що знаходяться близько до центрів тяжіння водозборів;
- коефіцієнтів варіації максимальних витрат води весняного водопілля на річках $(C_v)_{Q_m}$, що отримуються при статистичній обробці часових рядів стокових даних;

- величина допустимої похибки прогнозів максимальних витрат води δ_{don} , м³/с.

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

а) запаси води в сніговому покриві на дати складання прогнозів $S_{ДСП}$ і на дату їх максимального накопичення S_m , мм за даними снігомірних зйомок на метеорологічних станціях або у вигляді картосхем їх розподілу по території (рис. 2.2);

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

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

е) середньомісячна температура повітря в лютому Θ_{02} °С за даними метеорологічних станцій або у вигляді прогнозних величин;

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

Відновлення вихідної інформації по глибинах промерзання ґрунту здійснюється на конкретно задану дату. Відновлена інформація по глибинах промерзання ґрунту на задану дату заноситься до відповідної таблиці (наприклад, ОІ Meteo 2023_A) (табл. 1.19), а по величинах q_{09-01} – до табл. ОІ GST 2023_A (табл. 1.20) програми.

Таблиця 1.19 – Вихідна інформація по метеостанціях в басейні р. Десна та лівобережжя Середнього Дніпра у 2023 р.

Key	Meteo_ Num	Meteo	Hr 1	S 31.01	S 05.02	S 10.02	S 15.02	S 20.02	S 25.02	S 28.02	S 05.03	S 10.03	S 15.03	S 20.03	S 25.03	S 31.03	S Sm	L 31.01	L 10.02	L 20.02	L 28.0	Lm	T2	T3
1	25	Рильськ	51,58														1	27		26,924	34	34	-3	-3,2
2	26	Мутин	51,42	1	1		1	1	1								1			27,162				
3	29	Беседіне	51,67														1			26,791				
4	31	Курск	51,67														1			26,791			-4	-2,7
5	39	Фатіж	52,08					25									25	28		32	32	32	-4	-2,4
6	40	Шарпівка	51,5	1	2			2			1						2			27043				
7	78	Понирі	52,5					39									39	31		34	35	35	-4,7	-1,9
8	79	Желізногірськ	52,42					26									26	24		29	33	33	-4	-2,3
9	80	Тім	51,92					11									11	35		39	40	40	-4,8	-2,3
10	81	Льгів	51,67															19		29	30	30	-4	-2,3
11	82	Тім	51,67					11									11	35		39	40	40	-4,8	-2,5
12	83	Глухів	51,83	0	0	0	0	0	0	0	0						0	6	12	14	15	15	-2,8	-3,4
13	88	Білопілля	51,25					0												27,413				
14	100	Бог.Феніне	51,08					31									31	33		27,665	40	40	-4,5	-2,9
15	46	Ромни	50,83		1		1	1	1		1						1	18	23	25	24	25	-1,8	-3,9

Продовження таблиці 1.19

16	48	Лубни	50,08													1	11	15	18	14	18	-1,3	-4,4
17	51	Прилуки	50,75	1	3											1	34	29	35	34	35	-1,4	-4,1
18	85	Конотоп	51,25	0	14		0	0								0	20	25	22	25	25	-1,7	-4,1
19	87	Ніжин	51,08	1	1			2			1					0	11	18	20	19	20	-1	-4,1
20	101	Яготин	50,33	1	6											0	23	17	17	17	17	-1	-4,4
21	57	Обоянь	51,08					28								28	20		23	23	23	-3,7	-3,2
22	59	Суми	50,92														29	31	34	36	36	-2,9	-3,4
23	60	Гадяч	50,33		13		13	16								16	31	31	32	32	32	-2	-4,2
24	63	Замістя	51,25																27, 413				
25	64	Миргород	50		14														29, 266				
26	92	Лебедин	50,58		8		2	1								1	36	37	38	38	38	-2,2	-4,1
27	93	Вес.Поділ	49,58		14			1		1						1	18	20	19	18	19	-1,3	-4,6
28	66	Чернетчин а	49,75					1								1			29, 636				
29	68	Богодухів	50,17					1								1	41	45	50	51	51	-2,6	-4
30	94	Полтава	49,42		7			1		1						1	28	28	32	31	32	-1,7	-4,5
31	95	Кобеляки	49,08					1		1						1	13	20	22	15	20	-1,1	-4,9
32	96	Готня	50,75					1								1	31		38	38	38	-3,7	-3,2
33	97	Белгород	50,67					1								1			28, 273				
34	99	Коломак	49,75		0		11	14	0	0						14	23	29	33	32	33	-2,3	-4,3
35	1	Єльня	54,5					27								27	16		18	18	18	-5,2	-4,6
36	2	Спас- Деменський	54,42					40								40			22, 716			-4,9	-4, 6

Продовження таблиці 1.19

Key	Meteo_	Meteo	Hr 1	S 31.01	S 05.02	S 10.02	S 15.02	S 20.02	S 25.02	S 28.02	S 05.03	S 10.03	S 15.03	S 20.03	S 25.03	S 31.03	S Sm	L 31.01	L 10.02	L 20.02	L 28.0	Lm	T2	T3
37	3	Рославль	53,83					32									32	17		22	23	23	-4	-4,3
38	4	Жиздра	53,75					36									36			23,70 9			-4	-4,3
39	5	Сухиничі	54,08					39									39			23,22			-4,9	-4,9
40	6	Жуківка	53,5					26									26	24		23	30	30	-3,9	-4,8
41	7	Брянськ	53,25					23									23			24,45	27	27	-4	-4,9
42	8	Розльоти	51,83	1	3		1	2	1		2						2			26, 554				
43	9	Псур	53,42					35									35			24, 198				
44	10	Карачів	53,17															21		27	27	28	-4,4	-4,7
45	11	Навля	52,75					46									46	24		28	29	29	-4	-4,3
46	12	Радогощ	52,5																	25, 561				
47	13	Ново-Ямське	52,17																	26,05				
48	72	Трубчевськ	52,58					17									17	10		15	17	18	-3,4	-4,7
49	70	Унеча	53					34									34			24,82			-3,4	-4,7
50	71	Унеча	52,67					34									34			25, 309			-3,4	-4,7
51	74	Семенівка	52,08															17	17	18	22	22	-2,3	-3,7
52	75	Новгород-Сіверський	52,05		5			3			3						3			26, 228				

Кінець таблиці 1.19

53	73	Семенівка	52,08																26, 184			-2,3	-3,7
54	76	Щорс	51,92	2	2			1			5					1	15	17	19	23	23	-1,5	-3,8
55	19	Покошичі	51,83	1	8		1	10	1		2					10	20	22	24	25	28	-2,3	-3,3
56	77	Макошине	51,5	1	2		1	2			2					2			27, 043				
57	89	Нові Млини	51,5													1			27, 043				

Таблиця 1.20 – Оперативна інформація по гідрологічних постах в басейні р. Десна при прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р.

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

Оперативні вихідні дані одержуються з Автоматизованого робочого місця гідролога-прогнозиста АРМ-гідро [33], а порядок розрахунків здійснюється за рекомендаціями в [34]. Відновлена інформація по цих величинах використовуються в подальших розрахунках. Слід зазначити, що при кожній зміні дати, відновлення вихідної інформації необхідно повторити.

Оцінка довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Десна здійснюється за [35], [37].

1.2.2.2 Методика довгострокового прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля

На дати випуску прогнозів 10, 20, 28 лютого та в дати максимальних снігових запасів (а також в інші дати) здійснюється складання довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля на річках розглядуваної території [34].

Етапи випуску прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля:

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

Коефіцієнти рівнянь наведені в табл. 1.21 відповідно району приналежності гідрологічного поста до річкового басейну. За знаком дискримінантної функції встановлюється якісний (альтернативний) прогноз висоти майбутнього водопілля:

- дискримінантна функція $DF\ 1 > 0$ – максимальні витрати води будуть більшими за середньо багаторічні значення (ситуація 1);
- за $DF\ 1 \leq 0$, а $DF\ 2 \geq 0$ – максимальні витрати води весняних вод очікуються близьким до середньо багаторічних їх значень (ситуація 2);
- за $DF\ 1 < 0$ і $DF\ 2 < 0$ – максимальні витрати води водопілля прогнозуються меншим за середньо багаторічні їх значення (ситуація 3);

Таблиця 1.21 – Коефіцієнти рівнянь дискримінантних функцій

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

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

б) прогноз величин модульних коефіцієнтів k_{q_m} здійснюється на дату його складання за регіональними залежностями табл. 1.22, відповідно району приналежності гідрологічного поста і знаком дискримінантної функції DF ;

Таблиця 1.22 – Коефіцієнти поліному $k_{q_m} = b_0 + b_1 k_s + b_2 k_s^2 + b_3 k_s^3$

Умови застосування	b_0	b_1	b_2	b_3
Басейн р. Десна (вище впадіння р.Сейм) і р.Снов				
$DF1 > 0$	0,0412	-0,258	2,58	-0,66
$DF1 \leq 0; DF2 \geq 0$	0,036	-0,198	1,07	-0,0563
$DF1 < 0; DF2 < 0$	-0,04	0,462	-0,462	0,385
Басейни рр. Сейм, Сула, Псьол, Ворскла				
$DF1 > 0$	0,06	0,487	0,753	0,486
$DF1 \leq 0; DF2 \geq 0$	0,03	-0,06	0,61	0,04
$DF1 < 0; DF2 < 0$	0,04	-0,25	0,45	-0,03

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

$$Q'_m = k_{q_m} * q_0 * K_{Q_{2010}} * F, \quad (1.1)$$

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

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

$$K_{Q_{2010}} = 0,929 - 0,022(\varphi - 50). \quad (1.2)$$

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

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

є) оцінка якості довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля виконується шляхом визначення похибки прогнозу δ та в частках від допустимої похибки – δ/δ_{don} .

Величина похибки прогнозу δ , м³/с визначається за рівнянням

$$\delta = Q_m - Q'_m, \quad (1.3)$$

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

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

За відсутності рядів стокових вимірів на річках для визначення величини допустимої похибки при прогнозуванні максимальних витрат води весняного водопілля використовується залежність δ_{don} від площ водозборів F у вигляді:

$$\delta_{don} = 0,0147 \cdot F. \quad (1.4)$$

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

Довгострокове прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля та автоматична побудова картосхем очікуваних максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля та їх забезпеченості ведеться для опорних гідрологічних створів, кількість яких замикає 20 водозборів. Такі

гідрологічні пости охоплюють діапазони водозбірних площ від 2380 км² (р.Тускар – м. Курськ) до 36300 км² (р.Десна – м.Розльоти).

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

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

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

Отримання оперативної інформації гідрометеорологічних спостережень ведеться при використанні комп'ютерної системи «Автоматизоване робоче місце» (АРМ гідро) через мережу Інтернет [33]. Інформація про метеостанціях за 2023 рік представлена в табл. 1.191, а по гідрологічних постах – в табл. 1.20.

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

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

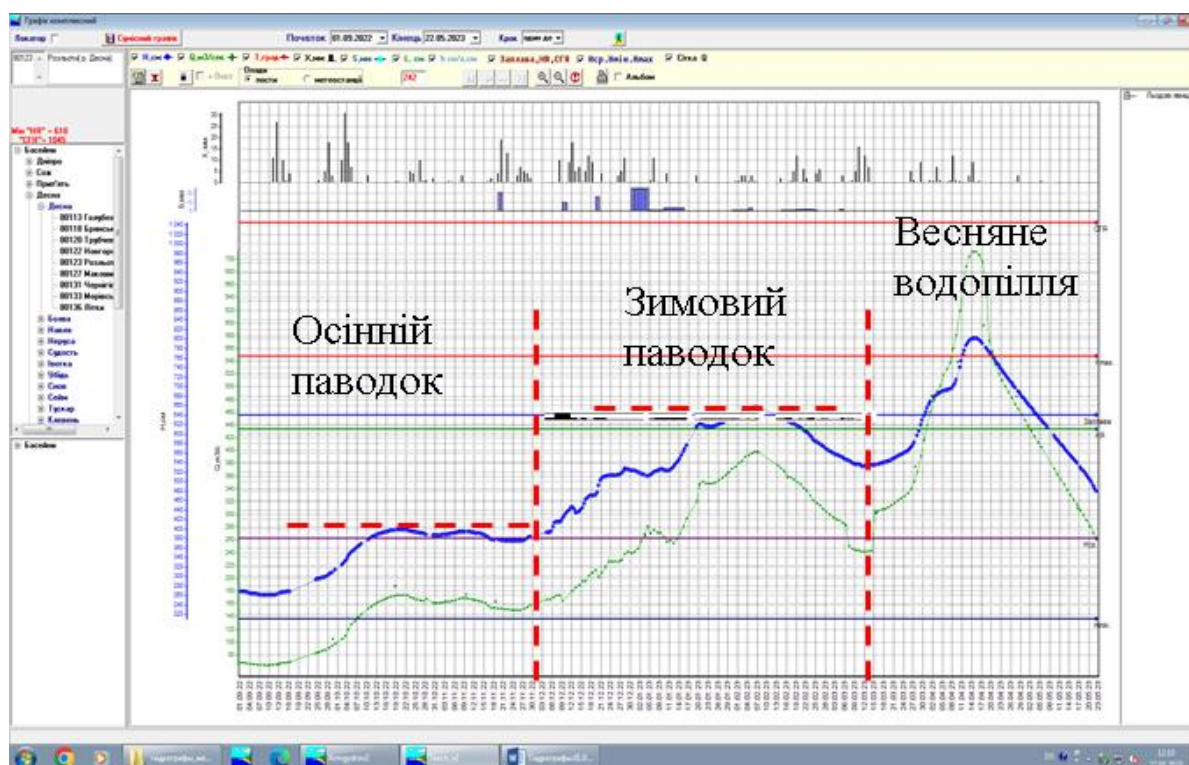
Довгострокове прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. для опорних створів в басейнах річок Десни та лівих приток Середнього Дніпра здійснено за I сценарієм коли температура повітря в березні і кількість опадів у вигляді снігу близькі до їх середньобаторічних величин. При цьому величина добавок снігу до максимальних снігозапасів $\Delta \bar{S}$ на календарну дату складання прогнозу 20 лютого становила по території 3-8 мм (табл. 1.23). Результати розрахунків показали, що спрогнозовані величини максимальних витрат води весняного водопілля поточного року були значно меншими за їх спостережені величини.

При цьому, враховуючи високу водність річок в результаті проходження у грудні-січні екстремальних тало-дощових паводків, тобто напередодні формування весняного водопілля, формування весняного стоку річок відбувалося над передповеневими витратами води (рис. 1.22). В такому разі, був розглянутий варіант розрахунків коли до спрогнозованих за методикою максимальних витрат води водопілля Q'_m , м³/с були додані витрати води, що спостерігалися перед його початком Q_{nv} , м³/с (табл. 1.24).

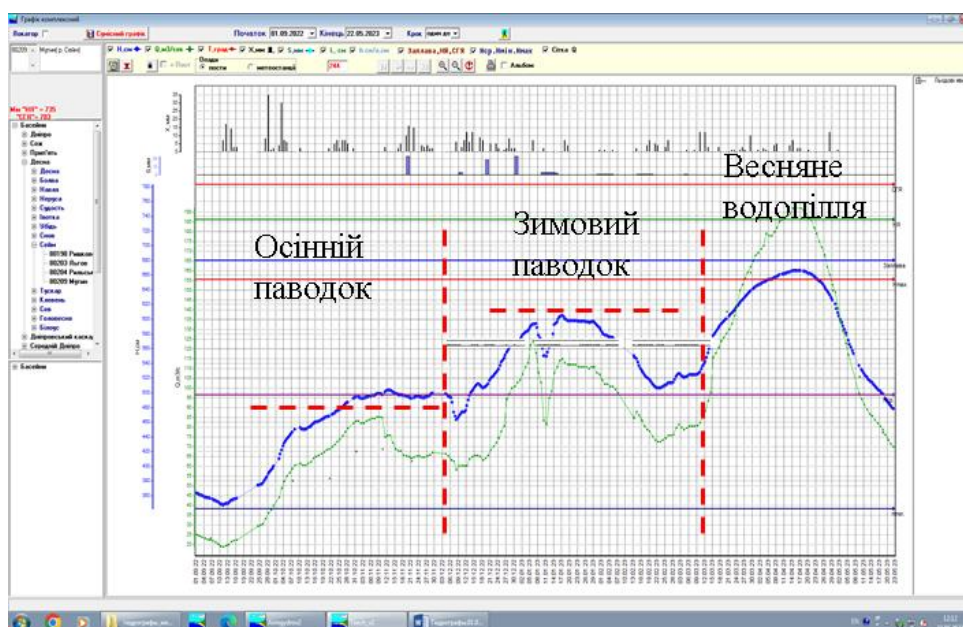
Комплексний графік ходу гідрометеорологічних характеристик в басейнах річок Десни ті лівобережжя Середнього Дніпра за період формування весняного водопілля 2022-2023 р. представлені на рис. 1.22.

Таблиця 1.23 – Результати довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра (І сценарій)

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



р. Десна – с. Розльоти



р. Сейм – с. Мути

Рисунок 1.22 – Комплексні графіки ходу гідрометеорологічних характеристик в басейнах річок Десни період формування весняного водопілля 2022-2023 р.

Спрогнозовані за I сценарієм максимальні витрати води весняного водопілля 2022-2023 р. річок Десни та лівобережжя Середнього Дніпра Q'_m , м³/с у 85 % випадків були справджуваними (за статистичними оцінками δ/δ_{don} , де δ – абсолютна похибка прогнозів, м³/с; δ_{don} – допустима похибка прогнозів, м³/с за умови, що δ/δ_{don}), а їх величини близькі до спостережених (табл. 2.6).

Таблиця 1.24 – Оцінка якості довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра (I сценарій)

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

Збіжність спрогнозованих й спостережених максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. – S20_02 2023 рік (I сценарій) представлено на рис. 1.23.

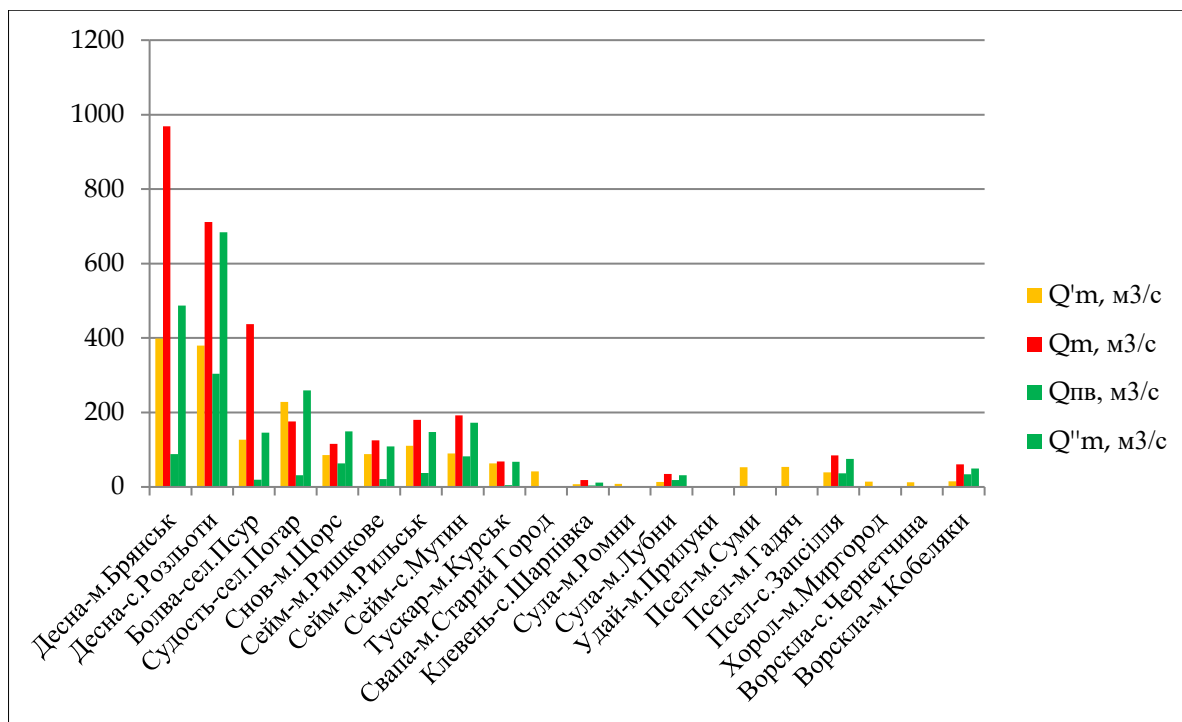


Рисунок 1.23 – Збіжність спрогнозованих й спостережених максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. – S20_02 2023 рік (І сценарій)

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

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

За таким сценарієм випадіння опадів вищими за норму, спрогнозовані максимальні витрати води майже врахували спостережені максимальні обсяги водопілля з високим відсотком справджуваності складених прогнозів (табл. 1.25).

При додаванні до спрогнозованих максимальних витрат води передповенеких витрат збільшило їх величини до значень, вищих за спостережені.

Таблиця 1.25 – Оцінка якості довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра (II сценарій)

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

Збіжність спрогнозованих й спостережених максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. – S20_02 2023 рік (II сценарій) представлено на рис. 1.24.

Завчасність довгострокових прогнозів максимальних витрат води обумовлена швидкістю розвитку весняних процесів, тривалістю підйому весняного водопілля річок, різних за географічним положенням і розмірами водозборів. Таким чином, при даті випуску основного прогнозу 20 лютого 2023 р. завчасність прогнозів максимальних витрат води водопілля 2022-2023 р. становила порядку

20-30 діб для невеликих приток Десни, та майже двох місяців – для основних крупних річок басейну.

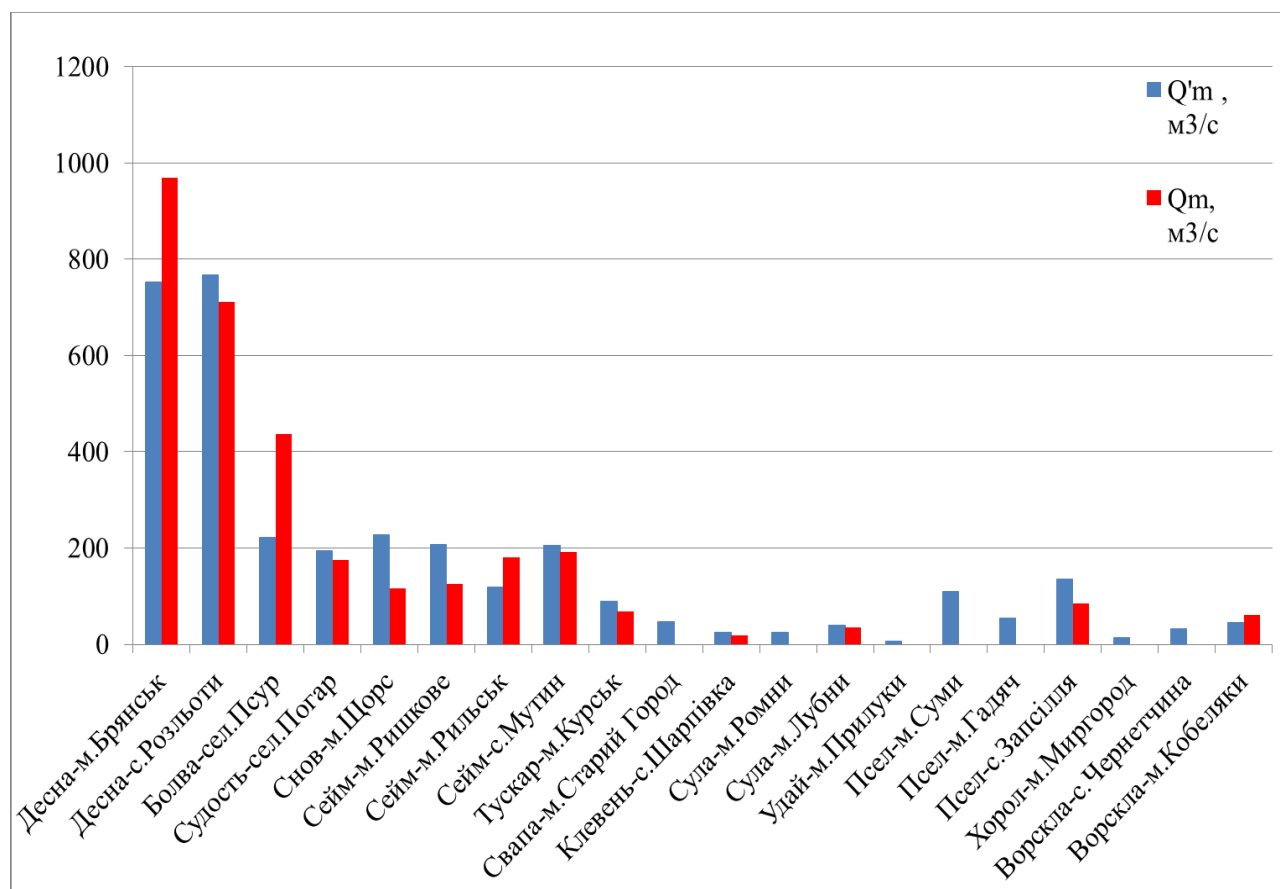


Рисунок 1.24 – Збіжність спрогнозованих й спостережених максимальних витрат води весняного водопілля 2022-2023 р. - S20_02 2023 рік (II сценарій)

Результати територіального довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля в басейнах рр. Десна, Сейм та інших лівих приток Середнього Дніпра при використанні прогностичного комп'ютерного комплексу «Сейм» представлені в роботах автора (у співавторстві) [37], [38].

1.3 Природні та антропогенні умови формування тало-дощового стоку гірських річок Закарпаття

Транскордонний суббасейн річки Тиса розташований на території чотирьох країн: України, Румунії, Угорщини та Словаччини. На території України за гідрографічним районуванням відповідно [39], [40] цю територію виділено за методикою [9] в окремий район – річковий суббасейн Тиси в межах України [43].

Суббасейн Тиси в межах України повністю охоплює Закарпатську область країни. Суббасейн займає 12,8 тис км² (2 % території країни). Суббасейн розташований у межах двох орографічних районів Закарпаття, а саме займає гірську та передгірську частини Карпат, з особливостями яких пов'язаний у значній мірі водний режим річок під час паводків. Річки суббасейну Тиси характеризуються формуванням паводків змішаного походження як в холодний, так й теплий періоди року, які часто набувають катастрофічного характеру. Основною причиною формування високих паводків річок, що охоплюють одночасно всю територію є те, що високі хребти Карпат захищають Закарпаття від вторгнення холодних повітряних мас із півночі та сходу, і це обумовлює теплу зимову погоду. З іншого боку, система гірських хребтів Карпат затримує вологі повітряні маси з Атлантики та із Середземномор'я (так звана «підкова Карпат»), що сприяє випадінню рясних опадів, які формують високі, часто катастрофічні паводки [42], [43].

Особливі орографічні умови Закарпаття, що характеризуються наявністю поперечних гірських хребтів – полонин Руна та Боржава, хребтів Маковиця, Великий Діл, Червона, Свидовець та Чорногора (з висотами від 900 м до 2000 м), зумовлюють локальні особливості снігонакопичення та дощового покриття поверхні. Відповідно до цього орографічні умови водозборів мають помітний вплив на процеси формування, амплітуду коливання характеристик максимального стоку та їх просторовий розподіл при паводках будь-якого походження [42].

Паводкові води скидаються досить швидко глибокими та вузькими долинами гірських водотоків до річкової долини Тиси та пониззя її приток, що знаходяться в

межах Закарпатської низовини. Оскільки річки на низовині мають малі похили, паводкові води розливаються тут, затоплюючи значні площі. І, як наслідок, відбувається підтоплення населених пунктів, шляхів сполучення та інших об'єктів. Не виключені й такі випадки, коли на низовинних ділянках річок відбувається суміщення вод попереднього й наступного паводків, що призводить до тривалого стояння високих рівнів.

Таким чином, географічне положення, підстильна поверхня та кліматичні умови території Закарпатської області значною мірою визначають водний режим річок та відносять їх до зони розвиненої зливової діяльності з формуванням значних, часто катастрофічних паводків. Таким чином, для суббасейну Тиси характерними є паводки змішаного походження, які відбуваються в основному в холодний період року.

Катастрофічні паводки на річках Закарпаття та їх наслідки у вигляді затоплення значних територій та руйнування господарських об'єктів – одна з найбільш актуальних проблем, з якими стикаються як на території України так і Румунії, Угорщини та Словаччини, особливо в умовах сучасних змін клімату.

Таку особливість формування паводків, їхню висоту, обсяги стоку та повторюваність кілька разів на місяць необхідно враховувати при регулюванні максимального стоку водосховищами. При будівництві гребель для захисту від затоплень заплавних ділянок річок та проєктування водоскидних споруд на водосховищах максимальні витрати та шари стоку тало-дощових паводків на малих та середніх річках Закарпаття є розрахунковими [43].

Катастрофічні паводки на річках Закарпаття оказують негативний вплив й на розвиток аграрного підприємництва [44] при затопленнях населених пунктів і сільськогосподарських підприємств, як в холодний, так і теплий періоди року.

За останні 20 років по берегам Тиси як з Української сторони, так і з Румунської та Угорської сторін проводились нарізання висоти водозахисних дамб. Це привело до значних змін зв'язку $Q = f(H)$.

В рамках процесу євроінтеграції України в з Європейський Союз (ЄС) та апроксимації національного законодавства до законодавства ЄС в галузі

управління водними ресурсами та якості води План управління річковим суббасейном Тиси в Україні (ПУРБ) на 6-річний період 2025-2030 рр. (проект) [45] ставить метою впровадження в країні басейнового принципу та інтегрованого підходу до управління водними ресурсами басейну р.Тиса. Відповідно до Водного кодексу України (стаття 13) «Плани управління річковими басейнами» [41] зазначається, що плани управління річковими басейнами розробляються та виконуються з метою досягнення екологічних цілей, визначених для кожного району річкового басейну, у встановлені строки.

1.3.1 Географічне положення і рельєф

Суббасейн річки Тиса повністю розташований в межах однієї області – Закарпатської. Область розташована на південно-західних схилах і передгір'ях Східних Карпат, а також включає Закарпатську низовину. На півдні область граничить з Румунією, на південному заході – з Угорщиною, на заході – із Словаччиною і на північному заході – з Польщею (рис. 1.25). На території області протікає 9429 річок і потоків та 9 водосховищ (з об'ємом більше 1 млн м³). Найбільшою з річок є Тиса, ліва притока Дунаю, що утворюється із злиттям Білої і Чорної Тиси. У межах області її протяжність складає 240 км. Всі великі річки області впадають або в саму Тису, зокрема Боржава, Ріка, Тересва і Тересля, або в Бодрог на території Словаччини (Латориця і Уж) [3], [5], [16], [45], [46].

Річка Тиса бере початок на південно-західній частині лісистих Карпат, утворюється злиттям двох річок - Чорної і Білої Тиси.

Чорна Тиса бере початок з джерел у підніжжя гори Свидовець на висоті 1400 м над рівнем моря. Біла Тиса бере початок на Чорній горі, на висоті 1650 м над рівнем моря. Після злиття рік Чорної і Білої Тиси на висоті 440 м над рівнем моря північніше м. Богдан річка отримує назву Тиса, впадає в р. Дунай з лівого берега на території Югославії на 1218-му км від витоку [42].



Рисунок 1.25 – Картосхема географічного положення і рельєфу річок Закарпаття

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fgeomap.com.ua%2Fuk-gt%2F497.html&psig=AOvVaw012m- jBMi96Q7yCTS05tXO&ust=1697784727326000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAUQjB1q FwoTCLCuz_ eeoYIDFQAAAAAdAAAAABAE

Довжина 966 км, площа басейну 153 тис км² (у межах України – 201 км і 12,8 тис км²). Загальне падіння річки 336 м, середній схил 1,2 ‰.

На території України міститься верхня, переважно правобережна частина басейна річки Тиса, що розміщена в двох геоморфологічних областях на південно – західному схилі Карпат і на південно – західній частині Закарпатської низовини (рис. 1.25). Середня ширина басейна до водомірного поста Чоп складає 180 км, найбільша долина 183 км, коефіцієнт ширини 0,99 [43].

Водорозділ між басейнами рік Дністер і Тиса проходить по сильно розмитому Верховинському хребту, що має м'які, округлі форми рельєфу і відносно невеликі висоти (1100-1300 м). Розміщений на південному – заході від Верховинського хребта Полонинський хребет розділений на плоско вершинні масиви вузькими і глибокими долинами притоків Тиси (Полонина Рівна, Полонина Боржава, Полонина Красна). Східніше долини Тиси Полонинський хребет переходить в гірські групи Свидовця і Черногор, що відрізняються наявністю льодових форм

рельєфу і більш значними висотами: гора Говерла (2061 м), гора Петрос (2020 м), гора Ребра (2007 м).

На південно – західній частині Полонинського хребта розміщений низько гірський і середньо гірський вулканогенний хребет, також розчленований на ряд масивів долинами річок Уж, Латориці, Боржави та Тиси і характеризується м'якими формами рельєфу (рис. 1.25).

Закарпатська низовина, що займає 35 % всієї площі водозбору, представляє собою рівнину з окремими гривами і бугристими підняттями, улоговинами та блюдце подібними впадинами, місцями заболоченими.

Річкова мережа басейну річки Тиса є деревоподібною. Басейни її приток (до р. Ріки), як правило, повздовжньої форми з чітко вираженими водорозділами, що проходять по гірським хребтам значної висоти. Середня висота водозборів 800-1200 м, середній схил 200-400 ‰. Ширина водозборів змінюється від 10-15 км (річки Косівська, Шопурка, Теремля) до 20-30 км (річки Тересва, Ріка). Басейни рік, що впадають в Тису нижче Ріки (річки Боржава і Латориця) грушоподібною форми; ширина їх досягає 35-45 км, середня висота водозборів 300-700 м, середні схили порядку 200-400 ‰.

Найбільшими правими притоками Тиси є Латориця (191 км) з притокою Уж (133 км), Боржава (106 км), Ріка (82 км), Теремля (80 км), Тересва (56 км), ліва - Батар. У верхній течії всі вони мають характер стрімких гірських річок, що течуть у вузьких, глибоких долинах, прориваючись через хребти і гірські гряди. При виході на рівнину долини їх розширюються, течія сповільнюється [42], [43].

Основні притоки (в межах України) – Чорна Тиса, Апшиця, Тересва, Теремля, Ріка, Боржава (праві); Батар (ліва). Живлення переважно снігове і дощове; бувають високі паводки. 40 % річного стоку припадає на весняний період. Льодоутворення з першої половини грудня (забереги, сало, шуга), льодостав нестійкий; весняний льодохід у березні, бувають затори.

1.3.2 Карст

Закарпатський район об'єднує ряд виходів карсту кам'яної солі в верхні приповерхневі товщі території Верхнетісенської улоговини, що перетинається річками Тиса, Теребля, Тересва та їх ерозійною мережею. Тут в результаті диференційованих підняття суміжних структурних ділянок і складної складчастості пластична товща тереблінської свити нижнього гелльветами кинулася догори, формуючи штокові зони, витягнуті в напрямку з північного заходу на південний схід, поперечному до напрямку одностороннього тиску. У північній зоні є шість соляно-купольних структур, в південній – сім, з яких Тереблінська перетинається з долиною р.Теребля, Тернівська – долиною р.Тересви, а ізольована від південної зони на її південно-східному закінченні Солотвинська велика структура - долиною р.Тиси [42].

Соляний карст був вивчений тільки на обмежених площах виходів Тереблінської і Солотвинської структур. Перша ділянка відрізняється великими, плоскодонними ерозійно-карстовими долинами, освіченими діяльністю надсольових вод, полями карстових воронок і западин на місці відкритих гірничих виробок. Подібний антропогенний карст розвинутий на другій ділянці в північно-західній частині структури. Тут поширені різноманітні поверхневі форми вилуговування і обвалення, пов'язані з діяльністю надсольових вод і з неправильною закладкою гірничих виробок.

Глибинні прояви карсту можуть розвиватися в районі завдяки циркуляції надсольових і околосолевих вод, що проникають до контакту річкового алювію, глинисто-гіпсової товщі кепроку або розпушених тріщинуватих корінних порід з поверхнею соляних штоків.

Короткий розгляд карстопрояви і особливостей їх впливу на стік в розглянутих басейнах показує, що для платформених геосинклінальних районів інтенсивного прояву новітніх підняття і посилення глибинної ерозії типово розтин карстующихся відкладень, встановлення складних взаємозв'язків між

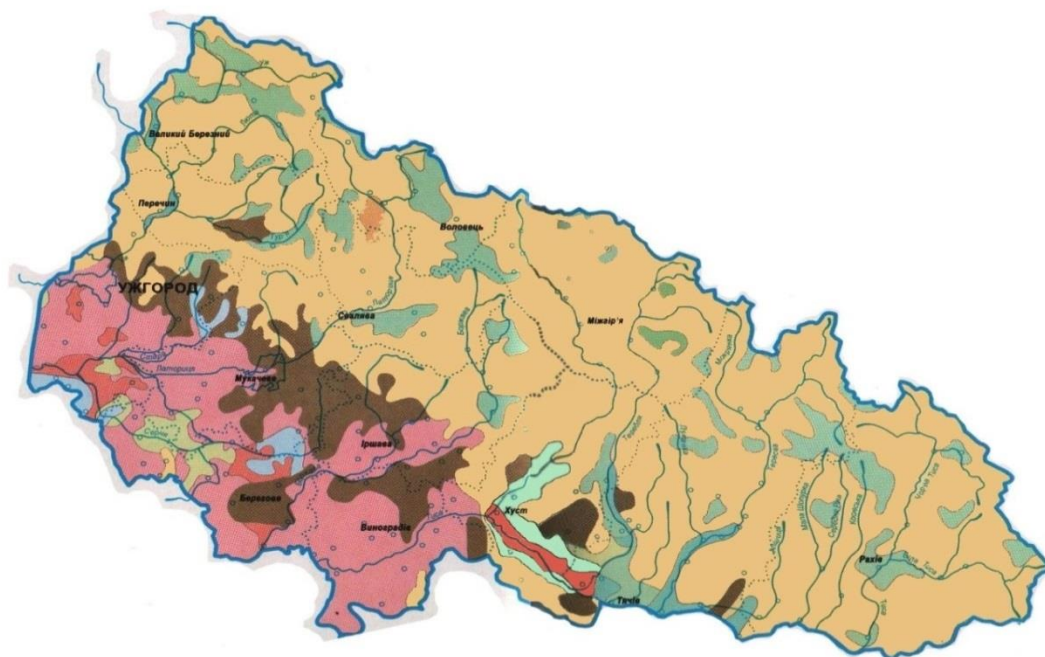
поверхневими і підземними водами і все більшого поширення безвідточних мікроводозборів та їх поєднань .

У безпосередньому зв'язку з цим перебуває сучасне посилення карстоутворення, яке виражається поступовим переходом його до напіввідкритих і відкритих стадій.

1.3.3 Ґрунти

Ґрунтовий покрив Закарпаття дуже різноманітний. Для кожної рельєфної зони характерна своя група ґрунтів, хоч в цілому їх можна віднести до змішаних буроземно – підзолистих ґрунтів під хвойними і частково змішаними лісами і до лісних буроземів під буковими і дубовими лісами (рис. 1.26) [16], [42], [46].

Бурі лісові ґрунти утворилися під лісовою рослинністю переважно на схилах різної крутості, на добре дренованих щербенистих ґрунтоутворюючих породах різного механічного складу і походження, що є елювієм-делювієм корінних порід – осадових і магматичних. В умовах однакової дренованої на схилах внутрішні властивості бурих лісових ґрунтів змінюються із збільшенням міри промиваємості, що визначається зміною кліматичних умов. Із збільшенням абсолютних висот механічний склад стає легшим. Профіль найбільш поширеного середньої міцності бурого лісового ґрунту складається з горизонтів: гумусового завглибшки до 45 см, перехідного завглибшки до 60-75 см і ґрунтоутворюючого ґрунту, що складається з щебеню і каменів. Мало міцні бурі лісові ґрунти мають профіль біля 40-50 см, потужні, – понад 75-80 см. По механічному складу мілкозему бурілісові ґрунти бувають супіщані, середньо суглинкові, важко суглинкові.



Умовні позначення:

-  - Дернові супіщані і суглинкові
-  - Гірсько-лучно-буроземні
-  - Буроземні-підзолисті
-  - Бурі гірсько-лісові щебенюваті
-  - Дерново-буроземні
-  - Лучно-буроземні

Рисунок 1.26 – Картосхема ґрунтів Закарпаття [42]

Дерново-буроземні ґрунти характеризуються присутністю верхнього темно-бурого гумусового горизонту до глибини 36 см і більше, і навіть перехідний горизонт буває частково або повністю темного кольору. Такі ґрунти мають чорноземовидний профіль, містять 5-6 % перегною. Залягають на нижніх частинах схилів і на плоских вододільних вершинах у всіх вертикальних поясах і на всяких породах - осадових і вулканічних.

На полонинах поширені дерново-буроземні ґрунти з неглибоким темним дерновим горизонтом (15-20 см), в багатьох місцях - каменисті.

Гірничо-лугові ґрунти залягають на полонинах в широких пониженнях під трав'янистою луговою рослинністю з присутністю напівчагарників чорниці, брусниці.

1.3.4 Рослинність

Сучасний рослинний покрив Карпат сформований широкою гаммою корінних довгочасно й короткочасно – похідних ценозів. Основні площі зайняті лісами. Головні лісоутворювальні породи – ялина звичайна, піхта біла, бук лісний і дуб звичайний, ценозі деяких займають більшу частину лісних площ. Другорядними лісо утворювачами є дуб скельний, сосна звичайна, береза повисла, вільха сіра, вільха чорна, або клейка і граб звичайний. Також зустрічаються цінні породи дерев – ясень високий, клен – явір, клен гостролистий, в'яз гірський, а також осина, горобина звичайна та верба козяча.

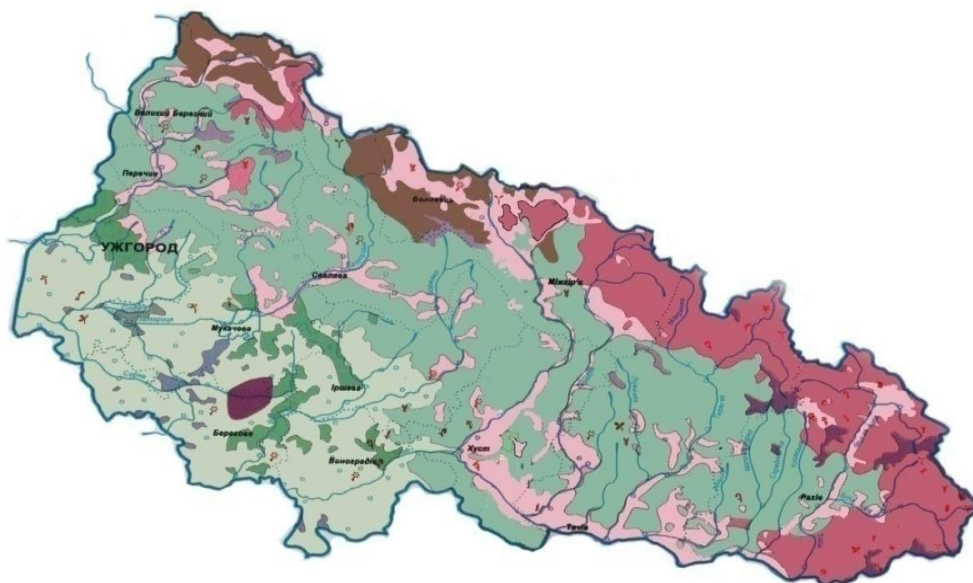
Широко представлені кущові угруповання в лісному поясі в основному вербняки з верб лознякової та ламкої, на безлісному високогір'ї – гірські сосняки, зелено – вільшаники, ялівці (рис. 1.27) [16], [42], [46].

Закарпатське передгір'я і південні схили Вигорлат – Гутинського (Вулканічного) хребта відносяться до поясу передгірних дубових, букових і смерекових лісів.

Основними складовими дібров Закарпатської низини є дуб черешковий, а на Вулканічному хребті – дуб скельний. Також зустрічаються бук, граб, ясень, в'яз гірський, береза, кущі – ліщина, калина, бузина чорна, бересклет європейський, свидина, верба козяча, вовче лико; на більш сухих місцях – клен татарський, глід одно маточковий, терн, кизил звичайний.

В трав'яному покриві – маренка духмяна, осоки волосиста, трясучковидна та лісна, шавлій клейкий, копитняк європейський, проліски багаторічні, папороть,

медунка неясна, чистець лісний, жовта глуха кропива, перлівка одно квіткова та поникаюча, орляк звичайний, барвінок малий та ін.



Умовні позначення:

-  - Смерекові ліси з ялини європейської
-  - Широколистяно-темнохвойні ліси
-  - Сільськогосподарські землі лісового поясу в з'єднанні з луками
-  - Букові проліси
-  - Вільхові ліси
-  - Дубові ліси
-  - Сільськогосподарські і сіяні трави на місці осушених боліт

Рисунок 1.27 – Картосхема рослинності Закарпаття [42]

В комплексі з дібровами поширені дубові луження (на більш вологих ґрунтах Вулканічного хребта).

1.3.5 Клімат

Закарпаття знаходиться в сфері дії атмосферних процесів, що розвиваються над Атлантикою і континентом Євразії. Основними центрами дії атмосфери, обумовлюючими циркуляцію на заході: ісландська депресія, арктичний антициклон, середземноморська депресія, Азорський антициклон, сибірський зимній антициклон, відроги якого інколи досягають і низинних районів Закарпаття. Взаємодія цих баричних центрів створює адвекцію повітряних мас і їх трансформацію під дією географічних умов [11], [42].

Великий вплив на умови циркуляцію в західних районах мають Карпати. Гірський масив послаблює і міняє напрямки руху повітряних мас. Гори мають динамічний і термічний вплив на вертикальні рухи повітря і можуть суттєво змінюють термодинамічні властивості повітряних мас. Під дією рельєфу на території Закарпаття формуються різні типи місцевої циркуляції: фени, гірсько – долинні і схилі вітри.

Карпати значно впливають на циклонічну діяльність. При наближенні циклона до гірського хребта в передній частині його внаслідок конвергенції потоку в пригірських районах атмосферний тиск збільшується. Далі по мірі переміщення циклона, разом з ростом тиску на навітряній стороні хребта, починається падіння його на підвітряному схилі. В результаті утворюються два центра пониженого тиску – один біля навітряного схилу, другий – біля підвітряного. В подальшому центр біля не вітряного схилу заповнюється, а біля підвітряного – углиблюється і зміщується далі на схід. Такий процес еволюції циклонів отримав назву сегментації.

Сегментації зазнає приблизно третина циклонів, які зміщуються через Карпати з заходу на південний захід, зазвичай це молоді циклони.

Закарпатська область по рельєфу і розміщенню ділиться на три основні частини: низинна частина, передгірна і гірська частина області.

В Закарпатській області переважає західний перенос висотних повітряних мас з європейських морів і Атлантичного океану, а також зі східно – європейських рівнин. З Атлантики взимку поступає вологе повітря, відносно тепле, літом – помірно тепле, з відлигами, яке спричиняє зливові дощі та грози. Сибірський антициклон впливає на виникнення осінніх і весняних заморозків. З Арктики взимку інколи приходить різке похолодання.

Літня жара виникає внаслідок вступу континентального тропічного повітря з півночі Африки. Виноси тропічного повітря часто обумовлюються в першій половині осені теплою сухою погодою.

Клімат низинною частини області відрізняється практично по всім метеорологічним елементам від клімату передгірної частини області, а клімат передгірної частини має досить значну різницю в кліматі в порівнянні його з гірською частиною.

Кліматичну характеристику Закарпаття зроблено по багаторічним даним спостережень (30 років) метеостанцій області (м.Берегово, м.Хуст, м.Рахів) [15], [48].

Температурний режим. Середня річна температура повітря метеостанції Берегово складає 9,9 °С, самого холодного січня -3 °С, самого теплого липня + 20,2°С (табл. 1.1).

Амплітуда середньої місячної температури повітря становить 22,9 °С.

Таблиця 1.26 – Середньомісячна і за рік температура повітря, °С

№	Метеостанція	Місяць												рік
		I	II	III	IV	V	VI	VI I	VII I	IX	X	X I	XI I	
1	Берегово	-3	0	5	11	16	19	20	20	16	10	5	0	9,9
2	Хуст	-5	-1	4	10	15	18	19	19	15	9	4	-1	8,7
3	Рахів	-4	-2	2	8	13	16	17	16	13	8	3	-2	7,3

Метеорологічні дані Закарпатської воднобалансової станції репрезентативні до гірської частини Хустського району в зв'язку з тим, що відстань між гірськими частинами районів невелика, не більше 40 км.

Середньомісячна температура самого холодного січня становить від - 3 °С на півдні і до -5 °С в гірській частині, а самого теплого липня, в межах 16-19 °С тепла (табл. 1.27).

Таблиця 1.27 – Абсолютний мінімум температури повітря, °С

№	Метеостан-ція	Місяць												рік
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	Берегово	-33	-28	-20	-7	-1	1	7	5	-3	-9	-23	-27	-32,5
2	Хуст	-31	-29	-24	-12	-1	2	6	5	-3	-7	-20	-29	-31,0
3	Рахів	-29	-24	-22	-11	-3	0	5	3	-5	-15	-20	-25	-29,1

В жаркі літні дні (липень, серпень) абсолютний максимум температури може підвищуватись в низинно-передгірній зоні до 37,7 °С, в гірській до 34 °С тепла. В період зимових відлиг – до 14-16 °С тепла (табл. 1.28).

Таблиця 1.28 – Абсолютний максимум температури повітря, °С

№	Метеостан-ція	Місяць												рік
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	Берегово	13	18	26	30	32	34	37	38	36	27	22	16	38,3
2	Хуст	12	17	28	31	32	36	36	38	32	28	21	18	38,0
3	Рахів	11	17	24	20	30	32	34	36	35	27	21	17	36,3

Характеристикою температурного режиму є дати першого і останнього заморозків та тривалість безморозного періоду (табл. 1.29). Середня дата останнього весняного заморозку 19 квітня і першого осіннього – 14 жовтня. Середня тривалість безморозного періоду – 177 днів, найбільша – 245 (1960 р.), найменша – 141 день (1954 р.). Найбільш ранній заморозок в районі зареєстрований 20 вересня (1986 р.), а найбільш пізній весняний зареєстрований 20 травня (1952 р.).

Таблиця 1.29 – Дата першого і останнього заморозку та тривалість безморозного періоду

Дата заморозку						Тривалість безморозного періоду			Відсоток років із відсутністю безморозного періоду
останнього			першого						
Середня	Найранішня	Найпізнішня	Середня	Найранішня	Найпізнішня	Середня	Найменша	Найбільша	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Берегово									
19.04	31.03	20.05	14.10	20.09	29.11	177	141	245	-
Хуст									
07.04	19.03	04.05	21.10	02.10	29.11	179	155	200	-
Рахів									
20.04	31.03	08.05	15.10	10.09	30.10	159	116	200	-

В гірсько-долинній зоні середня дата першого заморозку припадає на першу декаду жовтня, а останнього – на кінець квітня, в низинно-передгірній зоні – перший заморозок відмічається в середині жовтня, останній – кінець другої декади квітня(табл. 1.30).

Найбільш ранній осінній заморозок може виникнути в середині вересня, а останній весняний – в третій декаді квітня. Безморозний період, в середньому, становить 130-170 днів. Найбільший – 190-220 днів.

В районі прослідковується тенденція зниження температури з висотою. Температурний градієнт складає 0,7 °С.

Для гірського району області характеристики окремих метеоелементів складені за даними багаторічних спостережень найближчої метеостанції Рахів і гідрологічному посту Ясіня.

Середня річна температура повітря складає 7,3 °С, середньомісячна самого теплого липня 17,0 °С, самого холодного січня – мінус 4,3 °С. Абсолютний максимум відмічений 36,3 °С тепла в серпні місяці, абсолютний мінімум – 29,1 °С морозу – в січні (табл. 1.1).

Середньодобова температура повітря в межах 10-15 °С тепла спостерігається протягом 83 днів в році. Безморозний період утримується, в середньому, протягом 159 днів, найменший – 116 (1952 р.), найбільший – 200 (1975 р.).

Таблиця 1.30 – Дата переходу середньої добової температури повітря через -5 °С, 0 °С і 5 °С

Весна			Осінь		
0°	5°	10°	0°	5°	10°
Берегово					
11.02	17.03	13.04	02.12	04.11	22.10
Хуст					
20.02	20.03	15.04	01.12	14.11	16.10
Рахів					
25.02	29.03	24.04	27.11	03.11	11.10

Опади. Атмосферні опади є одною з найбільш важливих характеристик клімату.

Територія Закарпаття по географічному положенню і кліматичним умовам відноситься до зони розвинутої зливової діяльності, де на протязі року неодноразово випадає за короткі терміни 100 мм опадів і більше. Опади на цій території на протязі усього року обумовлюються головним чином циклонічною діяльністю (табл. 1.31).

В м. Берегово випадає найменша кількість опадів, на 115 мм менше західних районів області (Ужгород) і на 510 мм менше східних гірських районів (Рахів).

Таблиця 1.31 – Середньомісячна і річна сума опадів, мм

№	Метео-станція	Місяць												рік
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	Бере-гово	49	40	44	45	69	86	79	72	46	43	52	62	687
2	Хуст	91	74	75	67	103	120	103	104	71	73	96	118	1095
3	Рахів	81	73	75	84	118	141	132	114	66	76	104	113	1197

Опади в передгір'ї випадають в достатній кількості. Метеостанцією Хуст в 1912 році зареєстровано максимальна їх кількість – 1500 мм, а в найбільш сухому 1961 році – тільки 618 мм. В 1998 році по Хустському району випало 1340 мм, в 2001 році -1327 мм.

В теплу частину року (квітень-жовтень) випадає 641 мм, в холодну (листопад-березень) – 454 мм.

Добовий максимум опадів зареєстрований в 1970 році і становив 131 мм.

Гірська частина. Середньорічна кількість опадів в районі складає 1197 мм. За холодний період року (листопад-березень) випадає 446 мм, а за теплий (квітень-жовтень) – 751 мм. Максимального значення кількість опадів досягає в червні-липні – 132-141 мм. Максимальна кількість опадів за рік була в 1998 році – 1689 мм.

Добре видно, що з висотою сума опадів швидко росте. Суми опадів за рік в горах в 2-3 рази більші від опадів на низинній частині області, незалежно від водності року (табл. 1.32).

В розподілі опадів по місяцям немає чіткої залежності. По середнім декадам опадів за багаторіччя, сума опадів за холодний період практично вдвічі менша від суми опадів теплого періоду. В окремі роки саме в холодний період внаслідок дуже сильних дощів 2,5-3,5 місячної норми формуються високі паводки.

Таблиця 1.32 – Сума опадів за місяць і рік, мм

Висота	Рік по водності	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	рік
до 150 м	Середній	49	40	44	45	69	86	79	72	46	43	52	62	687
	Багатоводний	27	11	41	117	56	190	181	52	115	67	74	38	969
	Маловодний	7	53	3	24	40	87	71	25	25	48	27	42	402
150 – 350 м.	Середній	91	74	75	67	103	120	103	104	71	73	96	118	1095
	Багатоводний	113	147	143	130	286	179	81	49	93	82	94	178	1574
	Маловодний	10	38	26	52	67	49	71	52	13	32	76	102	618
350 – 1000м	Середній	71	67	77	76	111	134	137	111	89	77	96	103	1149
	Багатоводний	54	36	100	183	102	187	302	211	154	242	265	65	1901
	Маловодний	29	26	43	40	57	131	108	42	29	13	50	70	638
> 1000м.	Середній	125	101	102	117	148	187	184	145	125	122	142	149	1646
	Багатоводний	82	94	7	44	253	391	245	158	110	507	206	266	2363
	Маловодний	28	75	48	85	153	91	129	106	198	128	92	147	1278

Сніговий покрив. Сніговому покриву належить одна з ведучих ролей у формуванні клімату зимового сезону. Він зберігає ґрунт від глибокого промерзання і цим сприяє всмоктуванню талих вод на весні. Значний вплив сніжний покрив має також на температурний режим холодного періоду року. Навесні тепле повітря над сніжною поверхнею охолоджується за рахунок витрати тепла на танення снігу, внаслідок чого виникає снігова інверсія. Сніжний покрив характеризується висотою, щільністю та запасом води в снігові. Важливим показником також є дата появи та сходу снігового покриву, утворення та руйнування стійкого снігового покриву, кількість днів з сніговим покривом (табл. 1.33).

В районі м. Берегово сталий (тривалість більше одного місяця) сніговий покрив буває досить рідко, 2-3 рази на 5 років. За зиму він може утворюватись і сходити в середньому 5-7 разів. Повністю сходить сніг, переважно, в другій декаді лютого.

Середня висота снігового покриву по району становить 12-15 см, максимальна – 55-60 см (лютий 1999 року).

Максимальні снігові запаси формуються в основному, в лютому, коли спостерігається найбільша щільність снігу.

Зими в передгірній частині області характеризуються більш значним сніговим покривом по висоті і по тривалості, ніж в низинних районах.

В передгірній стійкість снігового покриву, в середньому, встановлюється в середині грудня, сходить в першій декаді березня. В теплі і малосніжні зими, внаслідок частих відлиг, стійкий сніговий покрив інколи не встановлюється.

Середня висота снігового покриву за зиму становить 20-30 см. Максимальна висота снігового покриву в горах – 0,8-1,0 м. Найбільша висота снігового покриву і найбільші снігозапаси спостерігаються в кінці січня і в першій половині лютого.

Таблиця 1.33 – Висота снігу для різних років

Характеристика зими	Висота снігового покриву, см.			Роки
	передгірна зона	гірська зона	високогір'я	
Багатосніжна	50 - 70	70 - 140	120 - 180	1998 - 1999
Середньосніжна	30 - 50	50 - 70	60 - 180	2005 - 2006
Малосніжна	до 20	до 30	40 - 100	1997 - 1998

На високогір'ї стійкий сніговий покрив установлюється в другій декаді листопада. Стійкий сніговий покрив утримується, в середньому, 90-100 днів, найбільше – 128 днів і найменше – 60 днів. В снігові зими висота снігу сягає 70-80 см, середня з максимальних – 100 см. Сходить сніговий покрив в другій декаді березня, а інколи – в середині квітня. В теплі зими часті відлиги зменшують висоту снігового покриву (табл. 1.33).

Вітер і вологість повітря. Режим вітру безпосередньо пов'язаний з розвитком макропроцесів, що відбуваються в атмосфері, залежить від значення баричного градієнту і має сезонні коливання на протязі року. На характер вітру впливають орографія, яка приводить до деформації повітряних мас, зменшує швидкість і змінює напрямок вітру. Особливу роль в режимі вітру на гідрометеорологічній станції відіграють висота та захищеність її по відношенню до переважаючого повітряного потоку, а також шерохватість підстильної поверхні (табл. 1.34).

Таблиця 1.34 – Середньомісячна і річна швидкість вітру, м/с

№	Метео-станція	Місяць												рік
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	Берегово	1,7	1,9	2,3	2,5	2,1	2,0	2,0	1,7	1,7	1,8	1,9	1,7	1,9
2	Хуст	1,1	1,2	1,3	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	1,2
3	Рахів	0,9	1,2	1,2	1,4	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,8	1,0	1,0	1,2

Напрямок вітру і його швидкість в низинній частині області залежать від сезонного розподілу баричних систем і взаємодії між ними, а в приземному шарі також і від особливостей підстильної поверхні.

За багаторічними даними (30 років) метеостанції Берегово, основний напрямок вітру в районі міста протягом року, південно-східний.

Протягом року в передгірній частині басейну р.Тиса переважають вітри східного, північно-східного і західного напрямку.

Середня річна швидкість вітру невелика – 1,2 м/с, дещо більша швидкість вітру в кінці весни і на початку літа.

На високогір'ї переважають вітри південно-західного і північно-східного напрямку. Швидкість вітру незначна. Середня річна – 1,2 м/с. На гірських вершинах швидкість вітру значно перевищує швидкість в низовині, і відображає вітровий режим вільної атмосфери.

Вологість повітря характеризується станом насичення повітря вологою в процентах, при даній температурі і є хорошим показником “сухості” клімату. Фізико-географічні умови території Закарпаття, велика кількість опадів зумовлюють високу вологість повітря. Середня річна вологість повітря складає 74 %, максимальна в зимні місяці – 81-84 %, мінімальна навесні – 65-68 % (табл. 1.35). Дні, коли відносна вологість знижується до 30 % і нижче, називаються “сухими”. Практично “сухих” днів не буває в листопаді, грудні. Найбільша кількість “сухих” днів спостерігається в квітні місяці, в середньому 5-6 днів, в травні і червні.

Таблиця 1.35 – Середньомісячна та річна відносна вологість повітря, в %

№	Станція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
1	Берегово	83	81	72	65	66	68	68	70	72	75	81	84	74
2	Хуст	86	84	71	62	63	66	65	70	76	82	88	90	75
3	Рахів	81	77	69	64	67	72	74	79	85	84	85	86	77

1.3.6 Водний режим тало-дощового стоку гірських річок Закарпаття (в межах України)

Закарпатська область відноситься до найбільш паводконебезпечних регіонів України, де на річках характерними є паводки змішаного походження. За типом живлення річки Закарпаття відносяться до річок з паводковим режимом на протязі цілого року, тобто, до причорноморського типу річок. Дощові і сніго-дощові паводки, викликані атмосферними опадами, які спостерігаються 165-175 днів на рік, відрізняються частотою, інтенсивністю і одночасним обхватом великих площ [6], [43], [49].

Внаслідок безпосереднього динамічного впливу гір на повітряні потоки відбувається інтенсифікація зливових дощів, які охоплюють за таких ситуацій одночасно значні території (10-20 тис км²). Добові кількості опадів можуть досягати при цьому 2-3 місячні норми – 150-300 мм, які, стікаючи глибокими та вузькими долинами, формують високі, часто катастрофічні паводки. Так, в останні роки формування катастрофічних паводків в басейні Тиси було зафіксовано у 1998 р., 2001 р., 2008 р., 2010 р., 2022 р. та ін. роках [50], [51].

Дощові та сніго-дощові паводки різної висоти на річках Закарпаття формуються в середньому 6–8 раз (іноді 10-12 і більше) на рік в любую пору року, а їх висота та небезпека залежать від інтенсивності і періоду опадів, їх кількості, а взимку від снігових запасів та інтенсивності адвекції тепла (рис. 1.28). Але особливо загрозливими вони бувають у періоди високої водності, зумовлені глобальною атмосферою циркуляцією. У періоди високої водності визначні паводки спостерігаються переважно через 3-4 та 6-8 років. У ці ж періоди від таких визначних стихійних явищ потерпають також Центральна та Західна Європа [52].

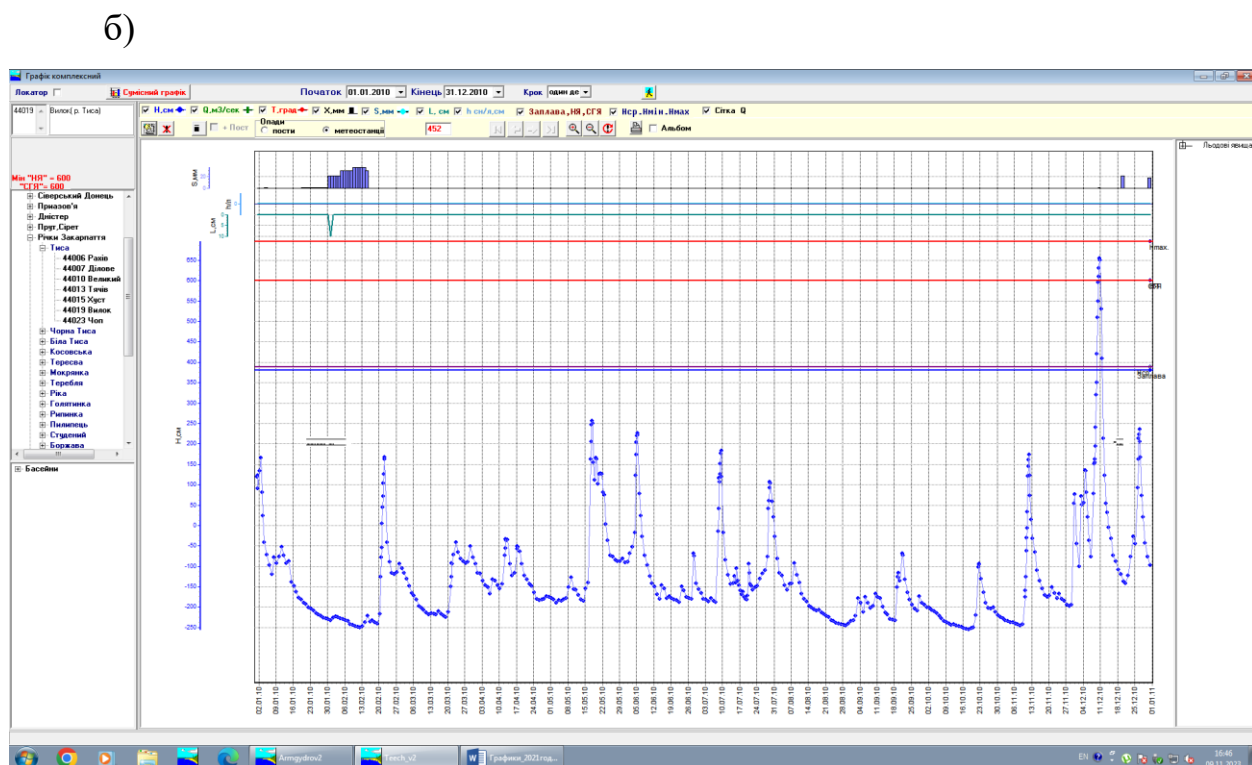
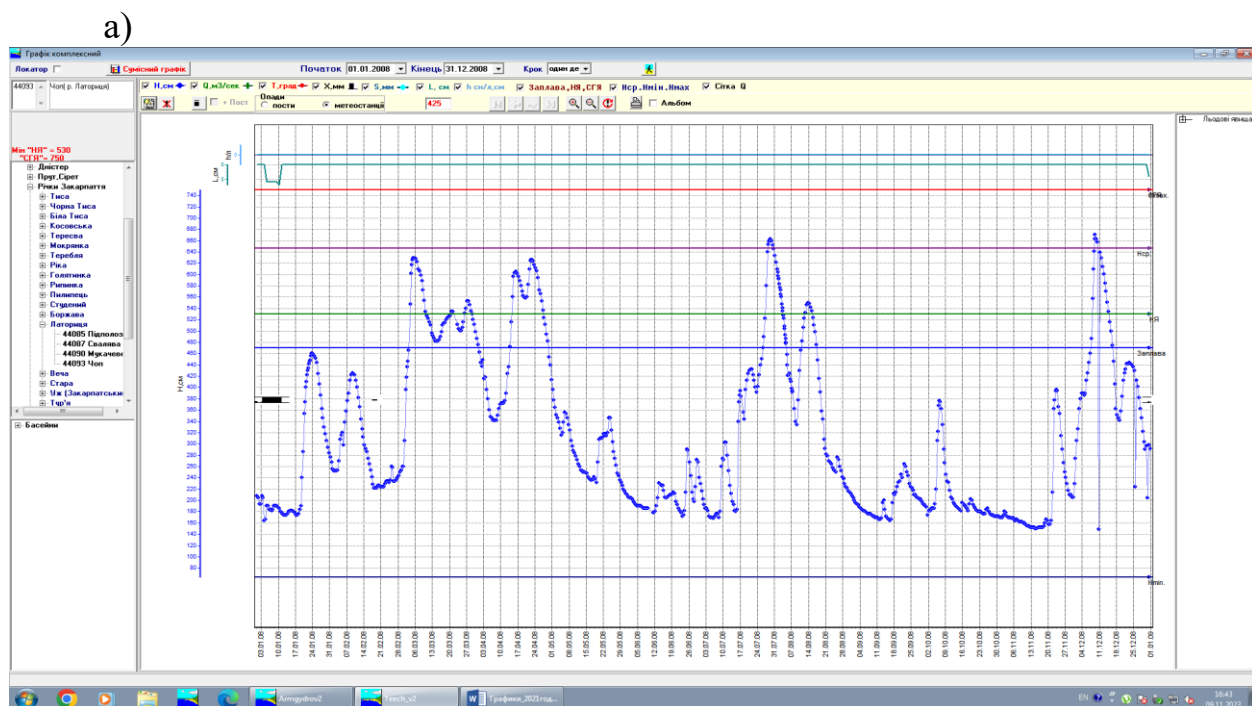


Рисунок 1.28 – Комплексні графіки гідрометеорологічних характеристик р.Латориця – м.Чоп у 2008 р. (а) та р.Тиса – смт Вилок (б) у 2010 р.

Значні похили гірської місцевості зумовлюють швидкоплинний розвиток паводків, підйоми рівнів досягають на малих річках 0,5-0,7 м, на середніх і великих

– 1,5–3,5 м за 3–4 години. Одночасно відбувається швидкий скид паводкових вод з гірських притоків до річкової долини Тиси (наприклад на ділянку р.Тиса – Великий Бичків – Тячів), де під час цих катастрофічних паводків амплітуда підвищення сягала 5,0–7,5 м, що спричиняло переливи через водозахисні дамби та затоплення населених пунктів.

Річки, що протікають на території басейну р.Тиса мають змішане живлення. В період зимньої і літньо-осінньої межені річки в основному живляться за рахунок ґрунтових вод і стік річок відносно не великий. В період тимчасових зимових паводків та навесні, річки живляться за рахунок танення снігів, під час випадання великих дощів живляться дощовими водами [42], [43]. Основну роль у формуванні стоку відіграють дощові води.

Процентне відношення різних джерел живлення для різних по водності років мало змінюється і виражається наступними величинами. В багатоводні роки домінує дощове живлення, що складає 55-66 %. Снігове живлення складає 10-15 %, ґрунтове – 30 %. В маловодні роки процентне відношення між джерелами живлення дощовим і сніговим майже однакове, в середньому 30-35 %, в деякій степені переважає підземне живлення 30-40 % від річного [42], [43].

Характер снігового і дощового живлення, їх роль в річному стоці залежить від розподілу твердих та рідких опадів з висотою. Доля снігового живлення збільшується при переході від гірських до рівнинних річок, а доля дощового живлення зменшується.

За період спостережень 1946–2015 рр. середня багаторічна річна витрата р.Тиса в місті Рахів складає $25,5 \text{ м}^3/\text{с}$, середній річний модуль стоку – $23,8 \text{ л/с км}^2$, шар стоку за рік – 751 мм [53]. Діапазон коливання в окремі роки в межах $12,9\text{--}36,0 \text{ м}^3/\text{с}$. Максимальна витрата води складає $938 \text{ м}^3/\text{с}$ (5 березня 2001 р.), мінімальна $1,14 \text{ м}^3/\text{с}$ (02 лютого 1963 р.).

Характер внутрішньорічного розподілу стоку пов'язаний з фізико-географічними умовами території (в основному особливими орографічними умовами водозборів) та кліматичними особливостями Закарпаття. Близько 70 % річного стоку приходить на зимовий (грудень–лютий) і весняний (березень–

травень) сезони і лише 30 % – на літній (червень–серпень) і осінній (вересень–листопад) сезони. При цьому, значна кількість паводків у басейні Тиси відбувається в основному в холодний період року - *пізньої осені та на початку зими* [42]. На холодний період припадає 55-80 % усіх паводків, які спостерігаються за рік, тоді як, наприклад, у басейнах Дністра та Пруту переважають дощові паводки в літній сезон, а сніго-дощові паводки для цих басейнів не характерні [42], [52].

Так, в зимовий період погодні умови внаслідок нестійкого температурного режиму та вторгнень теплих повітряних мас обумовлюють м'які зими. Характерним є чергуванням теплих і холодних періодів, з великою кількістю опадів, або їх дефіцитом. Для зими характерні часті та інтенсивні, іноді тривалі відлиги, коли сніговий покрив повністю сходить, або значно зменшується. Тривалість залягання снігового покриву становить менше двох місяців, дата сходу снігу в середньому відбувається до першій декаді березня [42]. При цьому, танення снігу зазвичай супроводжується рясним випадінням опадів у вигляді дощів та мокрого снігу.

Внаслідок такого типу погоди в холодну пору року (грудень – квітень) на річках Закарпаття формуються високі паводки змішаного, тобто тало-дощового походження. При цьому, формування змішаних паводків зазвичай відбувається при достатньому попередньому зволоженні та промерзанні ґрунтів, з високим коефіцієнтом стоку та інтенсивному скиданні талих вод у річкову мережу. За наявності розвинутої густоти річкової мережі та великих ухилів гірських водозборів на річках формуються високі паводки. Максимальна амплітуда підйому рівня води може сягати 2,0–3,5 м, навіть за декілька годин (березень - травень) [43].

Багаторічні спостереження за максимальним стоком [20], [43] та літературні дані [6], [42], [43], [49], [52] показують, що на річках Закарпаття паводки холодного періоду року за величиною максимальної витрати та об'ємом стоку є вищими за паводки теплого сезону. Поява високих паводків з майже однаковими максимальними витратами та шарами стоку можлива кілька разів за холодну пору року і навіть протягом одного місяця. В окремі роки вони йдуть один за одним за кілька діб [43].

На рубежі ХХІ століття у басейні Тиси сталися два дуже значних паводки: перший у листопаді 1998 р., другий – у березні 2001 р. При проходженні цих паводків на багатьох гідрологічних постах були перевершені максимальні історичні значення рівнів і витрат води.

Паводок 1998 р. був спричинений випаданням великої кількості дощових опадів, які спостерігалися 3-5 листопада. Кількість опадів за ці дні у верхів'ях Ріки та Терембі досягла 200-250 мм. Підйом рівня на річках почався 4 листопада. Найвищі рівні води на притоках Тиси спостерігалися 4-5 листопада, на самій Тисі – 5-8 листопада. Порівняно з передпаводковими умовами рівень води на р.Тисі – м.Чоп піднявся на 7,5 м.

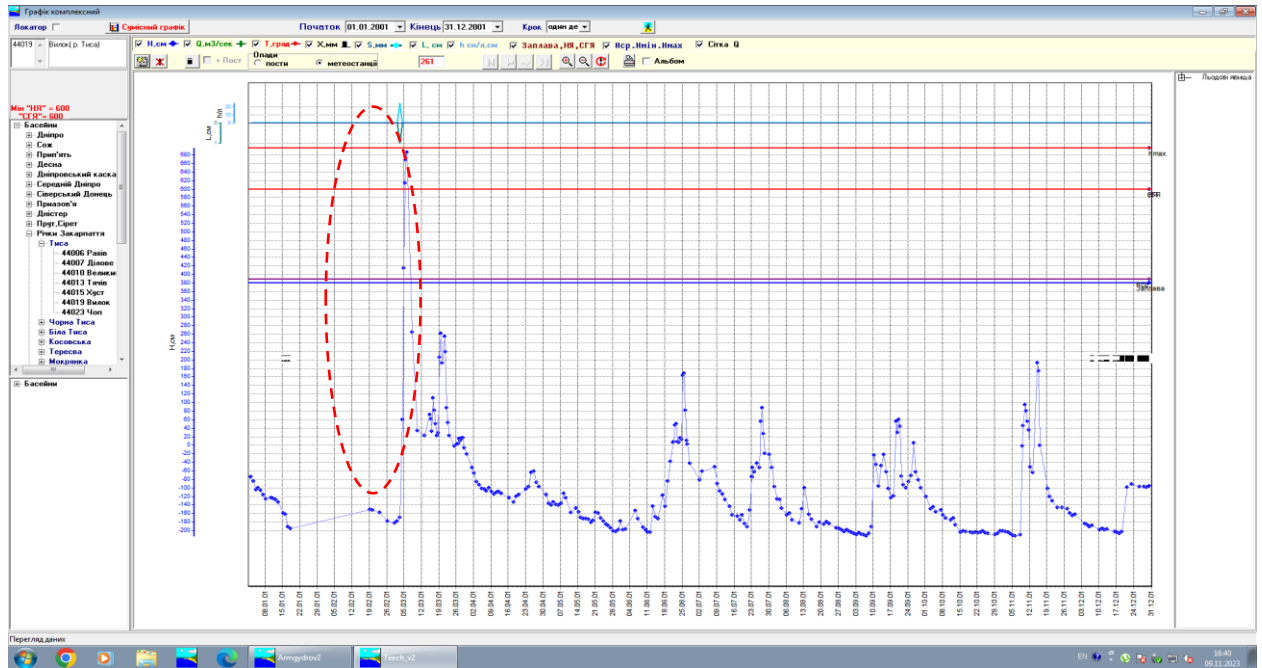
Певну роль у тому, що цей паводок виявився дуже високим, відіграв той факт, що напередодні його пройшов дещо нижчий паводок. Результатом цього стало накладання однієї паводкової хвилі на іншу.

В березні місяці 2001 року на р.Тиса, як і на всіх річках Закарпатської області пройшов сніго-дощовий паводок. Основними гідрометеорологічними умовами формування цього паводку були: дуже сильні, тривалі, інтенсивні дощі 3-5 березня, які в басейні р. Тиса склали 140 –190 мм, а в с.Руська-Мокра їхня кількість сягнула 296 мм.; інтенсивна адвекція тепла, яка разом з опадами, склала дуже інтенсивні умови танення снігу, яке додало ще 40-60 мм води до загальної кількості опадів; водність річки перед паводком досягла середніх багаторічних значень.

Підйом рівня води почався в ніч з 3 на 4 березня. Найвищі рівні води у верхів'ях Тиси та її приток відмічалися 5 березня, на самій Тисі (пости Вилок, Чоп) – 8-9 березня (рис. 1.29).

Проходження паводку супроводжувалося значним затопленням населених пунктів, перевищенням небезпечних рівнів затоплення. Максимальні рівні води на багатьох гідрологічних постах, зокрема розташованих на Тисі, видалися вищими, ніж під час паводка 1998 р.

а)



б)

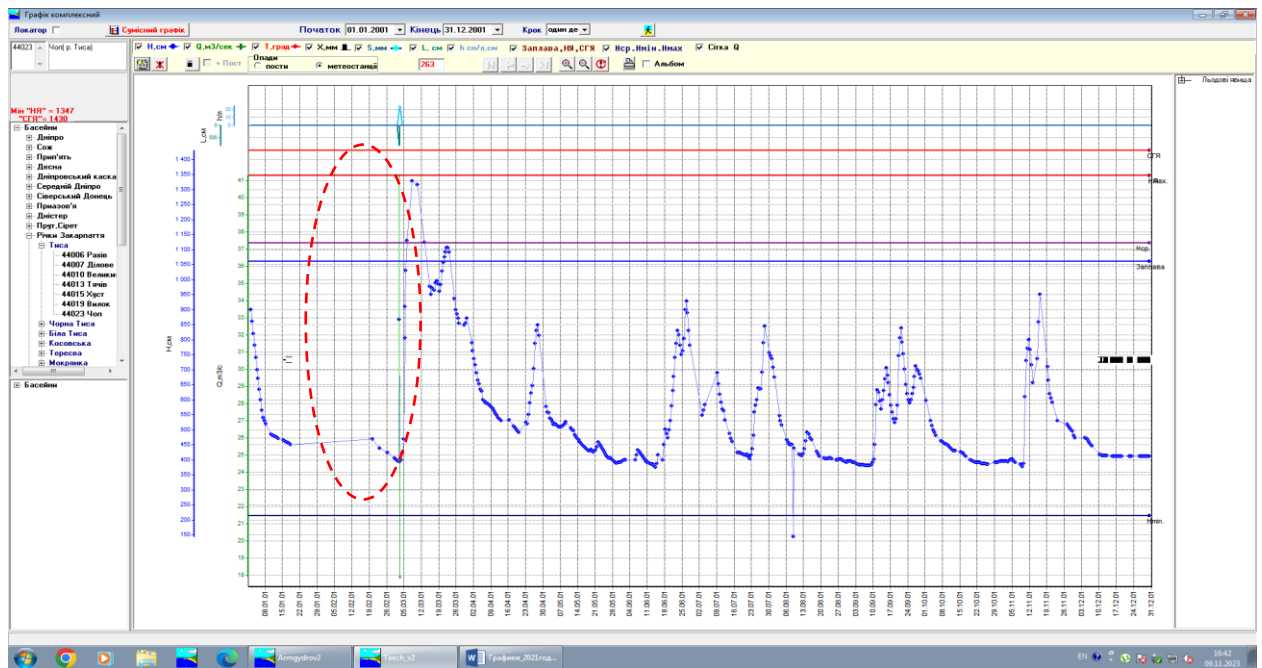


Рисунок 1.29 – Комплексний графік гідрометеорологічних характеристик р.Тиса – смт Вилोक (а) та р.Тиса – м.Чоп (б) у 2001 р.

Наслідком проходження зазначених паводків стали істотні втрати господарського комплексу країни, які згідно зі “Схемою комплексного

протипаводкового захисту в басейні р.Тиса” (розробник – інститут «Укрводпроект»), наведені в табл. 1.36.

Таблиця 1.36 – Наслідки паводків 1998 і 2001 років в басейні р.Тиса (інститут «Укрводпроект»)

Наслідки паводків	Паводок 1998 р.	Паводок 2001 р.
Підтоплено і затоплено населених пунктів	269	255
Підтоплено і затоплено будинків	40793	33509
Зруйновано будинків	2984	1937
Відселено людей	24340	13769
Кількість загиблих	17	9
Пошкоджено / зруйновано мостів	48/12	6/17
Знеструмлено населених пунктів	162	107
Збитки, млн. гривень	810,0	284,8

Внаслідок паводків 1998-2001 рр. очисні споруди цих населених пунктів були зруйновані і до цього часу не відновлені, стічні води агломерацій скидаються без очищення в поверхневі водні об’єкти суббасейну Тиси [43].

У зв’язку з цим після проходження зазначених паводків у Закарпатській області істотно збільшилися обсяги робіт, спрямовані на їх запобігання та мінімізацію негативних наслідків. Основну увагу приділено реконструкції дамб, а також спорудженню нових. Крім цього, передбачено будівництво кількох водосховищ у горах і польдерів на рівнині.

У сучасний період можна відмітити тало-дощовий паводок у 2021-2022 р. Його обсяги та наслідки, залежали від гідрометеорологічних умов впродовж січня, лютого та березня 2022 р. Так, за даними Українського гідрометеорологічного центру ДСНС України (УкрГМЦ) web: www.meteo.gov.ua при значному снігонакопиченні у грудні-січні 2021-2022 рр. у басейнах річок з випадінням дощів в період сніготанення, під час відлиг на річках Карпат сформувалися декілька хвиль тало-дощових паводків із виходом води на заплави, досягненням небезпечних

відміток затоплення сільгоспугідь, доріг та господарських об'єктів у деяких районах Закарпатського регіону [50], [51].

Так, на р. Тиса по гідропосту с. Рахів у січні 2022 р. сформувався паводок з максимальним рівнем води 217 см над нулем посту (станом на 4 січня 2022 р.) з добовим підвищенням рівня води на 53 см. До речі, за даними багаторічних даних УкрГМЦ максимальний рівень води на р.Тиса – с.Рахів 05 січня 2018 році спостерігався рівнем 145 см (рис. 1.30).

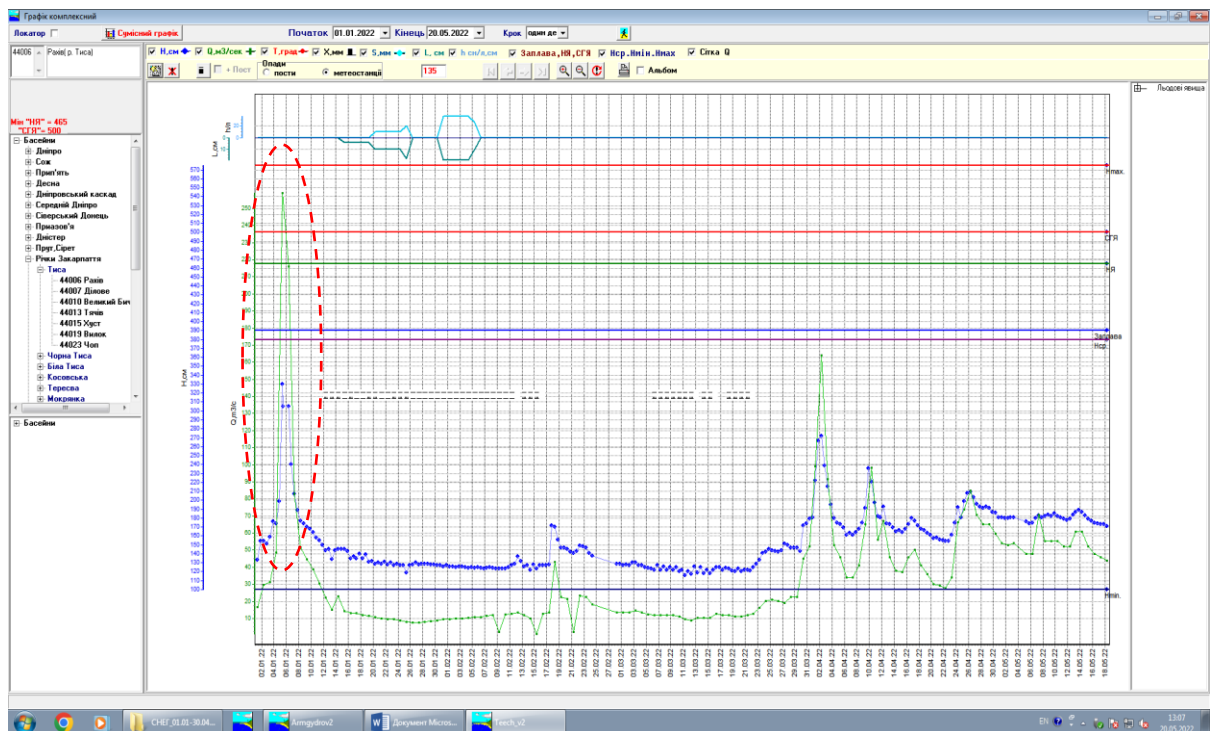


Рисунок 1.30 – Комплексний графік гідрометеорологічних характеристик р.Тиса – м.Рахів у 2022 р.

В подальший період 2022 року, за результатами снігомірної зйомки на 20 лютого середні по басейнах річок запаси води у сніговому покриві дорівнювали в басейні Тиси до Вилока – 103 мм (129 % норми), Латориці, Ужа – 5-6 мм (12-16 % норми) web: www.meteo.gov.ua. Погодні умови не сприяли значному промерзанню ґрунту по території країни. За даними на 20 лютого глибина промерзання ґрунту була меншою за середні багаторічні показники та становила місцями у басейнах річок західних областей – 1-15 см. Достатня кількість опадів у грудні-січні, що випадали здебільшого у вигляді дощу, під час відлиг обумовили суттєве

збільшення запасу продуктивної вологи у ґрунті та загальне підвищення водності більшості річок.

Негативні наслідки, які були спрогнозовані в УкрГМІ за прогностичними моделями під час зимово-весняного сезону 2022 р. були пов'язані з виходом води на заплаву під час проходження максимальних рівнів води на р.Латориця біля м. Чоп, де кожену весну відмічається довготривале утримання води на заплаві міждамбового простору та на нижній ділянці р. Боржава, де починаючи з рівня води 500 см над нулем поста, відбувається підтоплення сільгоспугідь ряду сіл та автодороги у Хустському і Берегівському районах Закарпатської області. Негативні наслідки очікувалися й на окремих ділянках річок: Тиса (пост Тячів), Боржава (В.Ремети), Латориця (Мукачево, Чоп), Уж (Зарічево, Ужгород), Тур'я (Сімер).

В *теплий період року* червень – вересень проходить 6-12 дощових паводків. Як правило паводки продовжуються 1-6 днів, мають інтенсивний підйом і затяжний спад. Осінні дощі зумовлюють значне підвищення рівнів й в жовтні – листопаді. В окремі роки дощові максимальні витрати перевищують витрати паводків змішаного походження. Встановлено, наприклад, що на р.Тиса біля смт Вилочок у багаторічному аспекті повторюваність паводків у холодну пору року з витратами води понад 2000 м³/с становить 60 % і лише 40 % таких високих паводків формується у теплий сезон року [43].

Найбільш часто повторюються паводки амплітудою 1,5-2,5 м. З усіх літніх паводків самим високим (365 м) в м.Рахів був липневий паводок 2008 року. Паводок охопив басейн р. Тиса, сформувався значними опадами і проходив двома хвилями. Кількість опадів за паводок 23-27 липня складала 160-261 мм. Паводок сформувався в умовах достатньої вологості поверхні водозбору, на фоні високої водності.

У ХХ столітті періоди високої водності з частими паводками спостерігалися у 1912-1927 рр., 1940-1955 рр., 1965-1981 роках. З 1992-1993 рр. розпочався період високої водності, який тривав до 2005-2008 років [53].

Закономірності багаторічних коливань стоку р.Тиси, що проявляються в регулярних чергуваннях водності, дозволяють визначити її характер на наступні

роки як у Карпатському регіоні, так на суміжних територіях. Таким чином, слід чекати, що наступний період високої водності у Карпатах та на прилеглий території спостерігатиметься у 2021-2036 роках [53].

1.3.7 Гідрографія і гідрологічна вивченість басейну річки Тиса

Формування сучасної гідрографічної мережі має тісний зв'язок з геологічними умовами, що створили сучасний рельєф [43], [49].

Річки Закарпаття у верхів'ї представляють собою типові гірські ріки. Долини їх V-подібні, на окремих ділянках ущелиноподібні з вузькими каменистим дном і високими, майже відвислими схилами, що поросли лісом. При виході із гір в Закарпатську низовину схили долини понижуються, поступово зливаються з прилеглою рівниною, падіння річки зменшується, швидкість течії тяж, відкладається велика кількість наносів, що виносяться з гір; заплава на окремих ділянках значно розширюється до 140-260 м, глибина на окремих плесах досягає 5-10 м [42], [49].

По особливостям будови долин і русла річку можна розділити на три ділянки: виток – смт Великий Бичків; смт Великий Бичків – смт Вилок; смт Вилок – с.Саламонівка.

Загальна кількість річок в басейні річки Тиса – 9429, довжиною: < 10 км – 9277, > 10 км – 152, на території України – 2099, довжиною < 10 км – 1964, > 10 км – 135. Отже, в басейні річки Тиса більшу частину складають малі річки до 10 км.

Найбільшими правими притоками Тиси є Латориця – довжина 191 км, площа басейну 7860 км², густота річкової мережі – 1,5 км/км², Уж (притока р.Латориця) – довжина 128 км, площа басейну 2010 км², густота річкової мережі – 1,4 км/км², Боржава, Ріка, Тересва, ліві – Батар. У верхній течії всі вони мають характер стрімких гірських річок, що течуть у вузьких, глибоких долинах,

прориваючись через хребти і гірські гряди. При виході на рівнину долини їх розширюються, течія сповільнюється.

Характеристика основних приток (в межах України): Чорна Тиса – довжина 49 км, площа басейну 567 км², густота річкової мережі – 1,6 км/км², Біла Тиса – довжина 35 км, площа басейну 489 км², густота річкової мережі – 1,8 км/км², Тересва – довжина 88 км, площа басейну 1220 км², густота річкової мережі – 1,6 км/км², Терєбля – довжина 91 км, площа басейну 750 км², густота річкової мережі – 1,8 км/км², Ріка – довжина 92 км, площа басейну 1240 км², густота річкової мережі – 1,8 км/км², Боржава – довжина 106 км, площа басейну 1360 км², густота річкової мережі – 1,3 км/км², Косівська – довжина 41 км, площа басейну 157 км², густота річкової мережі – 1,7 км/км², Шопурка – довжина 41 км, площа басейну 28,6 км², густота річкової мережі – 1,7 км/км², Апшиця, Батар – довжина 43,5 км, площа басейну 393 км², густота річкової мережі – 0,86 км/км².

В басейні р.Тиса є 59 ставків (їх об'єм 38,9 млн.м³), більша частина їх льодяникового походження. Більшість ставків на східній частині басейну.

У верхів'ї р.Теребля, приблизно в 3 км східніше с. Синевірська Поляна, на висоті 987 м знаходиться невелике гірське озеро Синевір, що рахується найкрасивішим на Закарпатті. Озеро знано невеликим потічком з р.Теребля.

Озера мало вивчені. Тому не можливо надати відомості про розподіл їх на території басейну та розподіл їх по градації площ водозбору.

Найбільша кількість ставків та водоймищ знаходиться в басейні р.Боржава – 8. Самим великим водоймищем є водосховище на р. Теребля, при повному заповненні воно має площу – 19,4 км², і об'єм – 24 млн.м³. Всього нараховується 9 водосховищ (об'єм 51,6 млн. м³).

Площа, що займають озера на території басейну р. Тиса становить > 1 %.

Основні гідрографічні характеристики річок Закарпаття наведені в табл. 1.37.

Таблиця 1.37 – Основні гідрографічні характеристики річок Закарпаття

№з/п	Код поста	Річка-пост	F , км ²	L , км	$H_{\text{сер}}$, м	I , ‰	$f_{\text{б}}$, %	$f_{\text{л}}$, %	$f_{\text{о}}$, %
1	44006	Тиса-м. Рахів	1070	52	1100	9,1	0	68	1
2	44007	Тиса-с. Ділове	1190	70	1000	8,2	0	69	1
3	44019	Тиса- смт Вилोक	9140	207	1000	2,9	1	40	1
4	44025	Чорна Тиса-сmt Ясіня	194	22	1000	15,7	0	75	1
5	44026	Чорна Тиса-с. Білін	540	43	1000	9,4	0	67	1
6	44028	Біла Тиса- с. Луги	189	49	1200	26,3	0	77	<1
7	44030	Біла Тиса - с. Розтоки	473	30	1100	17,1	0	72	1
8	44031	Косівська-с. Косівська Поляна	122	33	1060	26	0	83	<1
9	44033	Шопурка-с. Кобилецька Поляна	240	30	1000	19,9	0	80	1
10	44034	Тересва-сmt Усть-Чорна	572	34	1100	17,2	0	77	0
11	44035	Тересва -с. Дубове	757	55	1000	10,5	0	76	0
12	44036	Тересва -с. Нересниця	1100	70	930	8,6	0	72	0
13	44038	Мокрянка-с. Руська Мокра	214	30	1100	16,6	0	79	0
14	44040	Брустурянка-с. Лопухів	257	28	1100	19,8	0	77	0
15	44041	Красна-с. Красна	50,7	14	880	35,5	0	89	0
16	44042	Лужанка-с. Нересниця	149	33	770	11,4	0	67	0
17	44046	Теребля-с. Колочава	369	33	1000	10,4	0	66	<1
18	44050	Ріка-с. Верхній Бистрий	165	15	920	31	0	65	0
19	44051	Ріка-сmt Міжгір'я	550	28	800	12,5	0	41	0
20	44054	Ріка-м. Хуст	1130	91	680	6,6	0	52	0
21		Голятинка- с. Голятин	59	12	800	18,3	0	34	0
22	44062	Голятинка- смт Майдан	86	18	790	23	0	40	0
23	44064	Рипинка-с. Рипинне	203	28	780	7,6	0	23	0

Кінець таблиці 1.37

№з/п	Код поста	Річка-пост	F , км ²	L , км	$H_{\text{сер}}$, м	I , ‰	$f_{\text{б}}$, %	$f_{\text{л}}$, %	$f_{\text{о}}$, %
24	44067	Пилипець-с. Пилипець	44,2	6,2	820	30	0	29	0
25	44073	Студений-с. Нижній Студений	25,4	7,5	800	22,7	0	17	0
26	44079	Боржава-с. Довге	408	37	620	12,6	0	71	0
27	44080	Боржава-с. Шаланки	1100	74	470	7	<1	54	0
28	44083	Іршава-м.Іршава	230	34	500	15,6	0	61	0
29	44085	Латориця-с. Підполоззя	324	24	720	12,3	0	49	0
30	44087	Латориця-м. Свалява	680	53	700	7,4	0	61	0
31	44090	Латориця-м. Мукачево	1360	85	570	4,5	0	63	0
32	44093	Латориця-м. Чоп	2870	135	310	1,9	<1	41	<1
33	44094	Жденявка-с. Верхня Грабівниця	150	24	770	13	0	64	0
34	44096	Віча-с. Неліпино	241	36	760	14,5	0	72	0
35	44098	Піня-сmt Поляна	166	20	530	18	0	81	0
36	44100	Стара-с. Зняцьово	224	28	300	6	0	42	0
37	44108	Уж-с. Жорнава	286	33	670	12,3	0	46	0
38	44110	Уж-сmt Великий Березний	653	55	620	8,2	0	54	0
39	44113	Уж-с. Зарічово	1280	73	560	6,3	0	54	0
40	44116	Уж-м. Ужгород	1970	100	530	4,1	0	57	0
41	44120	Лютянка -с. Черногорова	169	33	700	15,6	0	80	0
42	44121	Тур'я - с.Тур'я Поляна	98,6	18	680	45,1	0	83	0
43	44124	Тур'я-с. Сімер	464	45	540	15,6	0	61	0

Гідрометеорологічна вивченість.

Суббасейн річки Тиса повністю розташований в межах Закарпатської області, а гідрографічна мережа суббасейну за даними [45] включає 165 річок із площею водозбору більше 10 км². Картосхема розміщення гідрологічних постів в басейні р.Тиса представлена на рис. 1.31.

На головній річці Тиса розміщено 7 діючих вимірних постів: Тиса – м.Рахів, Тиса – с.Ділове, Тиса – смт Великий Бичків, Тиса – м. Тячів, Тиса – м. Хуст, Тиса – смт Вилोक, Тиса – м. Чоп, з них три є стоковими (один пост закритий). В басейні річки розташовані 40 стокових постів на притоках, з яких тільки 20 є діючими (табл. 1.38).

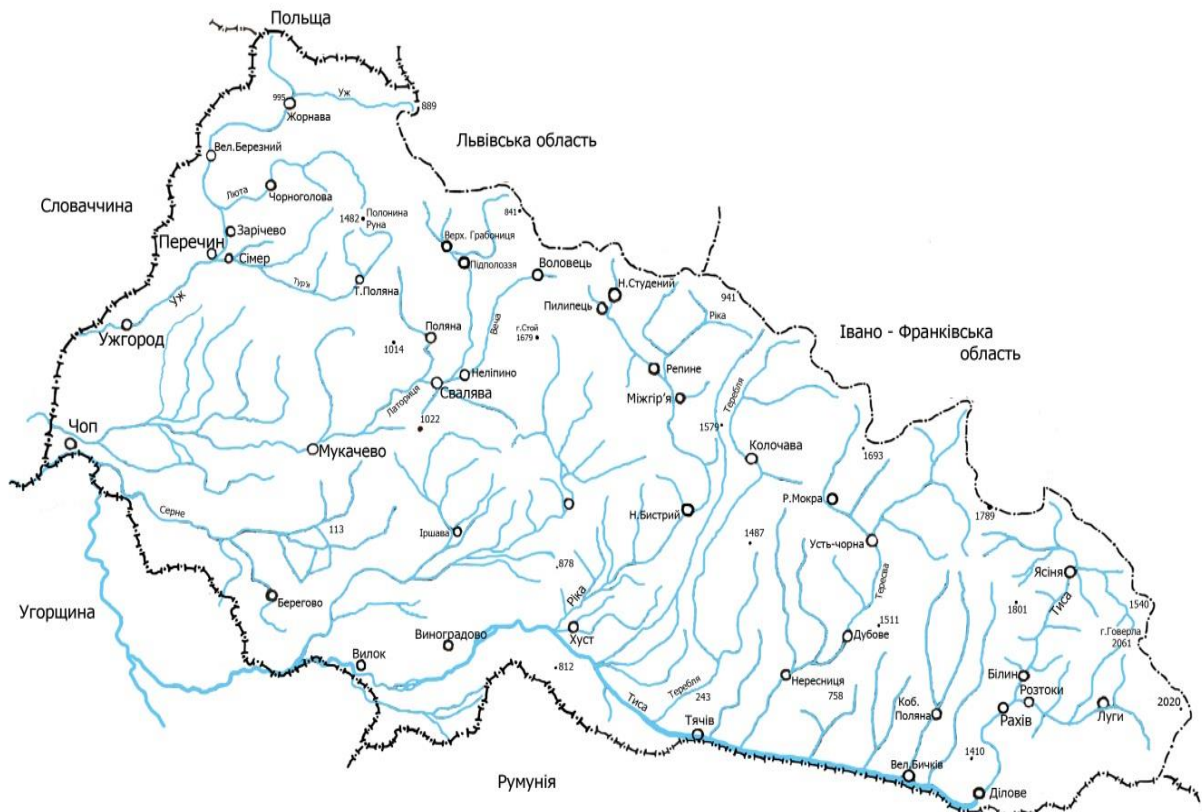


Рисунок 1.31 – Картосхема розміщення гідрологічних постів в басейні р.Тиса

Таблиця 1.38 – Період спостережень за стоком води (сніго-дощові та дощові паводки) в басейні р.Тиса

№з/п	Код поста	Річка-пост	Куди впадає, з якого берега	F, км ²	Теплий період	Холодний період
1	44006	Тиса-сmt Рахів	р.Дунай (л)	1070	1947-2020	1947-2020
2	44007	Тиса-с. Ділове	р.Дунай (л)	1190	1933-1941, 1945-1988	1933-1941, 1946-1988
3	44019	Тиса-м. Вилок	р.Дунай (л)	9140	1954-2020	1954-2020
4	44025	Чорна Тиса-сmt Ясіня	р.Тиса (п)	194	1956-2020	1956-2020
5	44026	Чорна Тиса-с. Білин	р.Тиса (п)	540	1946-1988	1946-1988
6	44028	Біла Тиса- с. Луги	р.Тиса (л)	189	1955-2020	1955-2020
7	44030	Біла Тиса - с. Розтоки	р.Тиса (л)	473	1955-1988	1955-1987
8	44031	Косівська-с. Косівська Поляна	р.Тиса (п)	122	1963-2020	1963-2020
9	44033	Шопурка-с. Кобилецька Поляна	р.Тиса (п)	240	1954-1988	1954-1987
10	44034	Тересва-сmt Усть-Чорна	р.Тиса (п)	572	1947–1976, 1978–2020	1949–1976, 1978–2020
11	44035	Тересва -с. Дубове	р.Тиса (п)	757	1946-1987	1946-1987
12	44036	Тересва -с. Нересниця	р.Тиса (п)	1100	1956-1993	1956-1993
13	44038	Мокрянка-с. Руська Мокра	р.Тересва (п)	214	1946-1993	1947-1993
14	44040	Брустурянка-с. Лопухів	р.Тересва (л)	257	1946-1987	1946-1988
15	44041	Красна-с. Красна	р.Тересва (п)	50,7	1957-1988	1957-1985, 1987
16	44042	Лужанка-с. Нересниця	р.Тересва (п)	149	1956-1988	1956-1988
17	44046	Теребля-с. Колочава	р.Тиса (п)	369	1951-1998	1952-1998
18	44050	Ріка-с. Верхній Бистрий	р.Тиса (п)	165	1954–1994, 1999–2020	1954-1994, 1999-2020

Продовження таблиці 1.38

№з/п	Код поста	Річка-пост	Куди впадає, з якого берега	F, км ²	Теплий період	Холодний період
19	44051	Ріка-сmt Міжгір'я	р.Тиса (п)	550	1946-2020	1946-2020
20	44054	Ріка-м. Хуст	р.Тиса (п)	1130	1946-1993	1946-1993
21		Голятинка- с. Голятин	р. Ріка (п)	59	1955-1979	1955-1979
22	44062	Голятинка- сmt Майдан	р. Ріка (п)	86	1956–1994, 1999–2020	1956–1994, 1999–2020
23	44064	Рипинка-с. Рипинне	р. Ріка (п)	203	1946-1994	1946-1994
24	44067	Пилипець-с. Пилипець	р.Рипинка (п)	44,2	1956-2020	1956-2020
25	44073	Студений-с. Нижній Студений	р.Рипинка (л)	25,4	1954–1994, 1999–2020	1954–1994, 1999–2020
26	44079	Боржава-с. Довге	р.Тиса (п)	408	1946-2020	1947-2020
27	44080	Боржава-с. Шаланки		1100	1961-1997	1961-1997
28	44083	Іршава-м.Іршава	р.Боржава (п)	230	1955-1988	1955-1987
29	44085	Латориця-с. Підполоззя	р.Тиса (л)	324	1946–2020	1947–2020
30	44087	Латориця-м. Свалява	р.Тиса (л)	680	1961–2020	1962–2020
31	44090	Латориця-м. Мукачево	р.Тиса (л)	1360	1946–2020	1947–2020
32	44093	Латориця-м. Чоп	р.Тиса (л)	2870	1956–2020	1957–2020
33	44094	Жденявка-с. Верхня Грабівниця	р.Латориця (п)	150	1952-1988	1952-1988
34	44096	Віча-с. Неліпино	р.Латориця (л)	241	1958–2020	1957–2020
35	44098	Піня-сmt Поляна	р.Латориця (п)	166	1953-1988	1953-1987

Кінець таблиці 1.38

№з/п	Код поста	Річка-пост	Куди впадає, з якого берега	F , км ²	Теплий період	Холодний період
36	44100	Стара-с. Зняцьово	р.Латориця (п)	224	1952–2020	1952–2020
37	44108	Уж-с. Жорнава	р.Латориця (п)	286	1952–2020	1952–2020
38	44110	Уж-сmt Великий Березний	р.Латориця (п)	653	1955-1988	1955-1988
39	44113	Уж-с. Зарічово	р.Латориця (п)	1280	1946–2020	1947–2020
40	44116	Уж-м. Ужгород	р.Латориця (п)	1970	1946–2020	1947–2020
41	44120	Лютянка -с. Черногорова	р.Уж (л)	169	1956 - 1988	1956 - 1988
42	44121	Тур'я - с.Тур'я Поляна	р.Уж (л)	98,6	1965-1988	1965-1987
43	44124	Тур'я-с. Сімер	р.Уж (л)	464	1958–2020	1957–2020

Кількість років спостережень за паводками теплого періоду коливається від 23 років (р.Тур'я – с.Тур'я Поляна) до 74 років (р.Ріка – смт Міжгір'я, р.Боржава – с.Довге, р.Латориця – с.Підполоззя, р.Латориця – м.Мукачево, р.Уж – с.Зарічово, р.Уж – м.Ужгород). Як видно з табл. 1.39 період спостережень 21-50 років мають 47 % річок і 53 % річок басейну р.Тиса мають ряд спостережень понад 50 років.

Таблиця 1.39 – Розподіл гідрологічних стокових постів на притоках р.Тиса за тривалістю спостережень (за паводками теплого періоду)

Басейн	Кількість років спостережень					Усього
	<10	11-15	16-20	21-50	>50	
Дунай (р.Тиса)	-	-	-	-	3	3
Біла Тиса	-	-	-	1	1	2
Чорна Тиса	-	-	-	1	1	2
Косівська	-	-	-	-	1	1
Шопурка				1	-	1
Тересва	-	-	-	6	1	7
Теребля	-	-	-	1	-	1
Ріка	-	-	-	3	5	8
Боржава	-	-	-	2	1	3
Латориця	-	-	-	2	6	8
Уж (притока Латориці)				3	4	7
Всього на території	-	-	-	20	23	43
%	-	-	-	47	53	100

Щодо тривалості спостережень за паводками холодного періоду тенденція не змінюється, але найкоротший ряд спостережень 22 роки має р.Тур'я – с.Тур'я Поляна, а найдовший 74 роки – р.Ріка – смт Міжгір'я. Як видно з табл. 1.40 період спостережень 21-50 років мають 44 % річок і 56 % річок басейну р.Тиса мають ряд спостережень понад 50 років.

Таблиця 1.40 – Розподіл гідрологічних стокових постів на притоках р.Тиса за тривалістю спостережень (за паводками холодного періоду)

Басейн	Кількість років спостережень					Усього
	<10	11-15	16-20	21-50	>50	
Дунай (р.Тиса)	-	-	-	-	3	3
Біла Тиса	-	-	-	1	1	2
Чорна Тиса	-	-	-	1	1	2
Косівська	-	-	-	-	1	1
Шопурка	-	-	-	-	1	1
Тересва	-	-	-	6	1	7
Теребля	-	-	-	1	-	1
Ріка	-	-	-	3	5	8
Боржава	-	-	-	2	1	3
Латориця	-	-	-	2	6	8
Уж (притока Латориці)	-	-	-	3	4	7
Всього на території	-	-	-	19	24	43
%	-	-	-	44	56	100

В цілому на досліджуваній території 23 поста спостережень за паводками теплої періоду та 24 поста спостережень за паводками холодного періоду (53 % та 56 % відповідно від загальної кількості) мають тривалі ряди спостережень – більше 50 років; на 20 постах для теплої періоду (47 %) та 19 постах для холодного періоду (44 %) гідрологічні ряди також достатньо тривалі і становлять 21–50 років. Ряди тривалістю менше 20 років – відсутні.

Найбільша кількість гідрологічних постів (98 % від загального їх числа), мають величини площ водозборів річок в діапазоні до 5000 км². Кількість постів, розташованих на річках з площами водозборів 5001-10000 км² становить 2 %. Кількість постів, розташованих на річках з площами водозборів до 50 км² становить 5 %, 51-100 км² – 9 %, 101-200 км² – 19 %, 201-500 км² – 30 %, 501-1000 км² – 14 %, 1001-5000 км² – 21 %, а з площами 5001-10000 км² – 2 % (табл. 1.41).

Таблиця 1.41 – Розподіл гідрологічних стокових постів на притоках р.Тиса по величині площ водозборів

Басейн	Площа водозбору, км ²								
	до 50	51-100	101-200	201-500	501-1000	1001-5000	5001-10000	Більше 10000	Всього річок
Дунай (р.Тиса)	-	-	-	-	-	2	1		3
Біла Тиса	-	-	1	1	-	-	-	-	2
Чорна Тиса	-	-	1	-	1	-	-	-	2
Косівська	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Шопурка	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Тересва	-	1	1	2	2	1	-	-	7
Теребля	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Ріка	2	2	1	1	1	1	-	-	8
Боржава	-		-	2	-	1	-	-	3
Латориця	-	-	2	3	1	2	-	-	8
Уж (притока Латориці)		1	1	2	1	2	-	-	7
Всього на території	2	4	8	13	6	9	1	-	43
%	5	9	19	30	14	21	2	-	100

В басейні р.Тиса розміщено 5 метеорологічних станцій, відомості про які наведено в табл. 1.42, а саме про висоти станцій та періоди дії - спостережень за опадами та температурою повітря (станом на 2020 р.)

Таблиця 1.42 – Список метеорологічних станцій, що розміщені в басейні р.Тиса

№ з/п	Метеостанція	Висота, мБС	Періоди, за які наводяться дані спостережень	
			опад	температура повітря
1	Рахів	438	з 15.12.1945 року (75 р.)	
2	Хуст	166	з 14.04.1946 року (74 р.)	
3	Міжгір'я	456	з 01.02.1961 року (59 р.)	
4	Н. Студений	615	з 04.1946 року (74 р.)	
5	Берегово	113	з 08.08.1945 року (75 р.)	

1.3.8 Характеристика сучасного водокористування та основні антропогенні впливи на стан поверхневих і підземних вод в Закарпатській області

Характеристика сучасного водокористування. Суббасейн р.Тиса добре забезпечений водними ресурсами. За міжнародною класифікацією Закарпатська область відноситься до середньо-забезпечених регіонів з показником 6,19 тис м³ води/жителя. Основними джерелами водопостачання є поверхневі води та підземні води гідрогеологічної провінції складчастої області Карпат [43].

В Закарпатській області переважає сільський тип урбанізації. Крупні міські агломерації та крупні промислові об'єкти, які пов'язані з видобуванням і переробкою значних об'ємів природних ресурсів відсутні. Найбільші за чисельністю міста: Ужгород і Мукачево [45].

Рівень водоспоживання суббасейну незначний. За даними [45] у 2020 р. всього з природних джерел забрано 46,632 млн. м³ води, що становить майже 8 % від забору в басейні Дунаю та 0,5 % від забору по Україні. Співвідношення обсягів водокористування за розподілом їх по джерелам забору: 58,4 % з поверхневих вод і 41,6 % підземних (рис. 1.32).



Рисунок 1.32 – Джерела забору води в суббасейні, 2020 рік [45]

Особливістю економічного розвитку області, є відсутність виробничих технологічних комплексів, які потребують значних обсягів води, що обумовлює характерний розподіл водокористування з домінуванням комунального сектору.

За даними [45] відносна частка комунального сектору у заборі води у 2020 р. становила 47 % або 21,9 млн.м³ (рис. 1.33). Друге місце за обсягами водокористування займає сільське господарство – 23,8 % (11,1 млн. м³), промисловість в суббасейні складає всього – 3 % (1,4 млн. м³). Інші галузі господарства на свої потреби використовують 26,2 % забраної води, з них транспорт – менше 1 % (0,1 млн. м³).

Основними водокористувачами в межах суббасейну є наступні галузі економіки – промисловість, житлово-комунальне господарство, сільське господарство та транспорт. Обсяг використання води у суббасейні становить 27,6 млн. м³.

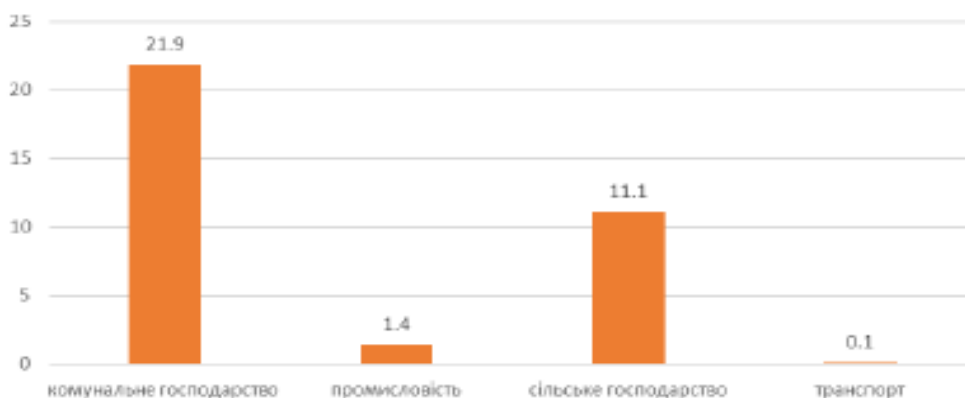


Рисунок 1.33 – Структура забору води у суббасейні р.Тиса за 2020 р., млн. м³ [43]

За період 2017-2020 років спостерігається тенденція до значного зменшення обсягів водозабору води, що відбувається, в основному, за рахунок скорочення використання на промислові та сільськогосподарські потреби (рис. 1.34) [43].



Рисунок 1.34 – Динаміка забору та споживання води протягом 2017-2020 рр. [43]

Співвідношення фактичного забору води із лімітами забору води, використання води та скидання забруднюючих речовин водокористувачами Закарпатської області у 2020 р. показане на рис. 1.35. При цьому встановлені ліміти для водокористування у суббасейні у 1,3-2,7 разів перевищують фактичний забір води [45].

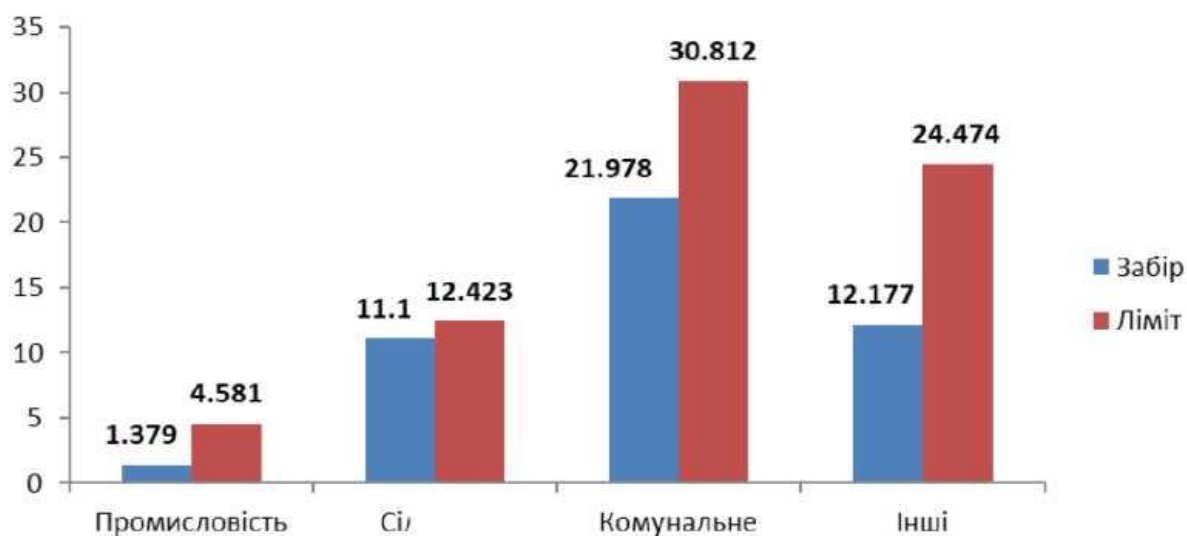


Рисунок 1.35 – Співвідношення фактичного забору води із лімітами на водокористування водокористувачами Закарпатської області у 2020 р.

До основних проблемних питань водопостачання в суббасейні Тиси відносяться:

- якість питної води;

- нерівномірний характер охоплення населення водопостачанням;
- наявність високих втрат.

Особливості орографічної будови суббасейну зумовили те, що підземними джерелами забезпечується водопостачання рівнинних територій, у гірських районах доступними для водоспоживання є лише поверхневі води.

Основні антропогенні впливи на стан поверхневих і підземних вод. Соціально-економічна структура суббасейну річки Тиса створює передумови до формування антропогенного навантаження, яке чинить вплив на екосистеми **масивів поверхневих вод** (МПВ) [46].

До основних чинників антропогенного навантаження на поверхневі води суббасейну відносяться [46]:

- **населення (комунальні зворотні (стічні) води).** В суббасейні нараховується за адміністративно-територіальним поділом 6 адміністративних районів (було 13 до липня 2020 р.), 11 міст, 19 смт, 578 сіл та 64 ТГ, проживає близько 1,25 млн. осіб, щільність населення в області близько 97,5 осіб/км². У складі населення домінують сільські жителі – 63 %, міське населення становить – 37 %.

Частина населення та переважна кількість об'єктів в сільській місцевості забезпечуються водою з децентралізованих джерел водопостачання (колодязів, каптажів, окремих свердловин). Усі міста та селища міського типу в суббасейні Тиси забезпечені централізованим водопостачанням. Забір води на території області здійснюється за рахунок поверхневих (58,4 %) та підземних (41,6 %) джерел.

Водокористувачами житлово-комунального сектору в результаті своєї діяльності у 2020 році було забрано 47% від загального обсягу забору суббасейну (21,9 млн. м³).

Серед усіх міських агломерацій домінуючу роль у формуванні скидних вод відіграють міста Ужгород та Мукачево, що скидають відповідно 71 % та 18 % загальної кількості стічних вод. Ступінь очищення стічних вод населених пунктів істотно різниться. У багатьох населених пунктах ефективність

очищення є невисокою через перевантаження очисних споруд, недотримання умов скидання промислових стічних вод.

- **Підприємства різних галузей економіки.** До основних галузей промислового виробництва в суббасейні відносяться: переробна промисловість, добувна промисловість і розроблення кар'єрів, хімічна і нафтохімічна, харчова промисловість, машинобудування. Найбільшими споживачами води є підприємства з добування корисних копалин (0,276 млн. м³), хімічної (1,044 млн. м³) та харчової промисловості (0,067 млн. м³).

Забір води промисловими водокористувачами у 2020 році складає 3 % по суббасейну (1,379 млн. м³). Промислове водокористування за даними державного водообліку в суббасейні здійснюють водокористувачі сектору переробної промисловості – 76,5 % (1,005 млн. м³) та добувної промисловості – 23, 5% (0,324 млн. м³).

Аналіз тенденцій промислового водокористування у суббасейні Тиси свідчить про його значне скорочення протягом останніх 20-ти років. Це пояснюється двома причинами. По-перше, економіка Закарпатської області, як і країни в цілому, зазнала значної перебудови, що проявилось у суттєвому скороченні промислового виробництва. По-друге, економічні чинники стимулюють підприємства до впровадження безводних технологій, переходу на повторне водоспоживання або сучасні технології економного витрачання води.

- **Сільське господарство.** Сільське господарство відноситься до провідних галузей економіки суббасейну і характеризується високим рівнем розвитку.

У сільському господарстві водні ресурси використовуються, в основному, для водозабезпечення рибництва, лісництва, тваринництва та вирощування сільськогосподарських культур. При цьому в структурі забору води для потреб сільського господарства переважає рибне господарство – 92,7 % (10,3 млн. м³) від загального забору в цій категорії.

Виробництво сільськогосподарської продукції в Закарпатському регіоні має специфічні особливості. Регіон є малоземельним, якість ґрунтів не висока, територія характеризується вертикальною зональністю (зони низинна, передгірна та гірська, що займає більшу частину території). Характерними галузями сільськогосподарського виробництва в межах низинної зони є зерновиробництво, картоплярство, виноградарство, кормовиробництво, молочне скотарство та свинарство. В передгірній зоні займаються ще й вирощуванням винограду та кормових і зернофуражних культур. У гірській зоні має розвиток скотарство і вирощування картоплі. У структурі населення регіону переважає сільське населення – 62,9 % (2019 р.) [44].

Протягом останніх 10 років площа угідь, які підлягають зрошенню збільшується, відповідно збільшується й обсяг забраної води, у 2019/2020 р. забрано – 0,683/0,736 млн. м³. Запровадження сучасних технологій, а саме крапельного зрошення поступово культивується й індивідуальними та фермерськими господарствами в низинних районах області.

Сільське господарство не чинить значних тисків на водні ресурси суббасейну річки Тиси внаслідок практично відсутності скидів забруднених вод від водокористувачів даного сектору. Основна частина зворотних вод – 6,228 млн. м³ (99,9 %), що скидаються водокористувачами у сільському господарстві, становлять нормативно чисті без очистки води.

Серед водозалежних галузей економіки достатньо високу частку у суббасейні має *транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність*. Частка переробної промисловості також має досить високе значення.

Водокористування на транспорті полягає у використанні водних ресурсів, як поверхневих, так і підземних, для різних видів транспорту, зокрема водного та наземного. В межах суббасейну річки Тиси відповідно до переліку внутрішніх водних шляхів відсутні судноплавні ділянки. Водокористування на транспорті в суббасейні здійснюється для потреб наземного і трубопровідного транспорту. Водокористувачами транспортного сектору забрано 0,740 млн. м³ води (1,6 % від загального забору води).

Інші види водокористування здійснюють значний забір води в обсязі 12,177 млн. м³ води, що становить 26,2 % від загального обсягу забору в суббасейні. Потреби водокористувачів в більшому обсязі забезпечуються з поверхневих вод.

Закарпатська область відноситься до областей із значним лікувальним та туристичним потенціалом. Тому серед інших галузей еко номіки можна виділити – охорону здоров'я, харчування, торгівля, які використовують поверхневі джерела водопостачання. У 2020 році водокористувачі інших видів здійснили скиди зворотних (стічних) вод у поверхневі водні об'єкти в обсязі 1,362 млн. м³, з них 0,195 млн. м³ становлять скиди забруднених стічних вод. Інші види водокористування не здійснюють значних тисків на стан поверхневих вод, так як у відсотковому співвідношенні складають лише 3,5 % від загальної кількості стічних вод суббасейну.

• **Гідроморфологічні зміни.** Поперечні гідротехнічні споруди на малих і середніх річках суббасейну унеможлиблюють вільне проходження води, наносів та міграцію гідробіонтів, а також змінюють транзитний режим річок на акумуляційний [45].

Гідроморфологічні зміни є однією із головних водно-екологічних проблем (ГВЕП), які перешкоджають досягненню встановлених та закріплених в ПУРБ екологічних цілей. Гідроморфологічні зміни, як результат господарської діяльності, впливають на умови існування водних угруповань. Наявність гідроморфологічних змін масивів поверхневих вод (МПВ) призводить до погіршення екологічного стану багатьох МПВ.

Гідроморфологічні зміни поділяються на типи:

- порушення неперервності потоку води та середовищ – поздовжнє порушення безперервності річок та середовищ існування (поперечні штучні споруди в руслі річки, переривання потоку води, порушення вільної течії річок, переміщення наносів, міграції риб та інших гідробіонтів);
- порушення гідравлічного зв'язку між руслами річок та їх заплавами;

- гідрологічні зміни (забір води, гідропікінг /коливання рівнів води штучного походження);
- морфологічні зміни (модифікація морфології русла, берегів, прилеглої частини заплави річок, наприклад, спрямлення).

Гідроморфологічні зміни, а саме, зміни або порушення антропогенного характеру морфології русла, берегів, заплави річок суббасейну Тиси, а також її гідрологічного режиму, є однією з головних водно-екологічних проблем (істотним тиском). До головних чинників (факторів впливу або видів діяльності), що призводять до гідроморфологічних змін треба віднести гідроенергетику, протипаводковий захист, забудову територій (урбанізацію) та сільськогосподарську діяльність [45].

В умовах сільської урбанізації техногенне навантаження *на масиви підземних вод* (МПЗВ) пов'язано з сільськогосподарською діяльністю населення. Як вже було відмічено вище, в межах Закарпатської рівнини переважає інтенсивне рільництво і садівництво з інтенсивним використанням добрив, пестицидів і гербіцидів. Вирощування худоби здійснюється переважно в стаціонарних умовах. В горах переважає пасовищне тваринництво і лісове господарство [44], [45].

Серед гідротехнічних типів на рівнині дуже поширений меліоративний і, частково, рибогосподарський.

При розвинутій меліорації земель на початку 90-х років минулого століття, встановлено [45], що заходи з меліорації земель порушують природний гідравлічний і гідрохімічний зв'язок між водоносними горизонтами і сприяють погіршенню якості підземних і поверхневих вод. При прокладанні магістральних дренажних каналів повністю або частково знищувався поверхневий шар слабопроникних порід, що призвело до погіршення захищеності МПЗВ в межах всієї рівнини.

Негативні процеси з погіршення якості підземних вод спостерігаються під час паводкового наповнення каналів і в післяпаводковий період фільтрації. В межах меліоративних систем збільшується інтенсивність забруднення

поверхневих і підземних вод внаслідок сільгоспвиробництва (мінеральні і органічні добрива, пестициди, тощо). Фільтрація паводкових вод, збагачених киснем, з каналів приводить до збільшення в воді окисного заліза і накопичення його в ґрунтах. Крім того, в паводковий період на ряді площ відмічений ріст мінералізації ґрунтових вод та засолення ґрунтів. В теперішній час значна частина меліоративної мережі вийшла з ладу – канали замулені, заросли різноманітною рослинністю, вийшли з ладу шлюзи [45].

Дуже поширений в межах розвитку МПЗВ області гірничо-промисловий тип техногенного навантаження. До нього відносяться водозабори прісних, мінеральних і термальних підземних вод, відкриті та підземні розробки корисних копалин, ділянки геологорозвідувальних робіт на нафту і газ. Важливе місце серед типів і об'єктів техногенного (антропогенного) навантаження, яке негативно впливає на МПЗВ, займає побутове забруднення через відсутність в сільських населених пунктах і частково в містах централізованої каналізації з очисткою і скидом побутових стічних вод. В частині сільських дворогосподарств облаштовані поглинальні резервуари. Практично біля кожного населеного пункту знаходяться звалища твердих побутових відходів. Їх сортування і утилізація в промислових масштабах не відбувається.

Викладені особливості природних та антропогенних умов формування тало-дощового стоку гірських річок суббасейну р.Тиса в межах України та вихідні дані використані в роботах авторів [54]-[56].

1.4 Природні та антропогенні умови формування меженного стоку річок Південного Бугу та інших річок Півдня країни

Під формуванням меженного стоку рівнинних і гірських річок можна розуміти як літньо-осінній так зимовий стік, в цей час річки забезпечені переважно підземними водами і лише зрідка взимку живляться від дощу або

танення снігу. Фактори, що впливають на формування річкового стоку, поділяють на тимчасові та постійні. Перший з них – це погодні умови (опаді під час повені) та підземне живлення річок. До перших з них відносять кліматичні умови (кількість опадів періоду формування стоку) та підземне живлення річок. Роль рідких опадів в стоці річок меженного періоду залежить від кліматичних умов той географічної зони, де розташований водозбір. У посушливих зонах суттєвий дощовий стік у межень практично відсутній. В зонах надмірного зволоження (наприклад, північні та північно-східні райони України), навпаки, дощові паводки на річках в період межені – явище часте, особливо восени. Однак, як в цій зоні бувають періоди тривалої відсутності дощу, коли річки переходять на підземне живлення, так і в посушливих зонах, в загальні у степовій частині території України, іноді буває дощове літо і осінь, коли поверхнева складова стоку стає значною. Зимою, в зонах з м'яким кліматом, річки отримують додаткове живлення за рахунок дощів та танення снігу у періоди зимових відлиг (південні райони України). Запаси підземних вод, які в основному й обумовлюють межений стік, складаються з двох джерел вод: глибинних (напірних) та ґрунтових вод. Доля глибинного підземного живлення обумовлена геологічною та гідрогеологічною будовою водозборів, воно достатньо стає і може бути визначено за мінімальними витратами води літньої або зимової межені. Ґрунтове живлення відбувається за рахунок першого від поверхні безнапірного водоносного горизонту, має сезонні коливання, поповнення ґрунтових вод здійснюється в період весняних водопіль.

Суттєвий вплив на режим річок в межень оказують й постійно діючі фізико-географічні фактори: рельєф, площа водозборів, глибина перерізу русла, наявність озер та боліт. Чим більший розмір водозбору, тим більш плавно відбуваються зміни в режимі річки. Так, в степовій зоні на великих річках дощові паводки слабо виражені, але ж на малих – вони можуть бути катастрофічно високими. Озера та болота на водозборах перерозподіляють сезонний стік, збільшуючи його у межений період [57].

В басейні Південного Бугу тривалість зимової межені складає 60-70 діб. Закінчується зимова межень— у лютому, першій декаді березня.

Величини модулів мінімального стоку у верхів'ях Південного Бугу та його лівобережних приток змінюються в межах $0,1-0,3 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$ [6], зменшуючись до нуля на річках Причорноморської низовини.

Як показують дослідження В.В. Гребеня [6], внутрішньорічні зміни складових водно-теплового балансу, обумовлені відповідними змінами температури повітря та опадів впродовж року, призвели до суттєвого зростання меженного стоку. **Мінімальні зимові середньомісячні витрати** зросли практично по всій території країни за виключенням Причорноморсько-Приазовської та Тисо-Латорицької ландшафтно-гідрологічних провінцій, де вони практично не змінилися (рис. 1.36).

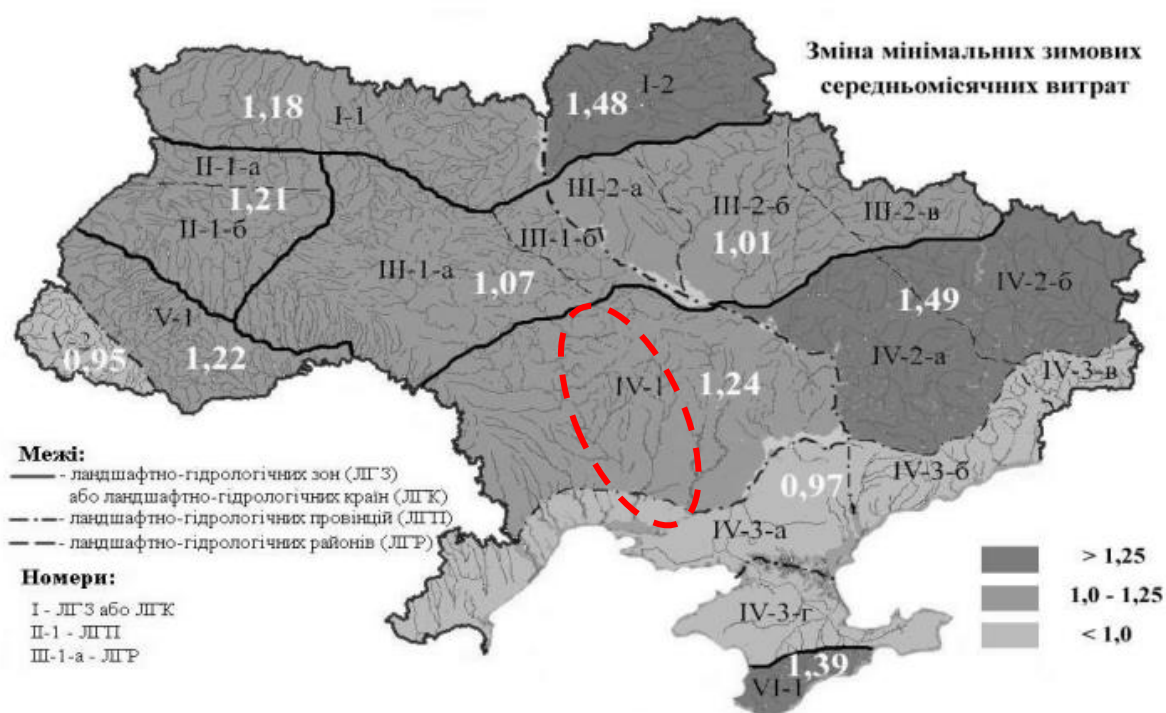


Рисунок 1.36 – Відношення мінімальних середньомісячних витрат зимової межені за два характерних періоди (до 1989 р. та 1990-2008 рр.) [6]

Ще більш суттєвими протягом останніх двох десятиліть є зазначені вище зміни для періоду **літньо-осінньої межені** (рис. 1.37). Мінімальні

середньомісячні витрати останньої найбільше зросли у південному та південно-східному регіонах України, наприклад, у Причорноморсько-Приазовській ЛГП – у 1,26 рази.



Рисунок 1.37 – Відношення мінімальних середньомісячних витрат літньо-осінньої межені за два характерних періоди (до 1989 р. та 1990-2008 рр.) [6]

1.4.1 Оперативні дані про оцінку маловоддя на річках району басейну річки Південний Буг

Український Гідрометцентр постійно виконує оперативну оцінку водності річок та оприлюднює її на офіційному сайті УкрГМЦ - <https://meteo.gov.ua>[58].

Згідно даних про оперативну оцінку водності основних річок України за листопад 2023 р. на всіх річках країни, внаслідок опадів, спостерігалось підвищення рівнів води зі збільшенням їх водності [58].

*Нижчою за норму (50-79 % норми) водність спостерігалась у верхів'ї Прип'яті та її притоках рр. Стохід, Горинь, р.Десна (пост Літки), рр. Оріль, Самара (суббасейн Нижнього Дніпра), **р.Синюха (притока р. Південний Буг).***

*Значно нижчою за норму (30-49 % норми) водність спостерігалась на притоці Прип'яті р. Случ, по боковому припливу води до Кременчуцького водосховища, на р. Тетерів (суббасейн Середнього Дніпра), **на р.Південний Буг у створах гідрологічних постів Тростянчик та Підгір'я.***

Близькою до критерію маловоддя (21-29 % норми) спостерігалась на притоці Прип'яті р. Уборть та на *р. Південний Буг* у створі гідрологічного поста Олександрівка.

В останні роки спостерігається зростання інтенсивності років з маловодною та дуже малою водністю [59]. При середньобагаторічній нормі по державному гідропосту Олександрівка 2800 млн. м³/рік, у 2007 році було сформовано лише 1830 млн. м³/рік, у 2012 році – 1447 млн. м³/рік, у 2014 році – 1680 млн. м³/рік, у 2015 році – 1030 млн. м³/рік, у 2016 році – 1135 млн. м³/рік. Фактична водність спостерігається на 36-65 % меншою за середньобагаторічну норму [60].

Перемерзання річок в період зимової межені. Основними природними чинниками перемерзання або пересихання річок є гідрогеологічні і кліматичні умови. У разі коли запаси підземних вод малопотужні або виснажені за тривалого живлення річок, а ерозійний вріз річкової мережі недостатній для використання запасів підземних вод, відбувається пересихання або перемерзання річок. Таке явище характерне для малих річок південних районів розглядуваної території вздовж берегу Чорного моря, де низький стік є найменшим, а його мінімальні величини знижуються до нуля. Як уже було сказано вище, для малих річок іноді вирішальний вплив мають місцеві фактори підстильної поверхні [61].

1.4.2 Географічне положення, рельєф та фактори підстильної поверхні в районі басейну Південного Бугу

Південний Буг – третя за величиною річка України. Її басейн повністю розташований в межах центральної частини Правобережної України, на заході межує з басейном Дністра, а на півночі та сході – з басейном Дніпра.

Басейн Південного Бугу розміщений на території семи областей України: Хмельницької, Вінницької, Черкаської, Київської, Кіровоградської, Одеської та Миколаївської (рис. 1.38).



Рисунок 1.38 – Карта-схема басейну річки Південний Буг

Басейн Південного Бугу розташований в межах трьох геоструктурних районів: верхня частина басейну розміщена на Волино-Подільській височині,

середня його частина знаходиться в межах Придніпровської височини, нижня течія належить до Причорноморської низовини.

В межах Волино-Подільської и Придніпровської височини рельєф басейну рівнинний. У верхній частині водозбір розчленований мережею ярів та балок, глибина ерозії 50-100 м. В середній частині водозбору глибина ерозії сягає 100-200 м, а густота яруго-балочної мережі 0,50-1,0 км/км². Для нижньої частини водозбору характерними є плоский рельєф з численними западинами-блюдцями. Рівнина середньо розчленована з глибиною ерозії 50-100 м, густота яруго-балочної мережі 0,50-0,75 км/км² [62].

В основі плато залягають древні кристалічні породи (граніти, гнейси), в багатьох місцях виходять на денну поверхню, але часто перекриті пластом морських і континентальних третинних відкладів (піски, глини, мергелі).

Верхню частину геологічного розрізу складають четвертинні відкладення. Розповсюджені вони усюди і відсутні лише на невеликих ділянках, де оголюються корінні породи.

Із сучасних геологічних процесів в межах басейну Південного Бугу найбільшого поширення набула ерозійна діяльність, заболоченість, зсувні процеси, еолова діяльність, ерозія землі і локально-карстові явища.

На території Миколаївській області з півночі виклинюється Український кристалічний щит, який доходить по Південному Бугу до м. Вознесенська. Він представлений Придніпровською та частиною Волино-Подільської височини. Для цієї частини області характерна велика зрізаність території та густота річної мережі, рельєф басейну рівнинний. У основі кристалічного щита залягає докембрійський фундамент, який представлений твердими породами – гранітами, гнейсами, кварцитами та іншими. Кристалічний щит покритий осадовими породами в основному третинними та четвертинними відкладеннями – пісками, глинами, суглинками та лісами. На цій ділянці долини Південного Бугу на поверхню виходять гранітні породи, утворюючи місцями урвища, на ділянці від Первомайська до Олександрівки висота крутих берегів та урвищ сягає 90 м [63].

На півдні, нижче смт. Олександрівка до впадіння в Бузький лиман Південний Буг протікає в межах Причорноморської низовини, котра характеризується простою геологічною будовою. Це відповідним чином впливає на режим річки. На цій ділянці Південний Буг утворює широку долину з добре оконтуреною заплавою, що розчленована рукавами, притоками, озерами, старицями. Річище значно розширюється, течія уповільнюється.

Рельєф відіграє важливу роль у формуванні річкового стоку. Проте це відбувається не безпосередньо, а внаслідок зміни кількості опадів і випаровування.

Ґрунти і рослинність. За характером ґрунтового покриву басейн Південного Бугу відноситься до лісостепу та степу. Переважаючою ґрунтоутворюючою породою на території басейну Південного Бугу в області є леси (рис. 1.39) [64].



Рисунок 1.39 – Карта-схема природних зон басейна річки Південний Буг [66]

В північній та середній частині території басейну ґрунтовий покрив представлений чорноземами, сформованими на важких суглинисто-лесових

породах. В районі нижче м. Первомайська до с. Олександрівка Миколаївської області переважають чорноземи мало та середньогумусні, важко та легко суглинисті (рис. 1.40) [63].

Для території басейну Південного Бугу, розташованої в межах Причорноморської низини, характерна наявність слабо виявлених подових понижень. Глибина цих понижень коливається від 2 м до 4 м, площею від 50 місцями до 1000 га [65].

Властивість ґрунтів в значній мірі обумовлена характером ґрунтоскладаючих порід, які представлені лесами, лесовидними суглинками, старовинними та сучасними алювіями, делювіями, алювіями магматичних порід, глинами, дочетвертинними пісками. На подових пониженнях зустрічаються оглинені леси, яким властива несприятлива фізична властивість – щільна будова та низька водопроникність.

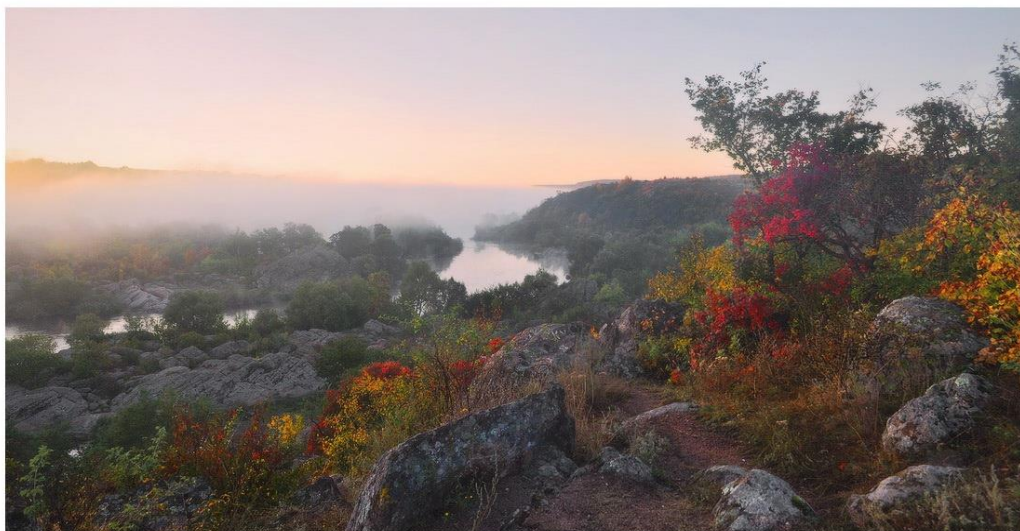


Рисунок 1.40 – Річка Південний Буг нижче м. Первомайська

На терасах зустрічаються лесовидні суглинки, які відрізняються легким механічним складом. На схилах річкових долин та ярів з оголеними гранітами та гнейсами зустрічається алювій магматичних відкладень. Майже по всій території басейну в області леси підстеляються червоно-бурими глинами які відрізняються важким механічним складом та високою водопроникністю. На

вододільних рівнинних ділянках та їх схилах, в основному сформувалися родючі чорноземні ґрунти на лесах та лесовидних суглинках.

Одним із основних чинників, від яких залежить гідрологічний режим басейну, нарівні з кліматичними, ґрунтово-геологічними і геоморфологічними є рослинний покрив. Рослинність кількісно та якісно перерозподіляє опади, що поступають на землю, і дуже змінює гідрологічний режим території.

Більша частина басейну Південного Бугу знаходиться в межах лісостепової зони і має досить багатий і різноманітний рослинний світ, що зумовлено передусім сприятливим кліматом, рельєфом та родючими ґрунтами. Природна рослинність займає тут 12 % усієї площі. Із них 9 % припадає на ліси, близько 2 % на луки, 1 % – на болота. Орними землями зайнято близько 70 %, під водними об'єктами знаходяться 2 %, на урбанізовані землі припадає до 5 % [65].

Рослинність північно-західної частини басейну представлена молодими і середньовіковими широколистяними лісами, які розташовані окремими масивами. Найбільш поширеними породами дерев є дуб, граб, ясен, клен, липа, в'яз, вільха. З кущів можна зустріти ліщину, шипшину, жимолость та інші.

На південь ліси поступово змінюються на лісостеп і степ, спочатку ковилово-різнотравний, а потім ковилово-типчаковий. Степова рослинність представлена засушливими бобово-злаковими різнотравними асоціаціями – тимофіївкою, фіалкою, суницею, медункою, пирієм, волошкою, ковилою, кропивою та ін.

Всі ліси, розташовані в басейні, розподілені на дві групи. В першу групу входять зелені зони навколо міст, інших населених пунктів і промислових підприємств, ґрунтозахисні лісосмуги, водоохоронні прибережні захисні смуги, а також захисні лісові смуги уздовж залізних та шосейних доріг. До другої групи відносяться експлуатаційні ліси, де допускається рубка, але не більше річного приросту. Ліси першої групи займають в басейні Південного Бугу 73 % загальної площі лісового фонду, ліси другої групи – 27 % [67].

На частині басейну Південного Бугу, що зайняті орними землями, обробляються, вирощують культурні види рослин: пшеницю, цукрові буряки, кукурудзу, жито, горох, гречку, картоплю та інші.

У флорі басейну є ряд ендемічних видів (рослини, що зустрічаються тільки на даній території): волошка савранська, козельці великі та інші. Можна знайти і реліктові види: хвощ великий, бруслина мала, медунка м'якенька та інші. Для їх збереження створюються нові об'єкти природно-заповідного фонду.

1.4.3 Кліматична характеристика досліджуваної території

В формуванні клімату басейну Південного Бугу важливу роль відіграє циркуляція атмосфери, з якою пов'язані переміщення повітряних мас з Атлантики, Арктики і Середземномор'я. Територія басейну р. Південний Буг входить в східну частину Центрального правобережного району лісостепу та північного степу України. Клімат тут помірно-континентальний, з теплим, часом жарким літом і відносно холодною зимою з частими відлигами.

Температура повітря. Середньорічна температура повітря (табл. 1.43) на території басейну коливається в межах від 6,7 °С (м. Вінниця) до 8,5 °С (м.Первомайськ). Середньомісячна температура самого теплого місяця (липня) 18,6-21,4°С. Від'ємні Середньомісячні температури спостерігаються в листопаді – березні. Найхолоднішим місяцем є січень, середня температура якого знаходиться в межах від мінус 4,8 °С до мінус 6,0 °С. Тривалість безморозного періоду становить у верхів'ї басейну 170 днів, а в пониззі 190 днів. Сума температур зі стійкою температурою вище 5 °С у верхів'ях басейну Південного Бугу становить 28°С, а в пониззі 34-36°С. Сума температур вище 10°С становить 26-32°С. Перехід середньодобової температури через 0 ° навесні найчастіше спостерігається в третій декаді березня, восени – в третій декаді листопада – першій декаді грудня [68].

Опади. Річна норма опадів в південних і південно-західних районах 540-550 мм, у північних і південно-східних – 515-621 мм (табл. 1.44). Місячні кількості опадів знаходяться в межах 26-93 мм [69].

Опади по території басейну Південний Буг розподіляються зонально, постійно зменшуючись на південь [70]. Велика частина атмосферних опадів припадає на теплий період року (70 %). У цей період опади випадають у вигляді короткочасних злив. Найменша сума опадів спостерігається в березні. Поряд з роками нормальної зволоженості часто бувають різко посушливі роки. Абсолютний мінімум опадів тут спостерігався у 1892 р., 1921 р., 1948 р. і склав 0-1 мм за місяць.

Сніговий покрив. Сніговий покрив на території басейну р. Південний Буг розподілюся нерівномірно. Поява сніжного покриву спостерігається з третьої декаді листопада. Утворення стійкого снігового покриву відноситься до середини грудня. Число днів зі сніговим покривом становить за зиму на півночі басейну 90-100 і зменшується на південь басейну до 60-70. Середня з найбільших декадних висот за зиму становить на півночі 20-40 см і на південь зменшується до 10-30 см. Максимальна висота снігового покриву на півночі становила 50-60 см, на півдні 30 см [64].

Руйнування стійкого снігового покриву в середньому починається на початку березня (табл. 1.45).

Вітровий режим. Вітровий режим описуваної території визначається умовами загальної циркуляції повітря і особливостями рельєфу. Середньорічна швидкість вітру коливається на території басейну в межах 3,2-4,0 м/с. Середньомісячні та річні швидкості вітру наводяться в табл. 1.46.

Протягом всього року на території басейну спостерігаються вітри помірних і слабких швидкостей вітру. Повторюваність штилів у році коливається від 6 % до 25 %. Найбільше число днів з штормовими вітрами припадає на холодний період (ХІІ, І, ІІ); найменшу кількість днів з сильними вітрами спостерігається навесні і восени. Переважаючим напрямом штормових вітрів (понад 15 м/с) є вітри північних і південно-східних напрямків (до 40 %).

Особливо шкідливі сильні вітри, які переходять в пилові бурі, найчастіше спостерігаються по території басейну у весняний період. Великої шкоди сільському господарству приносять вітри суховії. Суховії слабкої та середньої інтенсивності складають, в середньому 50 днів за теплий період [69].

1.4.4 Підземні води

Прогнозні експлуатаційні запаси підземних вод басейну р. Південний Буг складають 609 млн. м³ на рік, з яких 470 (79 %) поповнюється. Розвіданість запасів підземних вод сягає 208 млн.м³ на рік (або 35 % від загальної величини ресурсів) [69]. Розподіл підземних вод у межах басейну вкрай нерівномірний, що зумовлено розташуванням його в декількох геоструктурах. Найбільш забезпеченою підземними джерелами є територія Хмельницької області, найменш забезпеченою – центральна частина басейну, розташована в межах Українського щита (рис. 1.41).

В гідрогеологічному відношенні Миколаївська область знаходиться на площі Причорноморського та Українського басейнів підземних вод. Найбільш сприятливі умови для господарсько-питного водозабезпечення – в північно-західній частині області та південній, де розповсюджені переважно прісні підземні води, а також в долині річки Південний Буг, де зберігається стабільний гідрохімічний стан прогнозних ресурсів підземних вод. Для централізованого водопостачання населених пунктів та підприємств на території басейну річки Південний Буг в межах Миколаївської області та по Бузькому лиману розвідані та затверджені експлуатаційні запаси по 9 родовищах (14 ділянок) підземних вод. Загальна кількість експлуатаційних запасів підземних вод становить 79,98 тис м³/добу (28,5 % від величини прогнозних ресурсів підземних вод на цих територіях) [68].

Таблиця 1.43 – Середньомісячна і річна температура повітря за різні періоди спостережень

Станція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Хмельницький													
1961-1990	-5,5	-4,0	0,3	7,8	13,9	16,8	18,0	17,4	13,2	7,6	2,0	-2,6	7,1
1991-2020	-3,8	-2,6	1,8	8,9	14,4	17,7	19,4	19,0	13,8	8,0	2,5	-2,3	8,1
Вінниця													
1961-1990	-5,8	-4,3	0,2	8,0	14,1	17,1	18,3	17,7	13,4	7,6	1,9	-2,5	7,1
1991-2020	-4,2	-2,7	2,0	9,3	15,0	18,5	20,2	19,5	14,2	8,2	2,8	-2,2	8,4
Первомайськ													
1961-1990	-4,7	-3,1	1,6	9,6	15,8	19,2	20,7	20,1	15,5	8,9	3,2	-1,4	8,8
1991-2020	-2,7	-1,4	3,5	10,7	16,6	20,4	22,7	22,1	16,2	9,7	3,7	-0,9	10,1
Миколаїв													
1961-1990	-3,1	-1,8	2,6	10,2	16,5	20,4	22,3	21,8	16,9	10,3	4,4	-0,1	10
1991-2020	-2,0	-0,9	3,9	10,6	16,8	21,2	23,7	23,3	17,4	10,8	4,6	0,1	10,8

Таблиця 1.44 – Середньомісячна і річна кількість опадів за різні періоди спостережень

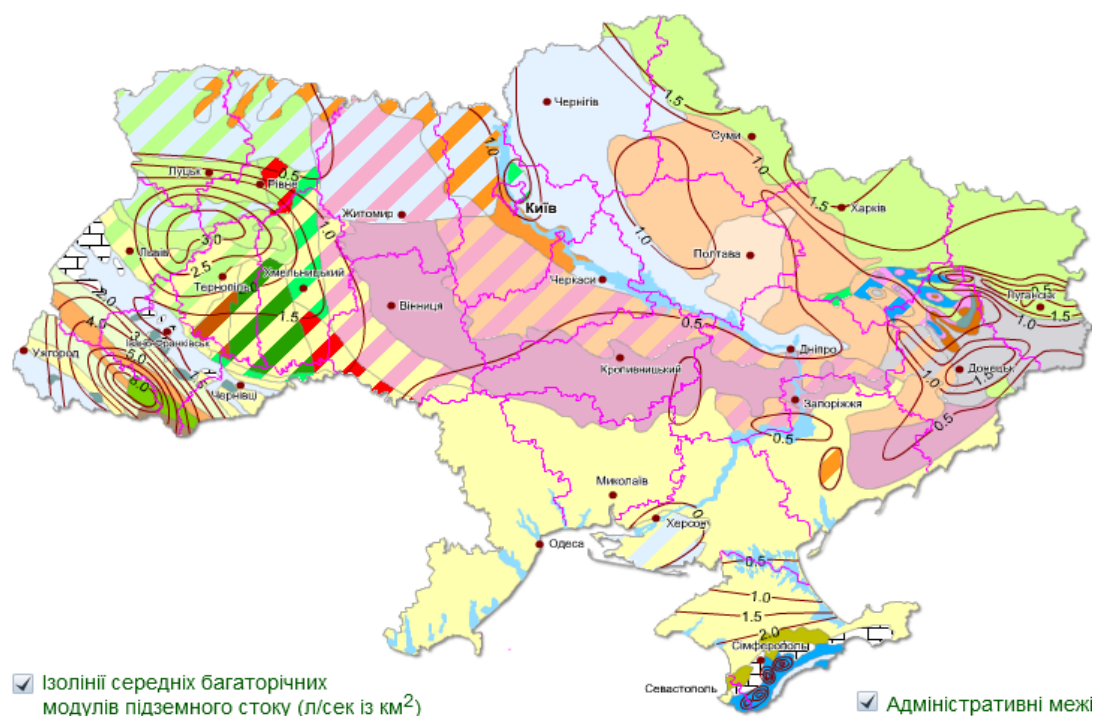
Станція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Холод- ний період (XI-III)	Теплий період (IV-X)	Рік
Хмельницький															
1961-1990	38	40	32	48	64	105	107	69	51	30	42	43	195	474	669
1991-2020	32	34	36	45	58	91	97	64	61	43	40	38	180	459	639
Вінниця															
1961-1990	40	38	35	49	63	87	92	68	46	34	42	44	199	439	638
1991-2020	29	31	32	38	55	86	73	52	60	36	36	35	163	400	563
Первомайськ															
1961-1990	40	41	34	39	46	68	78	55	378	28	42	45	202	351	553
1991-2020	41	33	35	32	52	75	68	41	52	42	41	39	189	362	551
Миколаїв															
1961-1990	36	35	30	32	44	54	58	41	39	22	36	45	182	290	472
1991-2020	30	26	25	27	48	52	40	31	34	34	29	30	140	266	406

Таблиця 1.45 – Дати появи і сходу снігового покриву, утворення і руйнування талого снігового покриву

Станція	Число днів з сніговим покривом	Дати появи снігового покриву			Дати утворення стійкого снігового покриву			Дати утворення стійкого снігового покриву			Дати сходу снігового покриву		
		серед.	ранн.	пізд.	серед.	ранн.	пізд.	серед.	ранн.	пізд.	серед.	ранн.	пізд.
Хмельницький	82	XI	12.X	5.I	27.XII	5.XII	-	6.III	-	6.IV	28.III	20.II	24.IV
Вінниця	85	20.XI	14.X	22.XII	22.XII	10.XI	-	6.III	-	15.IV	27.III	23.III	26.IV

Таблиця 1.46 – Середня місячна і річна швидкість вітру

Станція	Висота флюгера	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Хмельницький	11м	4,6	4,8	4,5	3,9	3,7	3,4	2,8	2,8	3,1	3,3	4,5	4,3	3,8
Вінниця	11м	3,5	4,0	3,8	3,5	3,4	3,0	2,4	2,5	2,4	2,9	3,4	3,5	3,2
Первомайськ	13м	4,3	4,9	4,8	4,5	4,2	3,7	3,4	3,2	3,2	3,5	4,2	4,3	4,0
Миколаїв	12м	4,0	4,2	4,2	3,8	3,7	2,9	2,6	2,7	2,7	3,1	3,7	3,8	3,4



Відклади, в яких формується основна маса підземного стоку

- Антропогенні алювіальні і флювіогляціальні
- Неогенові
- Харківської світи та пліоценового алювія
- Харківської і полтавської світи
- Олігоцені (фліш)
- Еоценово-олігоцені
- Крейдово - палеогенові
- Крейдово - палеогенові (фліш)
- Верхньокрейдіві (мергельно-крейдова товща)
- Сеноманського ярусу

- Крейдові (фліш)
- Юрські
- Тріасові
- Пермські
- Карбові
- Девонські
- Силурійські
- Протерозойсько- мезозойські
- Верхньопротерозойські валдайсько-вендського комплексу
- Докембрійські
- У формуванні підземного стоку приймають участь два або більше водоносних горизонти
- Ділянки з відсутнім підземним стоком
- Ділянки з мінералізацією вод більше 10 г/л

Рисунок.1.41 – Динамічні запаси прісних та слабкомінералізованих підземних вод [71].

1.4.5 Водний режим річки та гідрологічна вивченість басейну річки Південний Буг

За своїм водним режимом річка Південний Буг належить до східноєвропейського типу річок, переважно снігового живлення. Даний режим річок характеризується інтенсивним підйомом рівнів в період весняного водопілля і потім таким же інтенсивним їх спадом. За остаточним спадом рівнів настає період стійкої межені, переривається підйомом рівнів під час проходження літньо-осінніх зливових паводків. В басейні річки Південний Буг спостерігаються зимові паводки, які є наслідком сніготанення та розтину річок під час зимових відлиг. Підйом рівнів у період літніх паводків в окремі роки перевищує їх підйоми в період весняного водопілля.

Літня межень – нестійка, вона неодноразово переривається дощовими паводками. Найнижчі рівні води у період літньої межені спостерігаються у липні-серпні-вересні.

Поверхневий стік басейну річки Південний Буг формується під впливом комплексу фізико-гідрографічних факторів і в першу чергу обумовлений кліматичними та гідрогеологічними умовами та господарською діяльністю. Характерною особливістю басейну Південного Бугу, що виділяє його з поміж інших великих річок, є дуже велика його зарегульованість, це істотно впливає на величину стоку і особливо на його розподіл у році.

В цілому за період 2007-2015 роки, в період літньої межені, фактичні середньомісячні витрати були 7,10-13,2 м³/с, що значно менше необхідних мінімальних санітарних витрат 17 м³/с (табл.1.47) [65]. 2012 рік був настільки маловодним, що відразу показав значну кількість раніше непомітних екологічних проблем по всій течії Південного Бугу та більшості його приток. Останній раз таке маловоддя у басейні спостерігалось у далекому 1957 році. Обмеженість у водних ресурсах відчули майже всі галузі економіки – комунальна, сільське господарство та рибництво, енергетика. Маловодість суттєво вплинула і на якість річкової води.

На відміну від останнього маловодного періоду (2007 р.) в умовах аномально спекотної погоди та через значно малу кількість опадів вразливою виявилась і верхня течія Південного Бугу (Хмельницький-Винниця), де зазвичай формується стабільний об'єм стоку. Це вплинуло на водність середньої і особливо нижньої течії річки. Як наслідок – у 2012 році в басейні сформувалося менше 2 млрд. м³ при нормі 3,6 млрд. м³ води (табл. 1.48) [65].

Мінімальні витрати, в меженний період в липні-жовтні місяцях складали від 4,94 м³/с до 17,0 м³/с, це тривало у 2007 році – 56 діб, у 2012 році – 58 діб, в 2014 році – 41 добу, в 2015 році на кінець вересня межень ще триває й уже склала 116 діб [65].

Гідрологічна посуха (маловоддя) в 2015 році сформувалась на фоні попередньої низької водності весняного періоду в умовах тривалого періоду сухої та жаркої погоди липня-вересня. Триває низька і уже низька за рівнями і витратами води літньо-осіння межінь, яка може стати найнижчою за весь період регулярних спостережень. Так водність по басейну річки Південний Буг знизилася нижче критеріїв маловоддя ще у серпні 2015 року. Упродовж червня-вересня гідрометеорологічною мережею фіксується стабільне зниження рівнів ґрунтових вод, виснаження їх запасів, місцями до повного висихання свердловин та колодязів, що також негативно впливає на стік річок, викликає їх пересихання, обміління тощо.

Для ілюстрації поточного стану водних ресурсів в басейні р.Південний Буг можна використати так званий індекс посушливості SPEI (the standardized precipitation-evapotranspiration index) розрахунок якого базується на щомісячних даних про опади та потенційну евапотранспірацію, яка залежить від температури [72]. Початок засухи може бути встановлено, коли значення SPEI стає нижче -1.0, закінчення засухи визначається часом, коли індекс стає позитивним. Інтенсивність засухи слід розраховувати як суму всіх значень SPEI в період засухи (табл. 1.49, рис. 1.42-1.43).

Таблиця 1.47 – Середньомісячні витрати води в річці Південний Буг, в розрізі років, по гідропосту Олександрівка

Роки	Місяці												Сер. Річний	Кількість днів межені
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
2007	79,8	91,8	101,2	61,5	32,9	20,9	18,6	21,4	44,3	70,7	77,6	70,5	57,6	56 діб
2008	58,8	75,8	63,1	78,0	98,2	39,6	20,7	46,3	62,6	127	88,0	76,7	69,6	5 діб
2009	69,7	121	112,0	84,8	39,6	39,2	37,1	20,8	21,5	52,3	60,0	56,2	59,5	6 діб
2010	101,6	128,6	136,9	108,9	71,8	68,2	97,6	29,8	39,6	87,7	89,2	95,6	88,1	3 діб
2011	106	95,9	66,8	82,7	41,4	43,6	68,9	29,4	30,0	84,8	68,5	43,9	63,9	8 діб
2012	52,4	35,3	96,2	103	46,3	28,1	20,2	11,4	13,2	38,9	54,5	50,1	45,8	58 діб
2013	59,3	101,8	91,3	159,2	42,4	76,4	47,4	21,2	51,6	98,7	83,0	60,8	74,4	15 діб
2014	55,8	70,6	63,9	51,2	73,3	85,3	35,1	19,85	22,0	54,3	54,6	48,8	52,3	41 діб
2015	50,29	62,2	59,7	56,1	40,7	22,0	16,8	11,4	7,10				36,3*	116 діб

*Середнє за 9 місяців 2015 року

Таблиця 1.48 – Об'єм річного стоку та середньомісячні витрати води в річці Південний Буг, в розрізі років, по гідропосту Олександрівка

Роки	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Об'єм стоку за рік, млн.м ³ , забезпеченість	1830	2190	1880	2780	2000	1447	2258	1680
	90%	75%	90%	50%	75%	95%	65%	85%
Середньорічні витрати води, м ³ /с	57,6	69,6	59,5	88,1	63,9	45,8	71,6	52,1

Таблиця 1.49 – Критерії посух за індексом SPEI

Значення <i>SPEI</i>	Категорія посухи
$-0,99 \leq SPEI < 0,00$	Слабка посуха
$-1,49 \leq SPEI < -1,00$	Помірна посуха
$-1,99 \leq SPEI < -1,50$	Інтенсивна посуха
$SPEI \leq -2,00$	Екстремальна посуха

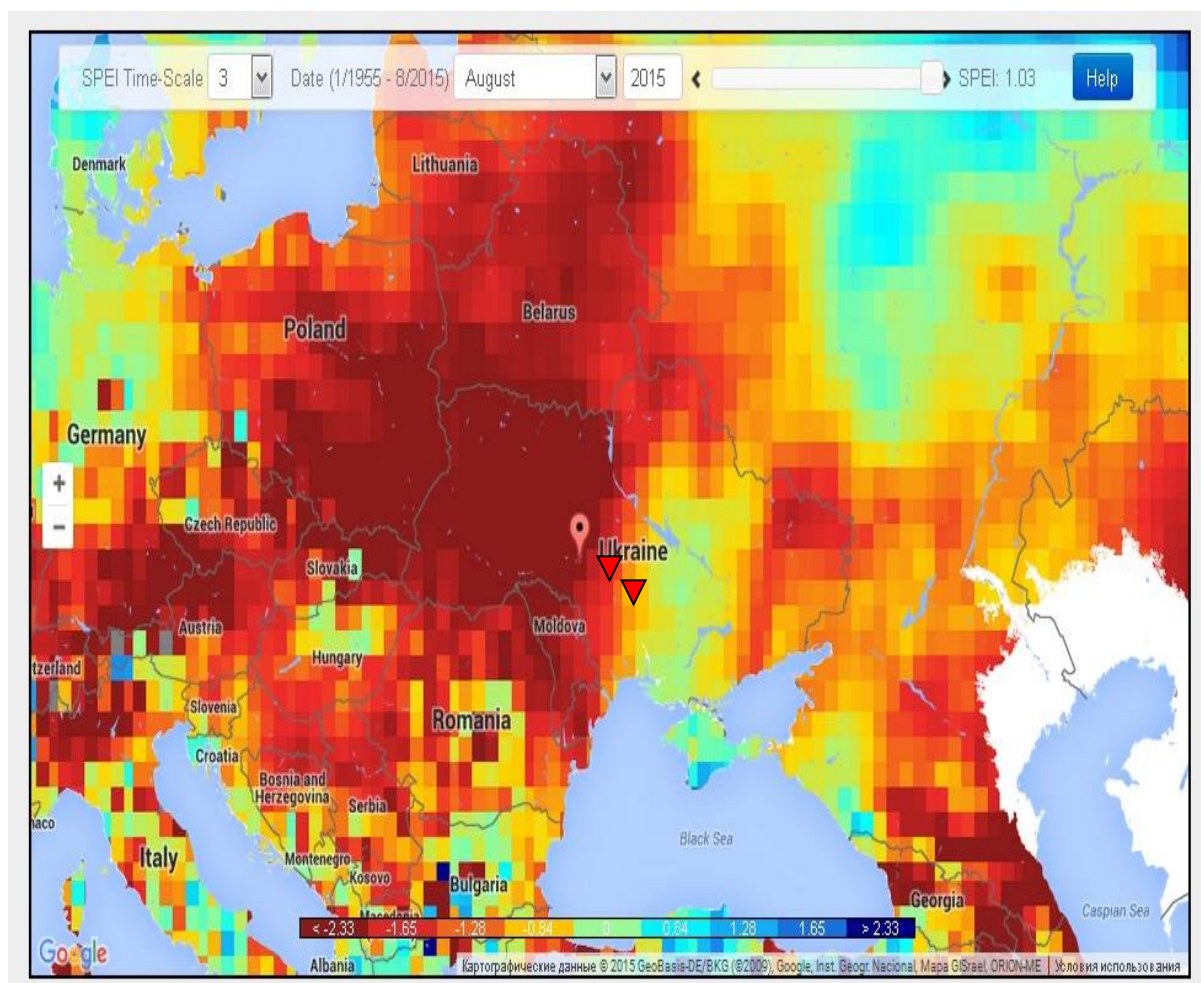


Рисунок 1.42 – Поточний моніторинг посух за індексом SPEI станом на серпень 2015 року

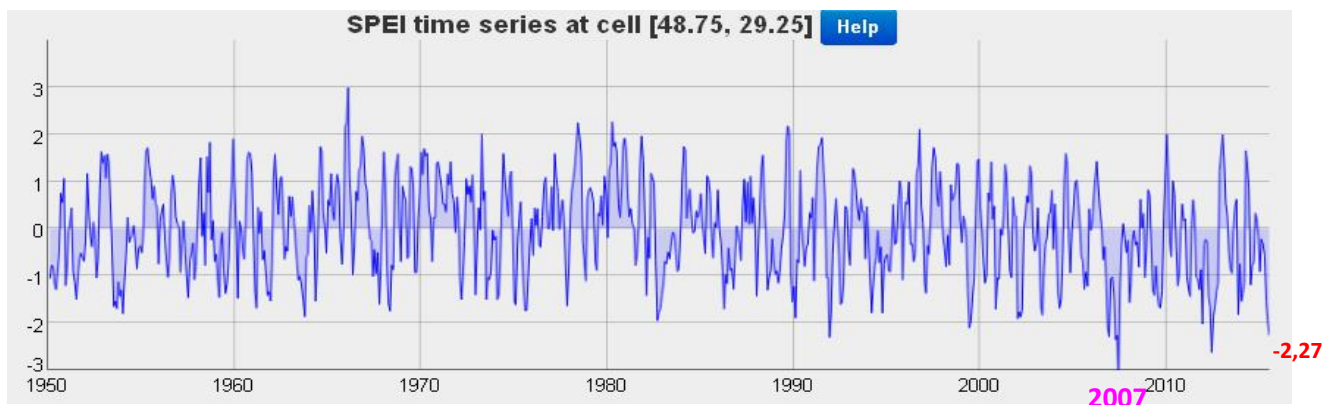


Рисунок 1.43а – Хронологічний хід індексу SPEI-3 станом на серпень 2015 року
для верхньої частини басейну Південного Бугу

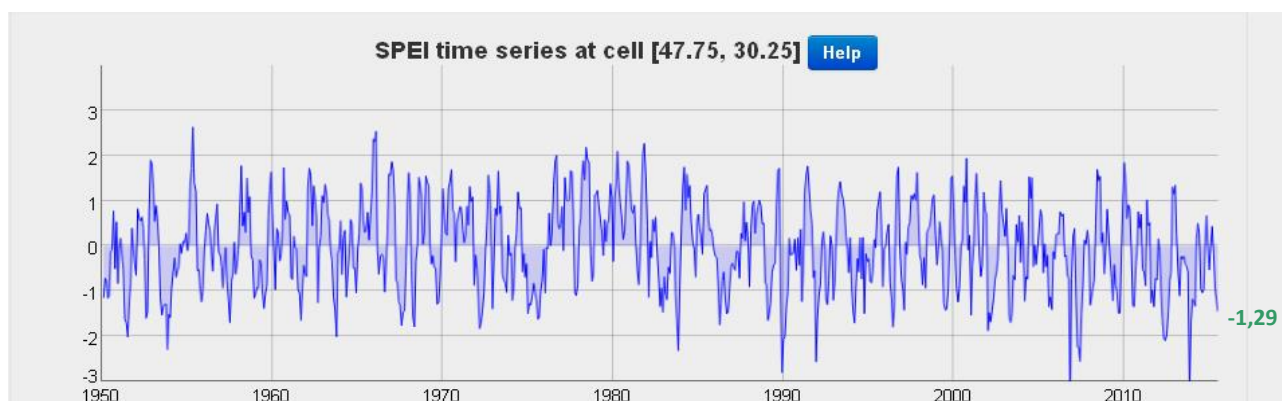


Рисунок 1.43б – Хронологічний хід індексу SPEI-3 станом на серпень 2015 року
для середньої частини басейну Південного Бугу

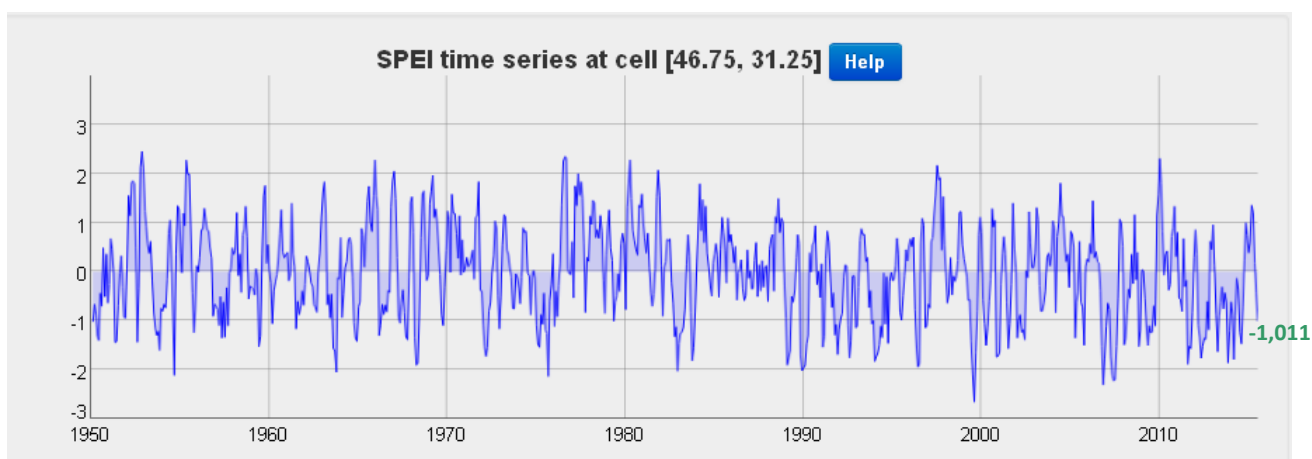


Рисунок 1.43в – Хронологічний хід індексу SPEI-3 станом на серпень 2015 року
для нижньої частини басейну Південного Бугу

Отже аналізуючи графіки представлені на рис. 1.42-1.43, можна відмітити що на даний час в верхів'ях Південного Бугу спостерігається екстремальна посуха, а в середній та нижній частинах -помірна.

Що стосується *зимової межні*, то у басейні р. Південний Буг [73] її тривалість в середньому становить 60-70 днів, а південному і південно – західному напрямку до 55-45 днів. По мірі тривалості на схід і південний схід зменшується кількість опадів і погіршується умови формування підземної води. Величини модулів мінімального стоку у верхів'ях р.Південного Бугу та його лівобережних приток змінюється в межах 0,1-0,35 л/скм², зменшуючись до 0 л/скм² на річках Причорноморської низовини.

Зимовий режим річок басейну р. Південний Буг характеризується стійким і тривалим льодоставом. Осінні льодоходи на річках басейну звичайно короткочасні і тривають не більше 3-5 днів. У теплі зими льодостав нестійкий. Льодостав встановлюється звичайно в середині грудня і триває, в середньому, 3 місяці з перервами в період зимових відлиг, коли бувають зрушення льоду. Весняний льодохід починається у другій половині березня і триває зазвичай 2-7 днів. Весняний льодохід проходить при високих рівнях і навіть часто збігається з весняними піками. У звужених ділянках русел, на заокругленнях, поворотах і перед мостами спостерігаються затори льоду. В продовження періоду льодоставу товщина льоду на річках басейну збільшується з грудня по лютий-березень. Максимум товщини льоду спостерігається в лютому і тримається до весни. Найбільша товщина криг становила: у в. п. Лелетка – 66 см (1969 р.), у в. п. Вінниця – 38 см (1969 р.), у в. п. Сабарів – 37 см (1972 р.), у в. п. Тростяничик – 56 см (1947 р.), у в. п. Підгір'я – 66 см (1958 р.) [9].

Гідрологічний режим Південного Бугу є доволі вивченим. Загальні відомості про діючі гідрологічні пости в басейні Південного Бугу наводяться в табл. 1.50. та показані на рис. 1.44. Більшість гідрологічних постів мають тривалий період спостережень – більше 40-50 років [74].



Рисунок 1.44 – Карта-схема діючої гідрометеорологічної мережі в басейні річки Південний Буг [66]

Перші узагальнення матеріалів гідрологічних спостережень зробили в середині 1920-х років інженер В. Філатов, який описав характер режиму рівня води річки Південний Буг біля м.Вінниця за 1915-1925 рр., та інженер В. Попов, який узагальнив наявні на той час матеріали спостережень у своїй монографії «Режим річки Південний Буг».

Мережа гідрологічних спостережень на річці Південний Буг продовжувала розширятися протягом 1920-1930-х років, особливо після об'єднання в 1929 році метеорологічної та гідрологічної служб та утворення Гідрометеорологічного комітету. Однак до 1930-х років гідрологічні спостереження, особливо спостереження за витратами води, мали перерви та часто носили безсистемний характер. Якість гідрометричних вимірювань зросла в 1930-і роки, коли почали проводити регулярні двохстрокові вимірювання рівнів води.

Найбільша щільність гідрологічної мережі, на якій проводили виміри рівнів та витрат води на Південному Бугу та його притоках, була в 1950-1970 рр., а найбільша щільність гідрологічної мережі, на якій проводили виміри річкових наносів, – у 1970-1990 рр. [75].

Зростання мережі гідрологічних спостережень зумовлено необхідністю поглиблення вивчення режиму стоку води та стоку наносів для потреб практики [76]. У цей період розвивалось гідротехнічне будівництво на Південному Бугу та його притоках з метою регулювання річкового стоку для забезпечення потреб промисловості, сільського господарства та населення у водних ресурсах.

Усі гідрологічні пости входять до складу гідрометеорологічної служби. На двадцяти п'яти постах проводять вимірювання рівнів води, на двадцяти чотирьох постах – рівнів та витрат води, на дванадцяти постах визначають завислі наноси. Тринадцять постів належать до категорії реперних – тобто постів, на яких здійснюється вивчення багаторічних коливань та змін гідрологічного режиму під дією кліматичних та господарських чинників, а також приведення до тривалого ряду спостережень на інших гідрологічних постах.

Гідрологічна інформація з цих постів за допомогою різних технічних засобів зв'язку передається в організації гідрометеорологічної служби для цілей гідрологічного прогнозування та обслуговування споживачів. Шість гідрологічних постів (24 % від загальної кількості) мають тривалість спостережень за витратами води вісімдесят і більше років, сімнадцять постів (68 %) – шістдесят і більше років, а двадцять один пост (84 %) – п'ятдесят і більше років. На п'яти постах (42 %) тривалість спостережень за завислими наносами становить п'ятдесят і більше років, а на семи постах (58 %) – 40 і більше років [75].

Головним завданням режимних гідрологічних постів є вивчення зональних закономірностей гідрологічного режиму – стоку річок та елементів водного балансу річкових басейнів, а також рівнів, похилів та гідравлічних елементів, що безпосередньо характеризують водні об'єкти.

Замикаючим створом на Південному Бугу є гідрологічний пост Олександрівка, на якому спостереження ведуться з 1914 року. Середня багаторічна

витрата води тут становить $91 \text{ м}^3/\text{с}$ або $2870 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$. Максимальна витрата води зафіксована 08.04.1932 р. – $5320 \text{ м}^3/\text{с}$.

Гідрографи середньодадних витрат по водпосту Олександрівка за 2003-2014 роки наводяться на рис. 1.45.

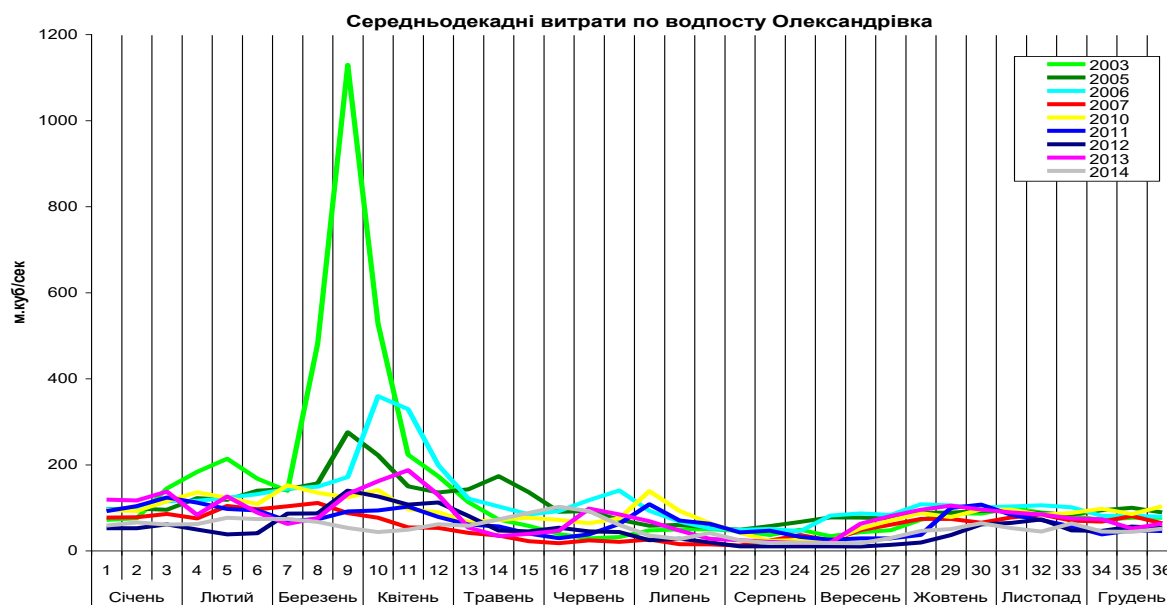


Рисунок 1.45 – Гідрографи середньодадних витрат по гідропосту Олександрівка за 2003-2014 роки

Таблиця 1.50 – Перелікдіючих гідрологічні постів розташованих в басейні річки Південний Буг

Код поста	Річка	Пост	Площа водозбору км ²	Період дії
81346	Південний Буг	Пирогівці	827	1964-2015
81348		Лелітка	4000	1926-46,1964-2015
81352		Сабарів	9010	1929-85,1990,1991
81361		Тростянчик	17400	1930-41,1946-2015
81363		Підгір'я	24600	1926-44,1958-2015
81365		Первомайськ	44000	1945-57
81801		Олександрівка	46200	1914-2015
81381	Іква	Стара Синява	439	1946-2015
81386	Згар	Літин	692	1931-2015
81393	Рів	Демидівка	1130	1916-18,1922-41,1944-2015
81396	Соб	Зозів	92,5	1946-2015
81408	Савранка	Осички	1740	1936-41,1953-2015
81414	Кодима	Катеринка	2390	1931-41,1944-2015
81417	Синюха	Синюхин Брід	16700	1925-2015
81421	Гнилий Тікач	Лисянка	1450	1945-2015
81430	Велика Вись	Ямпіль	2820	1926-2015
81433	Ятрань	Покотилове	2140	1962-2015
81438	Черний Ташлик	Тарасівка	2230	1933-43,1945-2015
81439	Мертвовід	Крива Пустош	252	1948-77,1978-2015
81446	Інгул	Кіровоград	840	1945-2015
81449		Седнівка	4770	1954-60,63-2015
81450		Новогорожене	6670	1931-41,1943-2015

1.5 Особливості внутрішньорічного розподілу річного стоку на річках України (на прикладі деяких суббасейнів)

Внутрішньорічний розподіл стоку річок залежить від місцевих і антропогенних факторів.

Регуляторами стоку виступають водні об'єкти сезонного і багаторічного регулювання (озера, водосховища). Карст обумовлює вирівнюванню річного стоку.

У короткі проміжки часу фактором, що вирівнює розподіл стоку, є лісовий покрив, що передає частину поверхневого стоку в підземний. Вищесказане відноситься до крупних водосховищ, що забезпечується ґрунтовим живленням. На таких водозборах максимальний запас зменшується, а лімітований збільшується.

Розподіл річного стоку річок за сезонами та місяцями обумовлено головним чином закономірностями внутрішньорічної зміни основних складових водного балансу: опадів та випаровування, які є зональними факторами формування стоків, а також впливом а зональних факторів: геоморфологічної будови басейну, гідрографічних та гідрогеологічних умов, характеру ґрунтів, рослинного покриву, господарську діяльність у басейнах річок.

Розрахунок внутрішньорічного розподілу стоку є одним із складних завдань, проте найважливішим у гідрологічному обґрунтуванні проектів сільськогосподарських ГЕС.

Фактори, що обумовлюють характер внутрішньорічного розподілу стоку, виявляються більш численними та їх вплив на внутрішньорічний стік менш вивчений, ніж умови, що визначають, наприклад, річні коливання стоку.

За достатньої гідрологічної вивченості річки завдання встановлення внутрішньорічного розподілу стоку зазвичай вирішується порівняно просто.

Для річок, не вивчених у гідрологічному відношенні або вивчених слабо, розрахунок розподілу стоку представляє складне завдання. Особливі складнощі виникають при розрахунку внутрішньорічного розподілу стоку для малих невивчених річок. Це пояснюється впливом місцевих фізико-географічних умов басейну, які викликають значні зміни в умовах харчування басейну і в розподілі стоку в порівнянні з розподілом стоку середніх і великих річок, розташованих в одній і тій же кліматичній зоні.

До таких місцевих фізико-географічних умов слід віднести наявність озер, боліт, лісу, що викликають природне регулювання стоку та перерозподіл його протягом року.

Оскільки на внутрішньорічний розподіл стоку впливає зміна кліматичних умов як усередині року, так і рік у рік, результати розрахунків внутрішньорічного

розподілу стоку виходять з меншою точністю, ніж при обчисленні норми стоку або середніх річних витрат. При розрахунках внутрішньорічного розподілу стоку зазвичай ставиться завдання визначення характеру розподілу стоку за сезонами (весна, літо, осінь, зима), місяцях і окремих випадках по декадам.

Розподіл стоку по сезонах протягом року може бути визначений дещо точніше, ніж розподіл стоку по місяцях і дрібніших інтервалах, з огляду на більшу стійкість характеристик стоку протягом тривалих періодів та можливості їх просторового узагальнення у вигляді карт ізоліній стоку по сезонах.

Розподіл стоку малих невивчених рік по місяцях може бути встановлений у кожному окремому випадку методом гідрологічної аналогії або за типовими схемами внутрішньорічного розподілу стоку.

При розрахунку сезонного розподілу стоку зазвичай розглядаються період весняної повені та період межені. Межений період у свою чергу зазвичай розбивається на літньо-осінню межу і зимову межу. Тривалість кожного сезону встановлюється за середньодобовими температурами повітря. Так, за початок весни приймається дата переходу середньодобової температури повітря від негативної до позитивної; за початок літа - дата підвищення середньої добової температури повітря більше 10°C , за початок осені - дата зниження температури повітря нижче 10°C і за початок зими - дата переходу середньої добової температури повітря від позитивної до негативної.

У різних кліматичних зонах тривалість окремих сезонів різна й у розрахунках округляється до місяців. Початок сезонів зазвичай відраховується з початку місяця.

1.5.1 Короткі відомості про об'єкти дослідження

Для дослідження і аналізу особливостей внутрішньорічного розподілу стоку на річках України обрані 2 суббасейни на території західної частини України, відповідно до сучасного гідрографічного районування [9]:

- Суббасейн Західного Бугу знаходиться в межах Волино–Подільської частини Європейської платформи [43]. Територія району української частини басейну річки Вісла розміщена в межах Львівської і Волинської областей (рис. 1.46). Річка Західний Буг є єдиною рікою, яка впадає в Балтійське море і відноситься до двадцяти найбільших річок України.

- Суббасейн Тиси в межах України повністю охоплює Закарпатську область країни і займає 12,8 тис. км² (2 % території країни) [43]. Суббасейн розташований у межах двох орографічних районів Закарпаття, а саме займає гірську та передгірську частини Карпат, з особливостями яких пов'язаний у значній мірі водний режим річок протягом року та під час паводків.

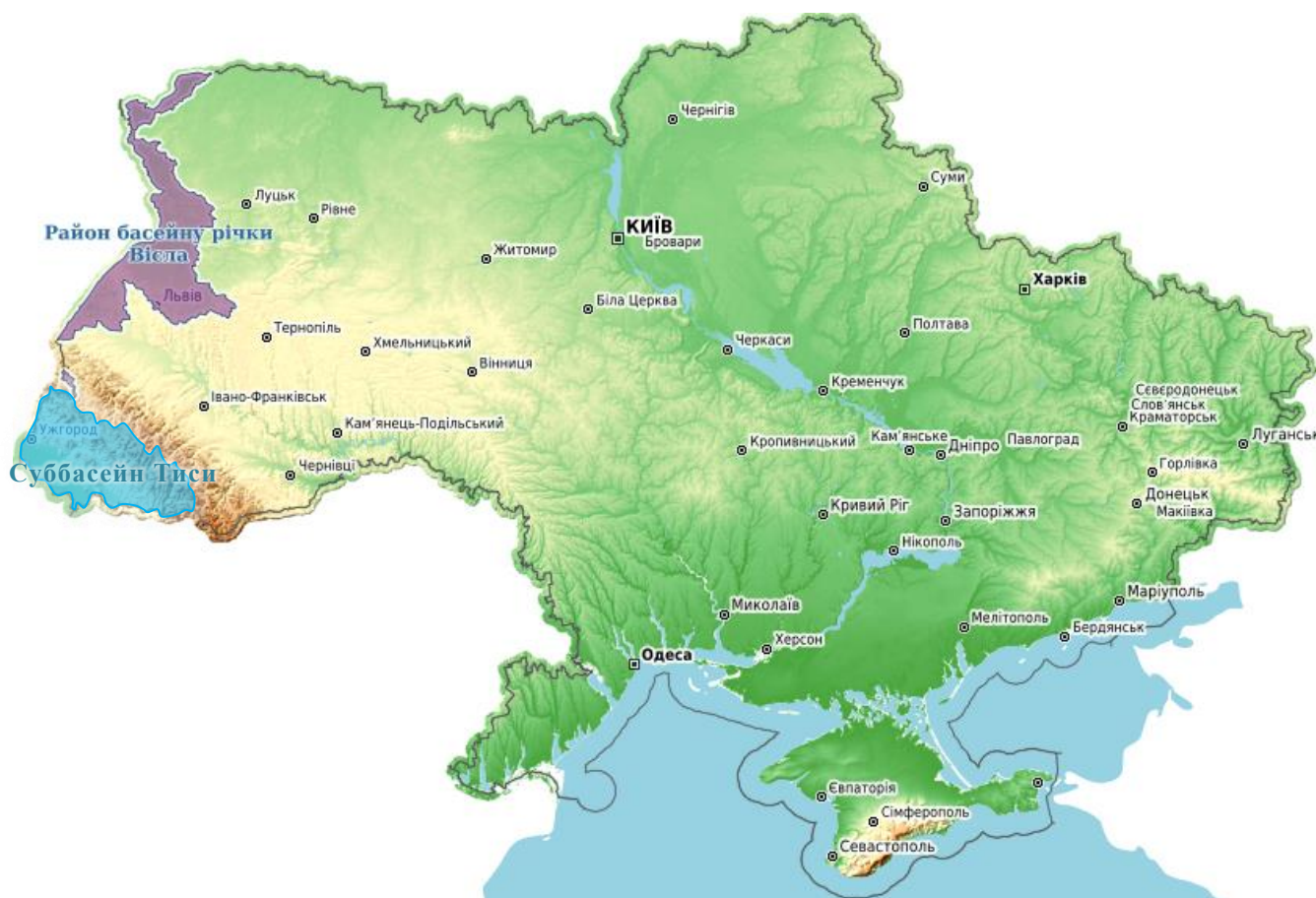


Рисунок 1.46 – Фізико-географічна карта України

1.5.2 Величина та багаторічна мінливість річного стоку по деяких суббасейнах України

Для дослідження величини, просторових змін та розподілу середньорічного стоку води в межах розглянутих територій використана інформація з 9 водозборів (суббасейн Західного Бугу) та 7 водозборів (суббасейн Тиси).

Як видно з рис. 1.47 на досліджуваній території 7 з 9 розглянутих водозборів мають синхронні коливання та зміни фаз водності, а також повні 2 цикли. Це дає підставу для прирівнювання середнього багаторічного модуля стоку до величини його норми.

А ще відмічається група з 2 водозборів (р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька (форма А), р. Полтва – м. Буськ (форма Б)) які також синхронні, проте за розглянутий період мають по одному циклу водності, на відміну від попередньої групи. Тобто у період з 1981 по 1997 на фоні багатоводної фази відмічався маловодний період, тоді як на інших водозборах чітко відмічається маловодна фаза.

Отже за розглянутий період по осередненій і згладженій кривій можна відмітити маловодну фазу до 1964 р., потім багатоводну - з 1965 р. по 1981 р., з 1982 р. по 1997 р. - маловодна, з 1998 р. по 2013 р. – багатоводна.

Водність річок характеризується кількістю води, що виноситься річкою за будь-який період часу у порівнянні із середнім значенням за цей же період часу.

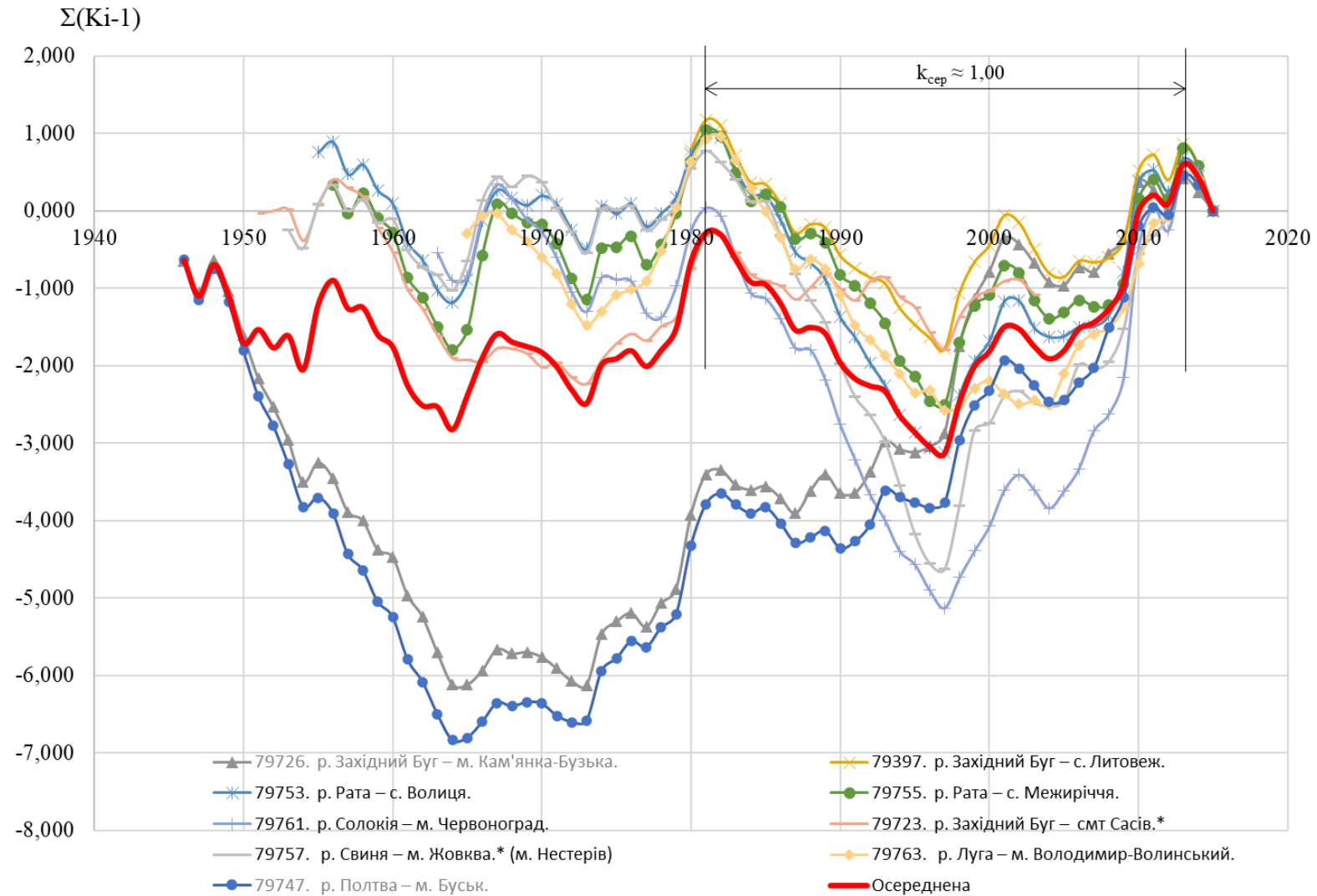


Рисунок 1.47 – Різницево-інтегральні криві середньорічних модулів стоку води на річках Західного Бугу

При вирішенні питання про однорідність необхідно проаналізувати хронологічний хід стоку в цих рядах з метою виявлення характеру можливих трендів, тобто тенденцій, спрямованих у бік збільшення або зменшення стоку. З цією метою будуються хронологічні графіки ходу гідрометеорологічних характеристик, приклади яких наводяться на рис. 1.48.

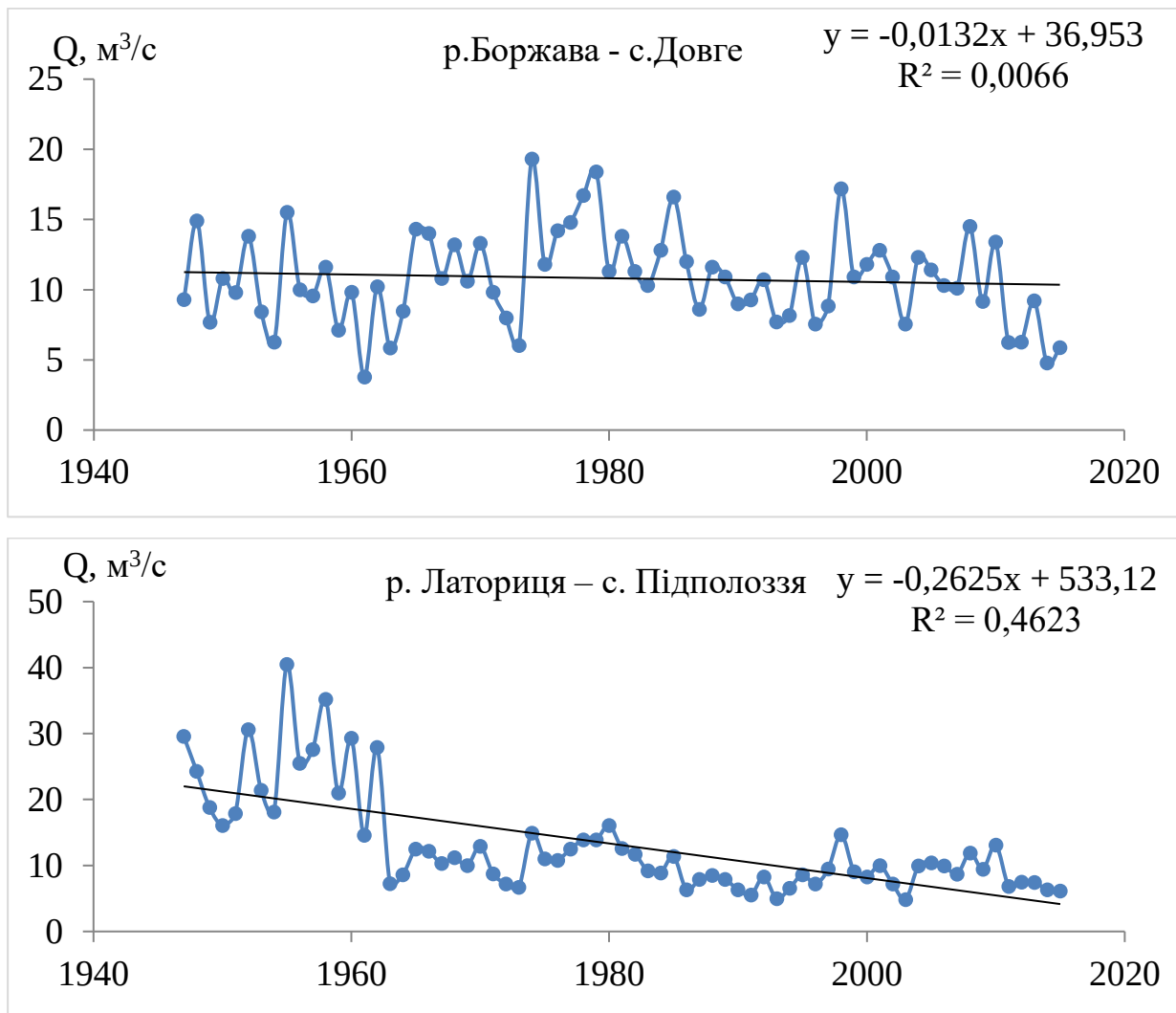


Рисунок 1.48 – Хронологічні графіки середньорічних витрат води на річках суббасейну Тиси

Для всіх постів, де встановлена наявність трендів, виконуються перевірка значущості коефіцієнтів кореляції перевіряючи нерівність вигляду $2\sigma_{r>r}$ (табл. 1.51).

Майже по всіх розглянутих водозборах відсутня значима тенденція до зміни величини стоку, окрім р. Латориця – с. Підполоззя, де відмічається значимий до зниження тренд (табл. 1.51, рис. 1.49).

Для досліджуваних водозборів Закарпатського гідрологічного району розраховані ординати ріхницево-інтегральних кривих та побудовано сумісний графік (рис. 1.50).

Аналізуючи рис. 1.50 слід відмітити, що на всіх річках починаючи з 2011 року розпочалась маловодна фаза, а перед цим відмічалась багатоводна, яка розпочалась з 1993-1997 рр. Усі розглянуті часові ряди середньорічних витрат води охоплюють один і більше повних циклів водності, що дозволить охопити усі варіанти водності років та надати надійнішу оцінку стоку води на річках Закарпатського гідрологічного району.

Коливання стоку на річках досліджуваної території майже синхронні та синфазні, окрім деяких випадків синфазності, так, наприклад, у 1964-1968 рр. на р. Латориця – м. Чоп була багатоводна фаза, тоді як на р. Біла Луга – с. Луги навпаки, маловодна.

Окремо, слід відмітити, що для р. Латориця – с. Підполоззя за весь період спостереження багатоводна фаза спостерігалась з 1947 р. по 1962 р., а потім настала тривала, більше 50 років, маловодна фаза (рис. 1.51).

Кліматичними, орографічними, гідрографічними і гідрогеологічними особливостями території визначаються особливості водного режиму річок. Досліджуваний район знаходиться у мінливих кліматичних і орографічних умовах, в зв'язку з чим процеси формування стоку на різних його частинах вельми складні і обумовлюють істотні відмінності в водному режимі. Тому характеризувати водний режим слід по ряду гідрологічних районів (рис. 1.49).

Таблиця 1.51 – Розрахунок трендів у рядах середньорічних витрат води на річках Закарпатського гідрологічного району

Річка - пост	Площа вобозбору, Гкм ²	п, роки спостережень	Рівняння тренду	r ²	г	σг	Висновок
р. Чорна Тиса - смт Ясіня	159	59	$y=0,0012x + 2,313$	0,0003	0,02	0,13	незначущий
р.Біла Тиса-с.Луки	189	60	$y=0,0012x + 2,313$	0,0471	0,22	0,12	незначущий
р.Боржава - с.Довге	408	68	$y=-0,0132x + 36,953$	0,0066	0,08	0,12	незначущий
р. Латориця – с. Підполоззя	324	68	$y=-0,2625x + 533,12$	0,4623	0,68	0,07	значущий
р.Латориця – м. Чоп	2870	59	$y=-0,0186x + 72,269$	0,0008	0,03	0,13	незначущий
р.Уж – м. Ужгород	1970	68	$y=-0,0336x + 95,542$	0,0073	0,09	0,12	незначущий
Р.Тиса–м. Рахів	1070	68	$y=0,0413x - 56,238$	0,0237	0,15	0,12	незначущий

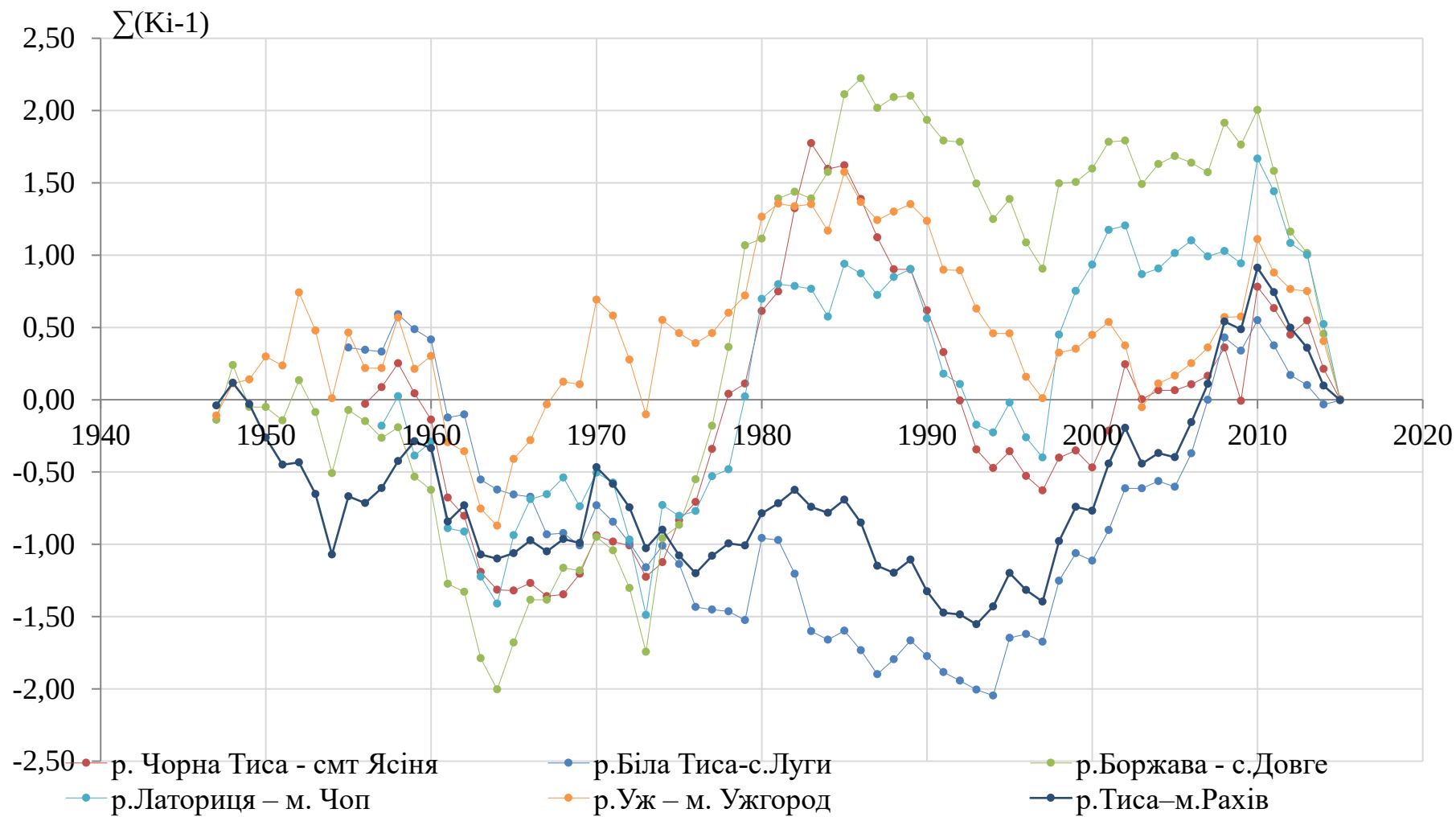


Рисунок 1.49 - Різницево-інтегральні криві середньорічних витрат води на річках суббасейну Тиси

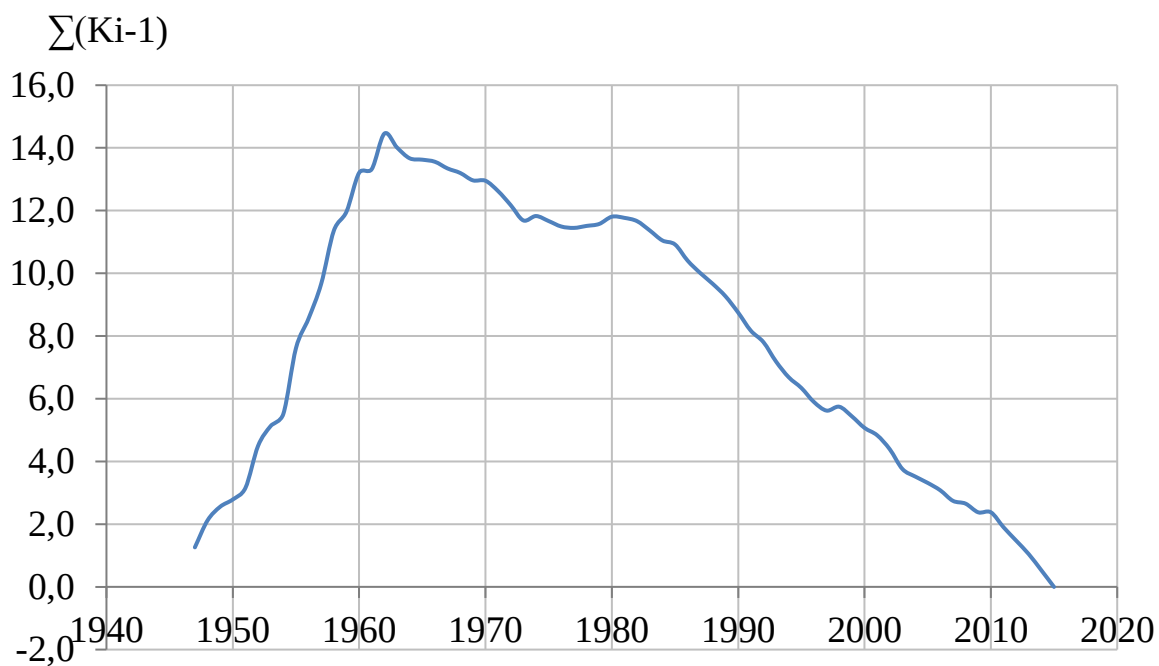


Рисунок 1.50 - Різницева інтегральна крива середньорічних витрат води
р. Латориця – с. Підполоззя

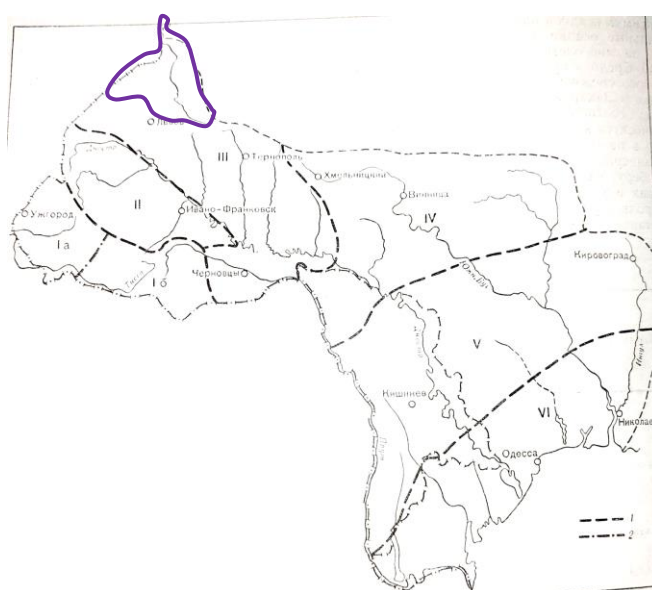


Рисунок 1.51 – Районування території за типом внутрішньорічного розподілу стоку малих (до 2000 км²) річок: III – Подільський гідрологічний район [43]

Досліджувана територія суббасейни річок Західний Буг розташовані у Подільському гідрологічного району, де протікають частково напівгірські а частково рівнинні річки.

Водотоки Подільського гідрологічного району за літературними джерелами [43] характеризуються добре вираженим весняним водопіллям, коли формується близько 40-45 % стоку, тоді як влітку формується лише 20 % від річного стоку води.

Середній багаторічний шар весняного водопілля річок у Подільському гідрологічному районі становить 60-100 мм. У особливо багатоводні роки 1 % ймовірності перевищення варто очікувати шари весняного стоку 100-150 мм.

Літня і зимова межень характеризується стійкістю, маловодністю і значною тривалістю, проте осінні підйоми спостерігаються після злив та рясних дощів.

Ранні строки початку підйому рівня весняного водопілля випереджають середні на 1-1,5 місяці, а пізні – запізнюються лише на 1-2 тижні.

Водопілля за часту проходить декількома хвилями, що особливо проявляється при ранньому вскритті та повернення холоду. Найвищі рівні води весняного водопілля на річках досліджуваного суббасейну спостерігаються у другій-третьій декаді березня на малих річках (до 2000 км²), а у теплі весни – у першій декаді лютого, тоді як у сніжні холодні – у перших числах квітня.

Максимальні рівні води. За даними моніторингової гідрометеорологічної мережі гідрологічних постів району басейну річки Вісла за весь період спостережень затоплення територій річковими водами відмічались неподалік 5 гідрологічних постів. За даними Львівського регіонального центру з гідрометеорології в межах усіх гідрологічних постів, поблизу яких відмічались затоплення територій з надзвичайними ситуаціями, абсолютні максимальні рівні води перевищували рівні води 10 % ймовірності перевищення. Величина перевищення рівнів 10 % забезпеченості є меншою за 1 м. Максимальні рівні води на річках району басейну річки Вісла не перевищували відмітки рівнів 1 % ймовірності перевищення в межах чотирьох гідрологічних постів, за виключенням річки Рата в с. Межиріччя Сокальського району.

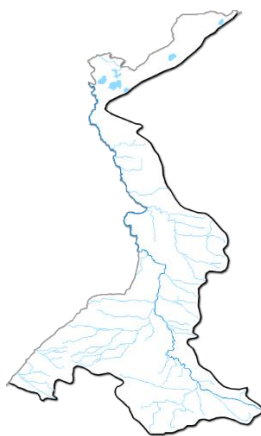


Рисунок 1.52 – Водні артерії басейну р. Західний Буг в межах України
(<https://river.land.kiev.ua/western-bug.html>)

Для дослідження величини річного стоку води на річках суббасейну Західного Бугу використані середньорічні модулі стоку по 9 водозборах з періодом спостереження від початку спостережень по 2015 рік, включно.

На першому етапі аналізу вихідної інформації по стоку було досліджено наявність повних циклів водності

Для річок суббасейну Західного Бугу були розраховані ординати різницево-інтегрованих кривих та побудовані, як видно на рис. 1.53.

Крім того було виконано осереднення цих кривих та згладжування по 3-хрічках.

Виявлені за допомогою згладжування групи циклів не завжди повністю відповідні періодам, одержаних за методом різницевих інтегральних кривих. В залежності від потреб проектування, наявності вихідних стокових даних та загальної тривалості розглядуваного періоду інтегральні криві будуються з різною докладністю: по добових, п'ятиденних, декадних, місячних, сезонних та річних інтервалах часу.

Як видно з рис. 1.53 на досліджуваній території 7 з 9 розглянутих водозборів мають синхронні коливання та зміни фаз водності, а також повні 2 цикли. Це дає підставу для прирівнювання середнього багаторічного модуля стоку до величини його норми.

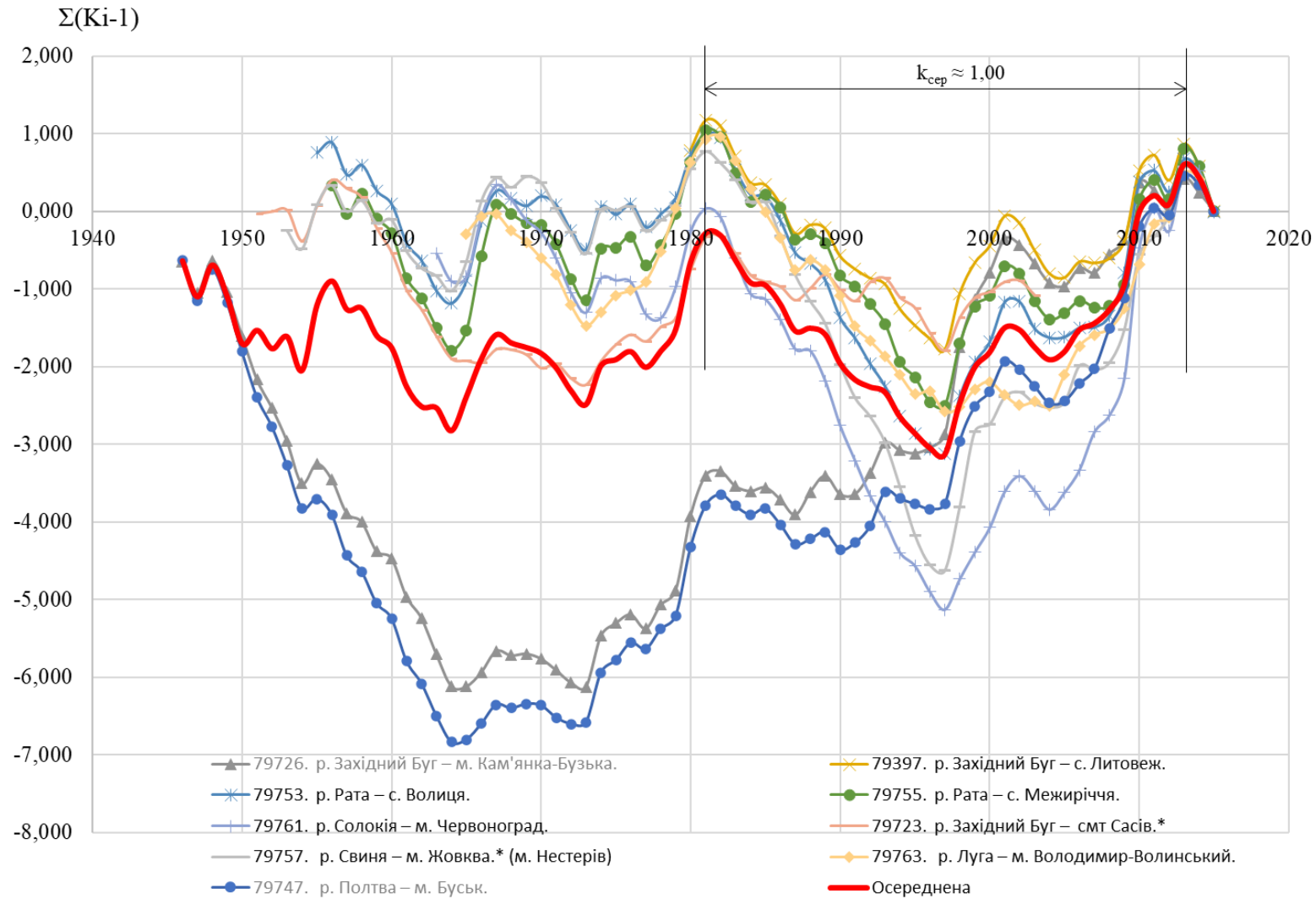


Рисунок 1.53 – Різницево-інтегральні криві середньорічних модулів стоку води на річках Західного Бугу

А ще відмічається група з 2 водозборів (р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька (форма А), р. Полтва – м. Буськ (форма Б)) які також синхронні, проте за розглянути період мають по одному циклу водності, на відміну від попередньої групи. Тобто у період з 1981 по 1997 на фоні багатоводної фази відмічався маловодний період, тоді як на інших водозборах чітко відмічається маловодна фаза.

Отже за розглянутий період по осередненій і згладженій кривій можна відмітити маловодну фазу до 1964 р., потім багатоводну - з 1965 р. по 1981 р., з 1982 р. по 1997 р. - маловодна, з 1998 р. по 2013 р. – багатоводна.

Досліджувана територія характеризується різноманітністю фізико-географічних умов, а саме напівгірська частина розташована на висоті 400 м над рівнем моря.

У рівнинній частині території суббасейну річки Західний Буг річна сума опадів коливається в межах 600-650 мм [42], при цьому водність річок характеризуються середньорічною величиною модуля стоку, що коливається в межах 2,76-5,10 л/(с·км²) [42].

Норма природного річного стоку річок Західної України за узагальненими по 1965 рік даними наведена у вигляді карти ізоліній (рис. 1.54).

Наведена на рис. 2.4 карто-схема з ізолініями норми природного стоку була узагальнена на підставі даних спостережень по 1965 р. Досліджуваний суббасейн на той час мав не значну тривалість спостережень від 2 до 21 років (рис. 1.55).

Виходячи з наявності повних циклів водності (що охоплюють наявні періоди спостереження ній) за вказаними вище пунктами, стік по території наведено до розрахункового багаторічного періоду. Це виконано графічним шляхом для всіх пунктів, що мають тривалість спостережень 6 років та більше; для окремих пунктів, період, спостережень за якими не перевищує 4-6 років такі зв'язки дуже наближені. Коефіцієнти кореляції, що характеризують тісноту зв'язку між стоком розрахункового та опорного пунктів для річок різних басейнів, мають такі значення: для річок басейну Вісли - 0,84-0,96.



Рисунок 1.54 - Норми природного річного стоку річок Західної України та Молдови, л/(с·км²) [42]

Таблица 56

Характеристика качества материалов по стоку

№ по табл. 41	Река — пункт	Период наблюдений	Наибольший расход воды за период наблюдений, м ³ /сек				Наименьший расход воды за период наблюдений, м ³ /сек								Примечание	
			измеренный	год	вычисленный	год	летний				зимний					
							измеренный	год	вычисленный	год	измеренный	год	вычисленный	год		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	

Бассейн р. Висла

2	Вишня — с. Твержа	1954—65	72,9	1964	73,2	1964	0,27	1963	0,26	1963	0,18	1964	0,17	1964	
3	Западный Буг — пгт Са- сов	1951—65	18,7	1955	18,7	1955	0,17	1954	0,17	1954	0,25	1964	0,17	1964	
4	Западный Буг — г. Ка- менка Бугская	1946—65	209	1952	(222)	1952	0,99	1952	0,95	1952	0,46	1947	0,46	1947	
5	Западный Буг — с. Стрыганка ²	1959, 1960	58,7	1960	68,7	1960	2,20	1959	1,45	1960	—	—	—	—	
6	Западный Буг — г. Со- каль	1957—65	397	1964	413	1964	3,16	1963	3,15	1963	4,55	1961	3,46	1964	
7	Полтва — с. Пельтев	1948—65	56,4	1965	64,3	1948	0,40	1943	0,14	1961	0,54	1961	0,083	1954	
8	Полтва — г. Бук	1945—65	98,9	1965	102	1948	0,65	1946	0,64	1951	0,50	1953	0,33	1953	
9	руч. Каменка — г. Ка- менка Бугская	1960—65	13,4	1964	14,8	1964	0,003	1961	0,003	1961	0,010	1964	0,010	1964	
11	руч. Холовека — х. Бирок	1948—60	5,27	1966	5,54	1956	0,004	1959	0,004	1959	0,007	1950	0,003	1953	
12	Рата — с. Волина	1955—65	146	1964	153	1964	1,67	1959	0,65	1959	0,73	1961	0,55	1962	
13	Рата — с. Межеречье	1955—65	181	1965	186	1965	0,94	1961	0,77	1963	0,83	1961	0,73	1959	
14	Свиня — г. Нестеров	1953—65	11,8	1964	15,8	1964	0,034	1954	0,033	1959	0,039	1964	0,036	1954, 1964	
15	Желец — х. Луговое	1949—65	31,0	1956	33,3	1956	0,001	1961	0,001	1961	0,002	1954, 1961	0,002	1954, 1964	

Рисунок 1.55 - Фрагмент таблиці 56 «Характеристика якості матеріалів по стоку», що приведена у РПВ СРСР [42], до 1965 року

Виходячи з наявності повних циклів водності (що охоплюють наявні періоди спостереження) за вказаними вище пунктами, стік по території наведено до

розрахункового багаторічного періоду. Це виконано графічним шляхом для всіх пунктів, що мають тривалість спостережень 6 років та більше; для окремих пунктів, період, спостережень за якими не перевищує 4-6 років такі зв'язки дуже наближені. Коефіцієнти кореляції, що характеризують тісноту зв'язку між стоком розрахункового та опорного пунктів для річок різних басейнів, мають такі значення: для річок басейну Вісли - 0,84-0,96.

За сформованою базою вихідної інформації по середньорічним модулям стоку були побудовані хронологічні графіки по всіх досліджуваних водозборах з метою визначення та оцінки тенденцій у часових рядах спостережень.

На рис. 1.56 приведено суміщені хронологічні графіки ходу середньорічних модулів річного стоку, а також осереднена крива. Як можна відмітити, що всі ряди синхронні.

У табл. 1.52 приведені результати визначення трендів та оцінено їх значимість. Так для р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, р. Солокія – м. Червоноград та р. Полтва – м. Буськ маємо значимі до збільшення тенденцію у величинах середньорічних модулів стоку.

Наступним кроком було здійснено оцінку статистичних параметрів середньорічних модулів стоку на річках суббасейну Західного Бугу використовуючи метод моментів та метод найбільшої правдоподібності.

Результати розрахунків зведені у табл. 1.53. В результаті статистичної обробки по 9 водозборах на території суббасейну річки Західний Буг встановлено, що середньорічний модуль стоку коливається від $3,506 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ (р. Луга – м.Володимир-Волинський) до $12,702 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ (р. Західний Буг – смт Сасів). Коефіцієнти варіації для середньорічних модулів річного стоку за методом моментів коливаються в межах 0,237 (р. Західний Буг – м. Сасів) – 0,443 (р. Солокія – м. Червоноград), а за методом найбільшої правдоподібності – 0,239 (р. Західний Буг – смт Сасів) – 0,446 (р. Солокія – м. Червоноград).

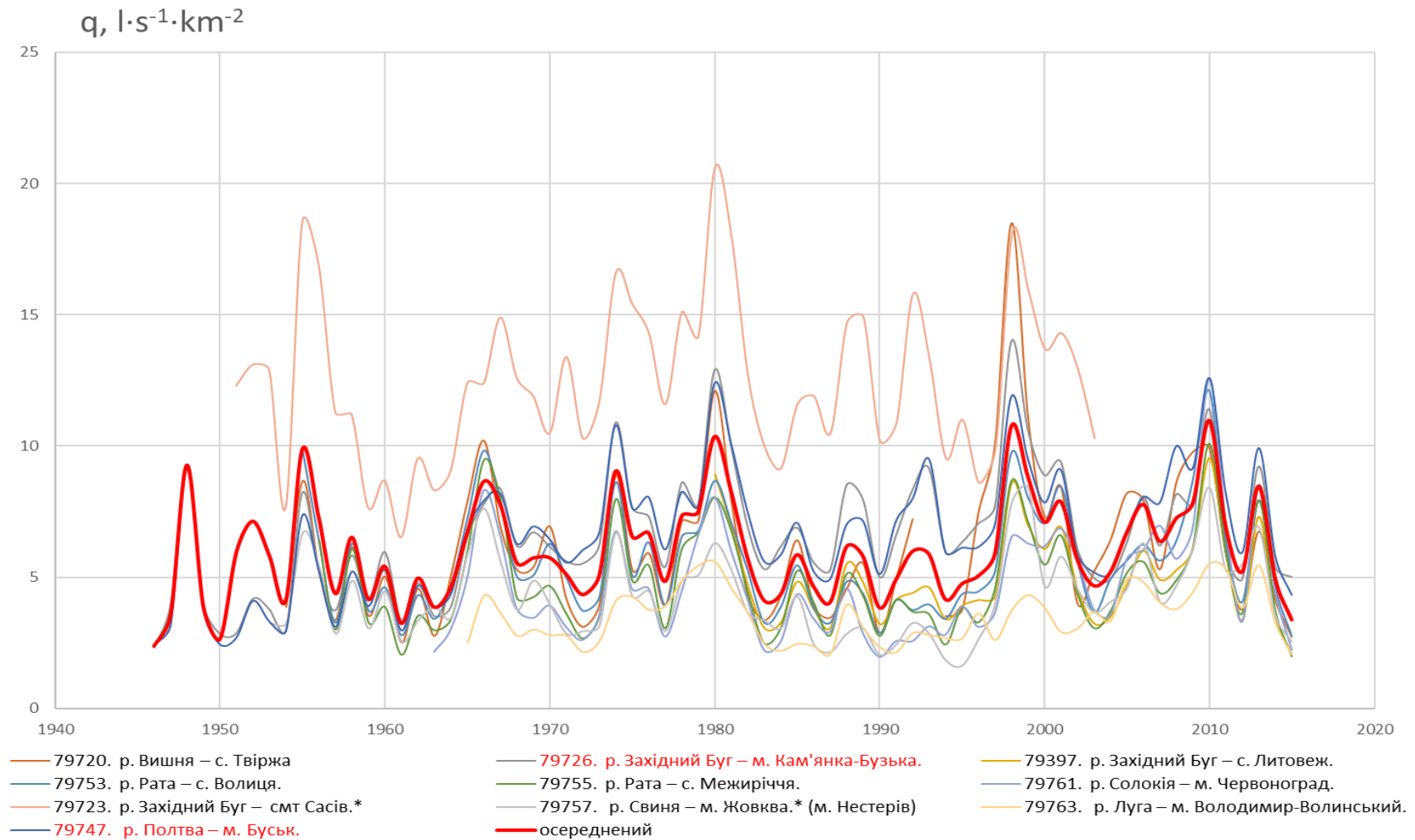


Рисунок 1.56 – Суміщені хронологічні графіки ходу модулів середньорічного стоку на річках суббасейну
Західного Бугу

Таблиця 1.52 – Оцінка трендів часових рядів середньорічних модулів стоку річного стоку для річок суббасейну Західного Бугу за даними по 2015 рік, включно

№ за/п	Річка - пост	F, км ²	n, років	Рівняння тренду	r ²	r	σ _r	2*σ _r	Висновок (r>2σ _r)
1	Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька	2350	70	$y = 0,0497x - 91,813$	0,182	0,427	0,098	0,196	так
2	Західний Буг – с. Литовеж	6740	36	$y = 0,0115x - 18,005$	0,0047	0,069	0,166	0,332	ні
3	Рата – с. Волиця	1140	61	$y = 0,0101x - 14,454$	0,0076	0,087	0,127	0,254	ні
4	Рата – с. Межиріччя	1740	60	$y = 0,0095x - 13,971$	0,0077	0,088	0,128	0,256	ні
5	Солокія – м. Червоноград	931	53	$y = 0,0363x - 67,479$	0,0715	0,267	0,128	0,255	так
6	Західний Буг – смт Сасів	107	65	$y = 0,0286x - 44,014$	0,0209	0,145	0,121	0,243	ні
7	Полтва – м. Буськ	1440	70	$y = 0,0595x - 111,28$	0,2612	0,511	0,088	0,177	так
8	Свиня – м. Жовква	98,6	63	$y = 0,0124x - 20,259$	0,0193	0,139	0,124	0,247	ні
9	Луга – м. Володимир-Волинський	1270	51	$y = 0,0157x - 27,711$	0,0521	0,228	0,133	0,265	ні

Таблиця 1.53 – Розраховані статистичні параметри часових рядів спостереження середньорічних модулів стоку, станом на 2015 рік для річок суббасейну Західного Бугу

№ за/п	Річка - пост	F, км ²	n, років	q, м ³ /(с·км ²)	Метод моментів				Метод найбільшої правдоподібності			σq
					Cv	Cs	r(1)	Cs/Cv	Cv	Cs	Cs/Cv	
1	Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька	2350	70	6,583	0,357	0,727	0,432	2	0,36	0,788	2,2	4,3
2	Західний Буг – с. Литовеж	6740	36	4,991	0,351	0,94	0,365	2,7	0,353	1,087	3,1	5,9
3	Рата – с. Волиця	1140	61	5,581	0,365	0,976	0,428	2,7	0,363	1,091	3	4,6
4	Рата – с. Межиріччя	1740	60	4,818	0,389	0,887	0,348	2,3	0,391	0,963	2,5	5,0
5	Солокія – м. Червоноград	931	53	4,686	0,443	1,275	0,481	2,9	0,446	1,502	3,4	6,1
6	Західний Буг – смт Сасів	107	65	12,702	0,237	0,304	0,409	1,3	0,239	0,344	1,4	3,0
7	Полтва – м. Буськ	1440	70	6,579	0,358	0,404	0,516	1,1	0,36	0,443	1,2	4,3
8	Свиня – м. Жовква	98,6	63	4,278	0,378	0,767	0,482	2	0,382	0,842	2,2	4,8
9	Луга – м. Володимир-Волинський	1270	51	3,506	0,288	0,475	0,614	1,6	0,293	0,532	1,8	4,1
			59					2,1			2,3	4,7

Коефіцієнти асиметрії мають більший діапазон коливань, при цьому середнє співвідношення $C_s/C_v = 2,3$. Для території суббасейну р. Західний Буг прийнято середнє співвідношення C_s/C_v прийнято на рівні 2,5 для середньорічного модуля річного стоку.

Отримані результати статистичної обробки будуть у подальшому використані для розробки методики визначення характеристик річного стоку для невивчених у гідрологічному відношенні річок суббасейну річки Західний Буг.

У даному розділі проведена перевірка на однорідність часових рядів середньорічних модулів стоку показала, що часові ряди по окремих водозборах виявили значиму неоднорідність. На наш погляд, природа такої неоднорідності пов'язана зі структурою часових рядів з тривалими фазами багатоводних і маловодних періодів коливання стоку річок. Побудовані різницеві інтегральні криві по рядах річних модулів стоку показали, що в цілому для річок Закарпаття коливання річного стоку характеризуються синфазністю. Дослідження наявності у часових змінах водності трендів показали відсутність однозначної чітко вираженої тенденції до змін у рядах річного стоку із часом: тренди або відсутні, або їх спрямованість не співпадає на різних річках. Перевірка точності вихідної інформації по річному стоку у для річок суббасейну Західний Буг знаходиться на рівні 4,7 %, що повною мірою відповідає вимогам нормативних документів з розрахункових гідрологічних характеристик.

1.5.3 Розрахункові схеми внутрішньорічного розподілу стоку на досліджуваних суббасейнах

Внутрішнє розподіл стоку залежить від місцевих і антропогенних факторів. Регуляторами стоку виступають водні об'єкти сезонного і багаторічного регулювання (озера, водоохорони). Карст способствує вирівнюванню річного стоку. У короткій проміжку часу фактором, що вирівнює розподіл стоку, є лісова

покрив, що передає частину поверхневого стоку в підземний. Сказанное вище відноситься до крупним водоймів, забезпеченим ґрунтовим харчуванням. На таких водозборах максимальний запас зменшується, а лімітований збільшується.

Розподіл річного стоку річок за сезонами та місяцями обумовлено головним чином закономірностями внутрішньорічної зміни основних складових водного балансу: опадів та випаровування, які є зональними факторами формування стоків, а також впливом а зональних факторів: геоморфологічної будови басейну, гідрографічних та гідрогеологічних умов, характеру ґрунтів, рослинного покриву, господарську діяльність у басейнах річок.

Відповідно до районування територій за типом внутрішньорічного розподілу стоку малих (до 2000 км²) річок досліджувана територія відноситься до Подільського гідрологічного району.

До зони рівнинних річок Подільського гідрологічного району відноситься басейн верхньої течії Західного Бугу, де річки протікають у широких долинах та мають незначний уклін. Для річок даної зони властиві чітко виражена весняна повінь та низька межень, що інколи порушується короткочасними зливовими паводками влітку і більш тривалі восени.

Проаналізуємо середню багаторічну величину річного і сезонного стоку за узагальненими даними до 1965 року за таблицею 69 наведеною у монографії [42] по опорних пунктах.

В межах досліджуваної території суббасейну Західного Бугу для 5 опорних станцій станом на 1965 рік тривалість спостережень 13-19 років при площі водозборів від 46,0 км² (р. Холоевка – х.Бірюк) до 2260 км² (р. Західний Буг – м. Кам'янка Бузьська). Середній шар стоку за рік коливається в межах 122,1 мм до 346 мм, а по сезонах:

- весною 53,9-120 мм (34,7-45,7 %);
- влітку 20,0-81,0 мм (16,4-23,4 %);
- восени 10,7-69,0 мм (8,8-20,0 %);
- взимку 33,0-76,0 мм (21,9-29,1 %).

Проаналізувавши дані спостережень рядів за наявний період спостережень по 2015 рік, включно, по 9 діючих постах маємо наступний розподіл стоку в межах сезонів (рис. 1.57):

- весна 30,3-40,9 %;
- літо 19,1-26,1 %;
- осінь 14,2-21,4 %;
- зима 21,0-23,6 %.

Природний стік межах року та з року в рік розподіляється нерівномірно. Він не збігається із змінами потреб у воді різних галузей народного господарства. У зв'язку з цим постає потреба у штучному перерозподілі стоку щодо часу, створюючи ставки та водосховища.

Комплекс розрахунків, пов'язаних з визначенням елементів балансу припливу і споживання (корисної віддачі) у створюваних водосховищах, називається водогосподарськими розрахунками, які розв'язують дві основні задачі. Перше з них — ще збільшення малих витрат, при такому регулюванні води використовуються стік річки. При досить місткому водосховищі вирівнювання стоку можна довести до величини, близької до середньої багаторічної витрати. Друге завдання полягає у зменшенні високих витрат води, коли мова йде про боротьбу із повеннями на ділянці річки нижче від споруди, або зменшення розмірів водопропускних отворів гідротехнічних споруд.

Найповніше водні ресурси використовуються при комплексному їх використанні, при якому одночасно найдоцільніше та з найменшими затратами задовольняються потреби кількох галузей водного господарства: водопостачання, зрошення, обводнення, гідроенергетики, водного транспорту тощо.

Склад окремих комплексів визначається тими вимогами, які в даних конкретних умовах ставлять водному господарству галузі народного господарства, що ним обслуговуються. Найчастіше елементами комплексу є водопостачання, гідроенергетика, водний транспорт.

До складу багатьох комплексів крім того входять зрошення, обводнення, осушення, боротьба із затопленням, рибне господарство та ін.

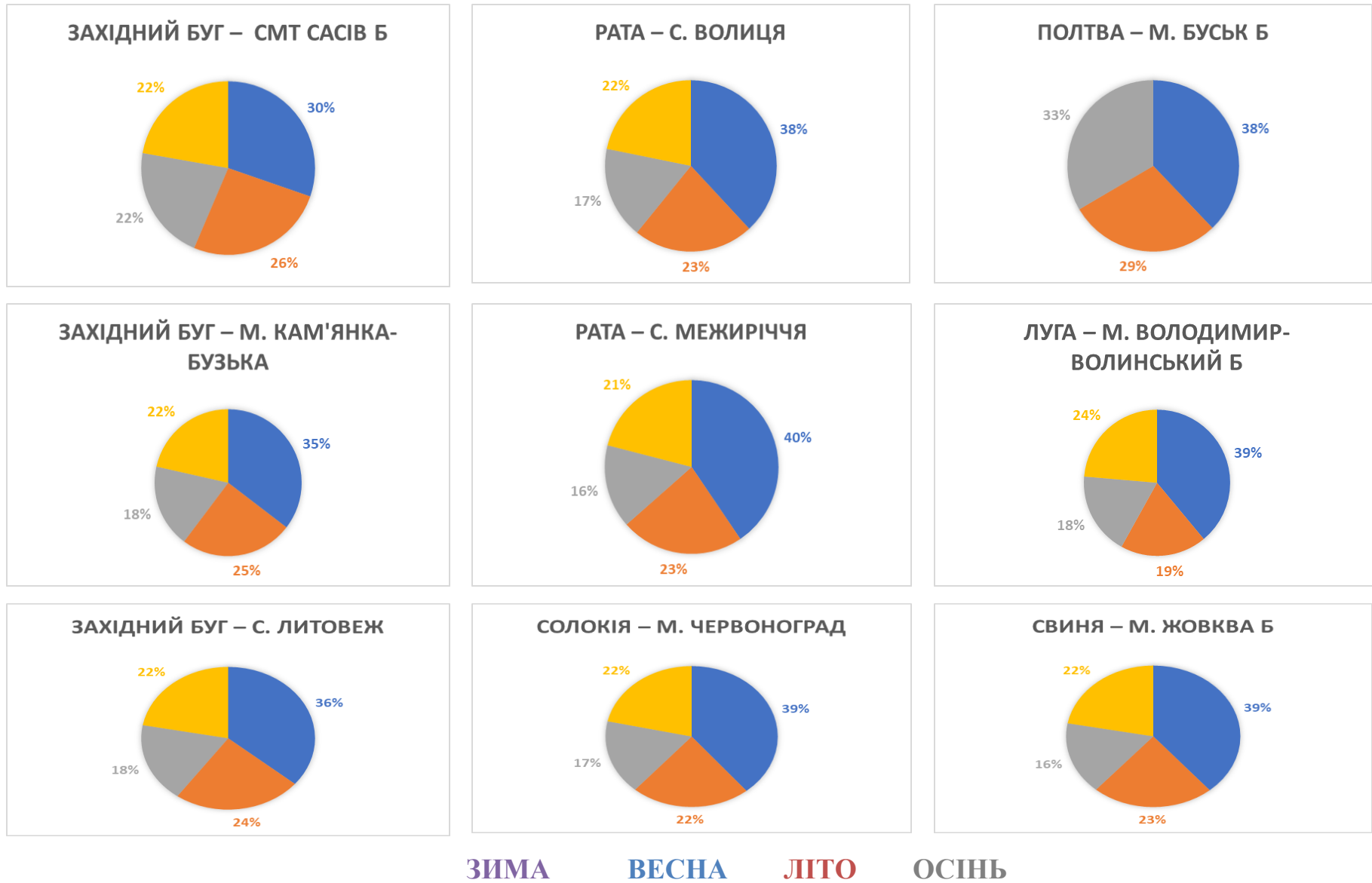


Рисунок 1.57 – Розподіл стоку по сезонах за узагальненими даними по 2015 рік на річках суббасейну Західного Бугу

Різні галузі водного господарства ставлять і різні, часто суперечливі вимоги до водних ресурсів. Для гідроенергетики вода є носієм енергії, яку виробляють гідроелектростанції. Вода, що пройшла через турбіни гідроелектростанції, може бути знову використана розташованою нижче гідроелектростанцією або для водопостачання, зрошення тощо. Вода ж, що подається на поля і для водопостачання (воно ставить високі вимоги до якості води), значною мірою використовується безповоротно.

Місткість водосховища, потрібна для задоволення споживання в періоди нестач припливу, визначається величиною цих нестач. Якщо в розрахунковому році лише протягом одного періоду є нестачі, то потрібний об'єм водосховища дорівнює дефіциту припливу за цей період. Коли ж у розрахунковому році буде кілька періодів з дефіцитами припливу, то потрібна місткість водосховища визначається не тільки величиною нестач, а й їх взаємним чергуванням.

Проаналізуємо середню багаторічну величину річного і сезонного стоку за узагальненими даними до 1965 року за таблицею 69 наведеною у монографії [42] по опорних пунктах.

В межах досліджуваної території суббасейну Західного Бугу для 5 опорних станцій станом на 1965 рік тривалість спостережень 13-19 років при площі водозборів від 46,0 км² (р. Холоевка – х.Бірюк) до 2260 км² (р. Західний Буг – м. Кам'янка Бузьська). Середній шар стоку за рік коливається в межах 122,1 мм до 346 мм, а по сезонах:

- весною 53,9-120 мм (34,7-45,7 %);
- влітку 20,0-81,0 мм (16,4-23,4 %);
- восени 10,7-69,0 мм (8,8-20,0 %);
- взимку 33,0-76,0 мм (21,9-29,1 %).

Таблиця 1.54 – Розрахунковий розподіл стоку по місяцях (у % від річного) за багаторічний період на річках суббасейну Західний Буг

№ за/п	Річка - пост	F, км ²	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька	2350	7,4	9,0	13,6	12,9	8,2	8,9	7,6	6,6	5,7	5,9	6,8	7,3
2	Західний Буг – с. Литовеж	6740	8,3	9,4	12,9	13,7	8,5	8,5	6,9	6,5	5,7	5,8	6,2	7,5
3	Рата – с. Волиця	1140	7,5	10,3	14,4	13,4	7,9	7,8	7,0	5,8	5,4	6,1	6,8	7,6
4	Рата – с. Межиріччя	1740	7,4	10,1	15,9	14,6	8,2	8,2	6,6	5,5	4,6	5,4	6,4	7,2
5	Солокія – м. Червоноград	931	8,0	10,2	14,8	14,0	8,4	7,9	6,1	5,5	5,6	5,9	6,4	7,1
6	Західний Буг – смт Сасів Б	107	7,4	8,1	10,7	11,4	8,8	9,0	8,3	7,3	7,2	6,9	7,3	7,5
7	Полтва – м. Буськ Б	1440	7,5	9,5	13,5	12,1	8,2	8,8	7,5	6,6	5,9	6,1	6,9	7,3
8	Свиня – м. Жовква Б	98,6	7,3	10,2	15,6	13,0	8,1	8,3	6,3	5,5	4,9	6,1	7,3	7,5
9	Луга – м. Володимир-Волинський Б	1270	7,9	10,0	16,1	12,9	7,1	6,2	5,8	5,4	5,5	7,4	7,8	7,9

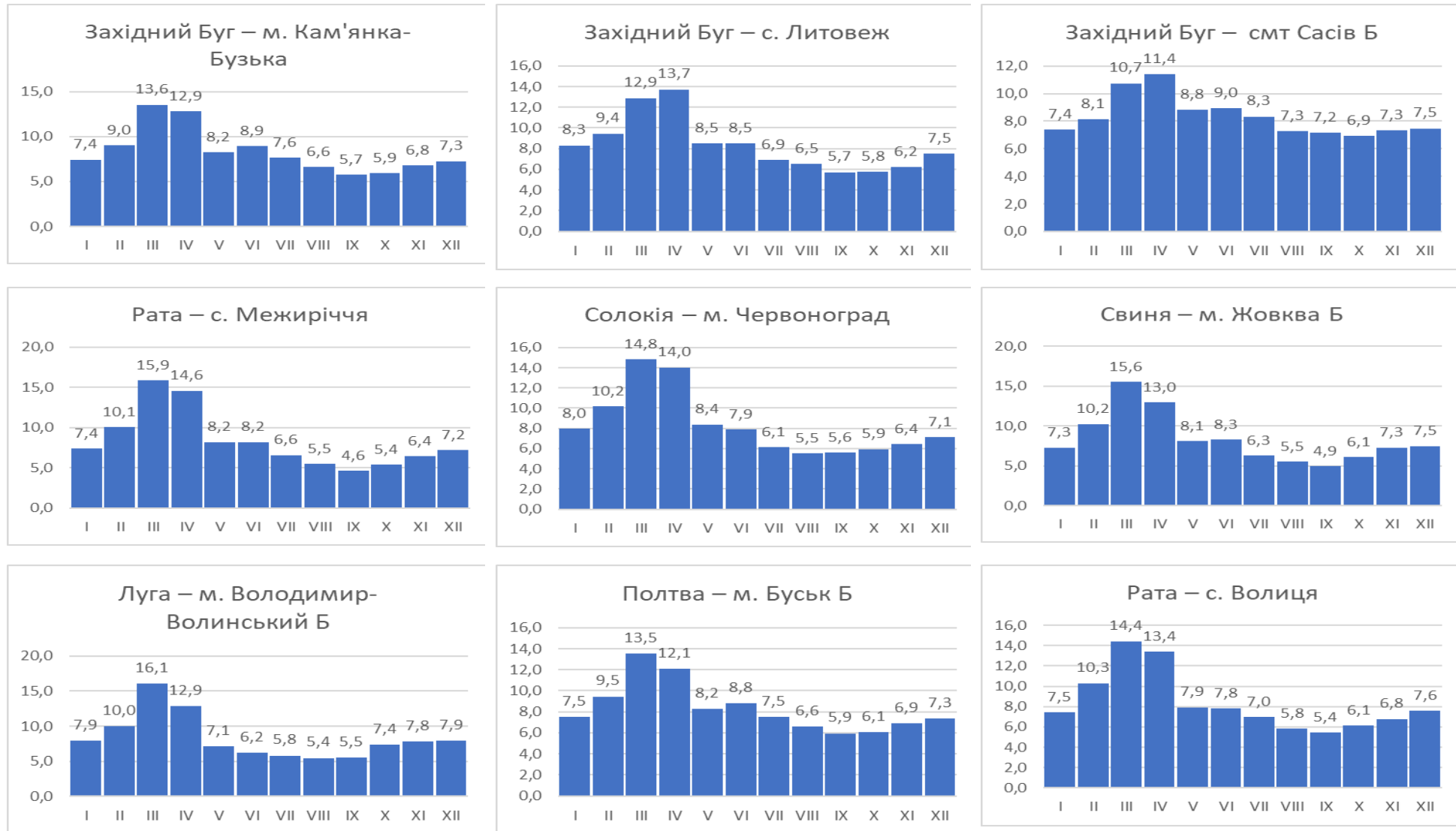


Рисунок 1.58 – Типові схеми внутрішньорічного розподілу стоку води на річках суббасейну Західного Бугу за багаторічний період наявних спостережень

Проаналізувавши дані спостережень рядів за наявний період спостережень по 2015 рік, включно, по 9 діючих постах маємо наступний розподіл стоку в межах сезонів (рис. 1.58):

- весна 30,3-40,9 %;
- літо 19,1-26,1 %;
- осінь 14,2-21,4 %;
- зима 21,0-23,6 %.

Природний стік межах року та з року в рік розподіляється нерівномірно. Він не збігається із змінами потреб у воді різних галузей народного господарства. У зв'язку з цим постає потреба у штучному перерозподілі стоку щодо часу, створюючи ставки та водосховища.

Комплекс розрахунків, пов'язаних з визначенням елементів балансу припливу і споживання (корисної віддачі) у створюваних водосховищах, називається водогосподарськими розрахунками, які розв'язують дві основні задачі. Перше з них — ще збільшення малих витрат, при такому регулюванні води використовуються стік річки. При досить місткому водосховищі вирівнювання стоку можна довести до величини, близької до середньої багаторічної витрати. Друге завдання полягає у зменшенні високих витрат води, коли мова йде про боротьбу із повеннями на ділянці річки нижче від споруди, або зменшення розмірів водопропускних отворів гідротехнічних споруд. Найповніше водні ресурси використовуються при комплексному їх використанні, при якому одночасно найдоцільніше та з найменшими затратами задовольняються потреби кількох галузей водного господарства: водопостачання, зрошення, обводнення, гідроенергетики, водного транспорту тощо.

Склад окремих комплексів визначається тими вимогами, які в даних конкретних умовах ставлять водному господарству галузі народного господарства, що ним обслуговуються. Найчастіше елементами комплексу є водопостачання, гідроенергетика, водний транспорт.

До складу багатьох комплексів крім того входять зрошення, обводнення, осушення, боротьба із затопленням, рибне господарство та ін.

Різні галузі водного господарства ставлять і різні, часто суперечливі вимоги до водних ресурсів. Для гідроенергетики вода є носієм енергії, яку виробляють гідроелектростанції. Вода, що пройшла через турбіни гідроелектростанції, може бути знову використана розташованою нижче гідроелектростанцією або для водопостачання, зрошення тощо.

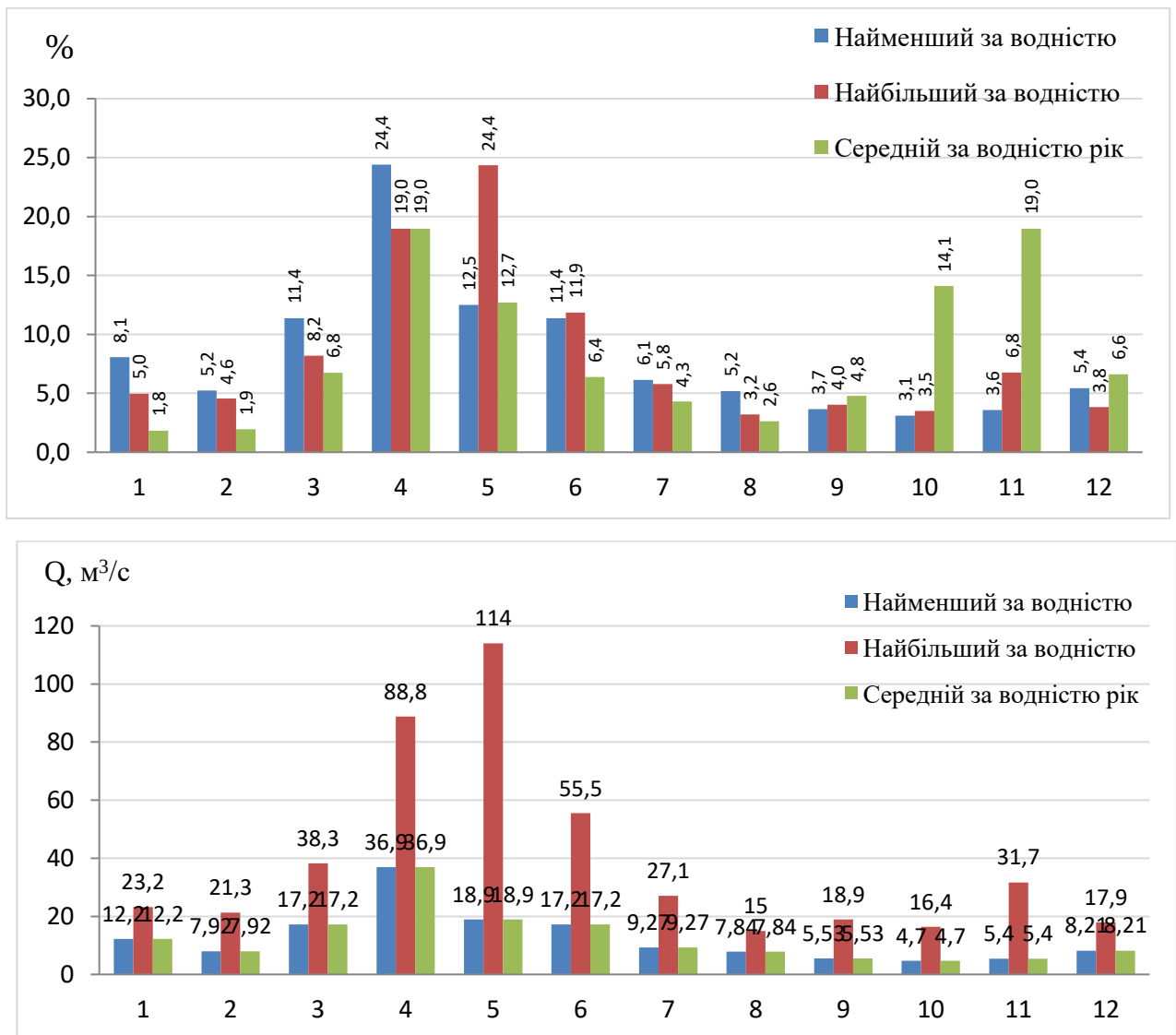


Рисунок 1.59 - Внутрішньорічний розподіл стоку р. Тиса – м.Рахів за моделями характерних років (1 – у %, 2 - у м³/с)

Місткість водосховища, потрібна для задоволення споживання в періоди нестачі припливу, визначається величиною цих нестач. Якщо в

розрахунковому році лише протягом одного періоду є недостачі, то потрібний об'єм водосховища дорівнює дефіциту припливу за цей період. Коли ж у розрахунковому році буде кілька періодів з дефіцитами припливу, то потрібна місткість водосховища визначається не тільки величиною недостач, а й їх взаємним чергуванням.

Основні результати роботи авторів наведені в роботах [78, 79].

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК БУДОВИ РІЧКОВОЇ МЕРЕЖІ (НА ПРИКЛАДІ СУББАСЕЙНУ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ) З ВИКОРИСТАННЯМ GIS ТЕХНОЛОГІЙ

2.1 Загальні положення

Картографування природних поверхонь (флювіального рельєфу, морського дна, високогірних плато, гір тощо) або процесів/явищ (океанічних течій, атмосферних фронтів, опадів тощо) це спосіб кристалізації стану певної складової середовища в певному просторово-часовому проміжку. Однак враховуючи, що геосфери Землі це динамічні, коеволюційні структури, де кожен елемент змінюється як в кількісних, так і в якісних відношеннях, то за таких умов картографічні дані потребують постійного оновлення та актуалізації. Водночас з цим в картографуванні гетерогенної місцевості (в нашому випадку – річкових басейнів) існує *проблема щодо вибору масштабу*, величина якого безпосередньо впливає на топографічне «відображення» руслової мережі. Так, згідно з чинним нормативними вимогами України [1] на державні топографічні карти масштабів 1:50 000, 1:100 000 та 1:200 000, зазвичай, нанесені лише ті річки, які мають довжину в масштабі карти 1 см та більше, а водотоки меншої довжини – не нанесені. Тобто, на картах масштабу 1:50 000 зазвичай зображені всі більш-менш виражені водотоки довжиною понад 0.5 км, на картах масштабу 1:100 000 – понад 1 км, а на картах масштабу 1:200 000 – понад 2 км. За таких умов різниця в кількості відображених водотоків на картах водозбору різної деталізації (або періодизації) може досягати декількох сотень, що має критичний вплив на об'єктивне розуміння складності річкової системи і подальших розрахунків її характеристик. Дану проблему вивчав док. геогр. наук, професор Б.В. Кіндюк, дослідивши вплив масштабу карти на характеристики будови гідрографічної мережі р. Ріка на основі результатів *ідентифікації* її ієрархічної структури [2], [3]. Концепцію його досліджень згодом адаптовано канд. геогр. наук, доцентом

О.В. Бірюковим [4], [5] для вивчення частини гідрографічної мережі Сіверського Дінця в межах Харківської області.

За таких умов дослідження всієї території цього суббасейну в межах державного кордону України не тільки аргументувало б доцільність використання методики Б.В. Кіндюка завдяки розширенню сфери її застосування в якісно відмінних річкових басейнах (гірська долина доповнилася рівнинною), але й вдосконалило б технічний інструментарій шляхом заміни паперових карт електронними та впровадженням геоінформаційної системи QGIS.

2.2 Теоретичне обґрунтування методики дослідження

Ідентифікація річкової мережі - це процес впорядкування системи водотоків в єдину ієрархічну структуру шляхом виявлення субпідрядних зв'язків між кожним її елементом, відповідно до яких формується певна категорійна система. Основою для її створення слугує поняття безрозмірної величини порядку водотоку, яка є цілим числом і водночас відображенням відносного місцезнаходження геоморфологічної одиниці в загальній системі водозбору. Оптимальною ідентифікаційною схемою, що описує водозбір від витоків до гирла є метод А.Н. Штраллера, який базується на понятті *елементарного нерозгалуженого водотоку* із заздалегідь відомою величиною порядку (P_1). Підвищення величини порядку відбувається виключно внаслідок злиття двох однопорядкових елементів ($P_1 + P_1 = P_2$), що дозволяє отримати чітко уніфікований процес ідентифікації і водночас максимально наближену до реальної мережі схему субпідрядних зв'язків між кожним її елементом, де більший порядок завжди матиме потужніша річка [6]. Однак відомо, що густота річкової мережі, яку відображає величина коефіцієнту біфуркації σ , зумовлюється в першу чергу частотою злиття і числом елементарних, нерозгалужених потоків S_i . З огляду на цей зв'язок А.Е. Гайдеггер запропонував

поняття *коефіцієнту структури річкової мережі* K_i , який є дробовим числом, на відміну від величини порядку, що забезпечує детальніший опис, і відповідно, якісніше порівняння внутрішньої структури систем [7]. Розрахунок коефіцієнту K_i виконується за формулою (2.1), де основною складовою є кількість водотоків S_i з порядком P_1 в межах басейнів головних приток (обмежених гідрологічними постами) та головного водозбору загалом:

$$K_i = 1 + lbS_i, \quad (2.1)$$

де K_i – дробовий показник порядку;

lb – бінарний логарифм (з основою $e = 2$);

S_i – кількість елементарних водотоків.

Оперуючи розрахованим коефіцієнтом структури річкової мережі K_i для кожної водозбірної ділянки та даними щодо певних характеристик річки (в нашому випадку S_i , L , F , Q) можна побудувати відповідні залежності. Вони відображатимуть міру впливу величини масштабу (або ж деталізації місцевості на карті) на певний параметр річки. Апроксимація залежностей виду $K_i = f(S_i; L; F; Q)$ дозволяє отримати відповідні аналітичні вираження функцій з чисельним значенням розрахункових параметрів a_i та b_i , які в сукупності використовуються для подальшого розрахунку характеристики річки. Це можливо лише за умови побудови загальної залежності між дробовим порядком K_i та масштабом карти ($K_i = M$), що утворює сімейство редукуючих кривих і являє собою інструмент «переходу» між масштабами всередині дослідженого діапазону, наприклад, від 1:50 000 до 1:200 000 тощо.

Наявність такого інструментарію, що уможливлює якісні розрахунки характеристик річки за відсутності топографічних карт необхідної деталізації, відкриває перед суб'єктами дослідження або проекту більший спектр

картографічних матеріалів, підвищуючи у такий спосіб гнучкість в їх використанні [8].

2.3 Ідентифікація річкової мережі Сіверського Дінця

Нанесення місцезнаходження опорних точок (гідрологічних постів) на картосхеми впорядкованої річкової мережі Сіверського Дінця виконано відповідно до їх GPS-координат в середовищі *QGIS Desktop 3.28.2* [9]. Також в роботі використовується топологічна карта світу *Open Street Map*, що базується на системі координат *EPSG:3857-WGS84 / Pseudo-Mercator*. Нижче представлена загальна блок-схема даного дослідження з розбиттям процесу на послідовні етапи (рис. 2.1).

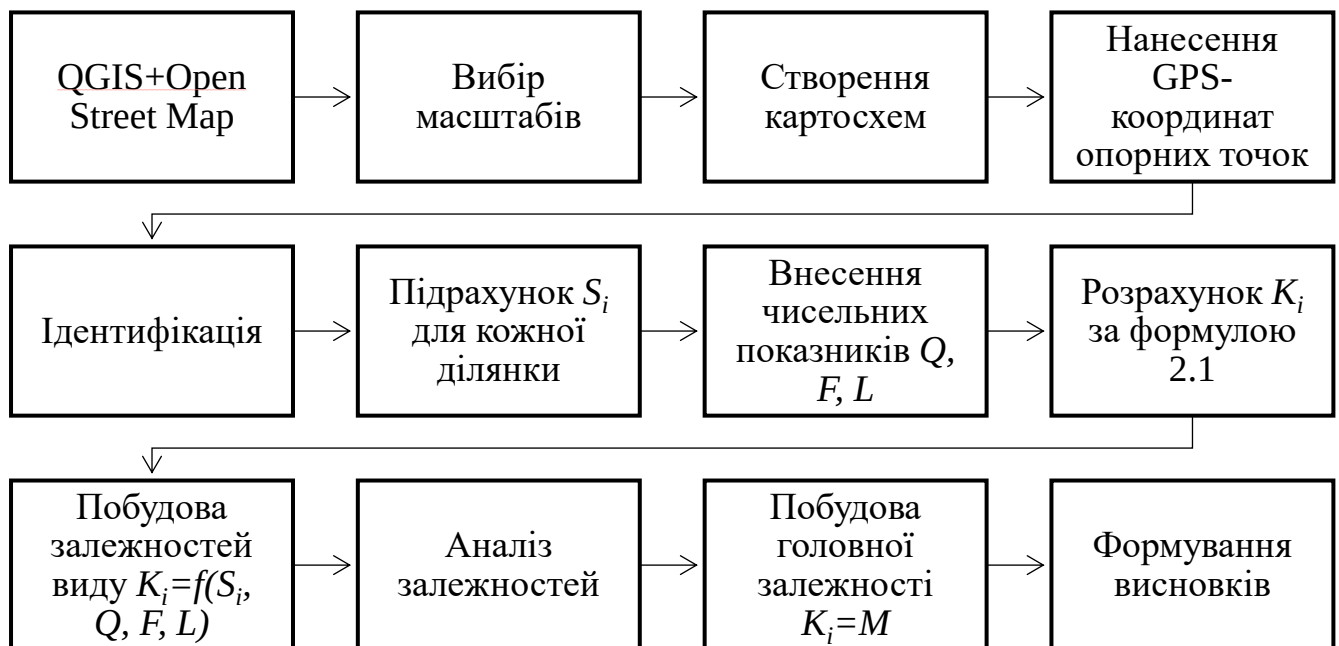


Рисунок 2.1 – Блок-схема дослідження

Ідентифікація річкової мережі Сіверського Дінця виконана за трьома масштабами – 1:50 000, 1:100 000 та 1:200 000, відповідно до яких створені 3 дендритні картосхеми. Втім, лише дві з них (рис. 2.2 та рис. 2.3) є результатом

роботи в геоінформаційному середовищі QGIS (1:50 000, 1:200 000), бо дані щодо ідентифікації Сіверського Дінця на основі карти з масштабом 1:100 000 взяті з переднього дослідження [10].

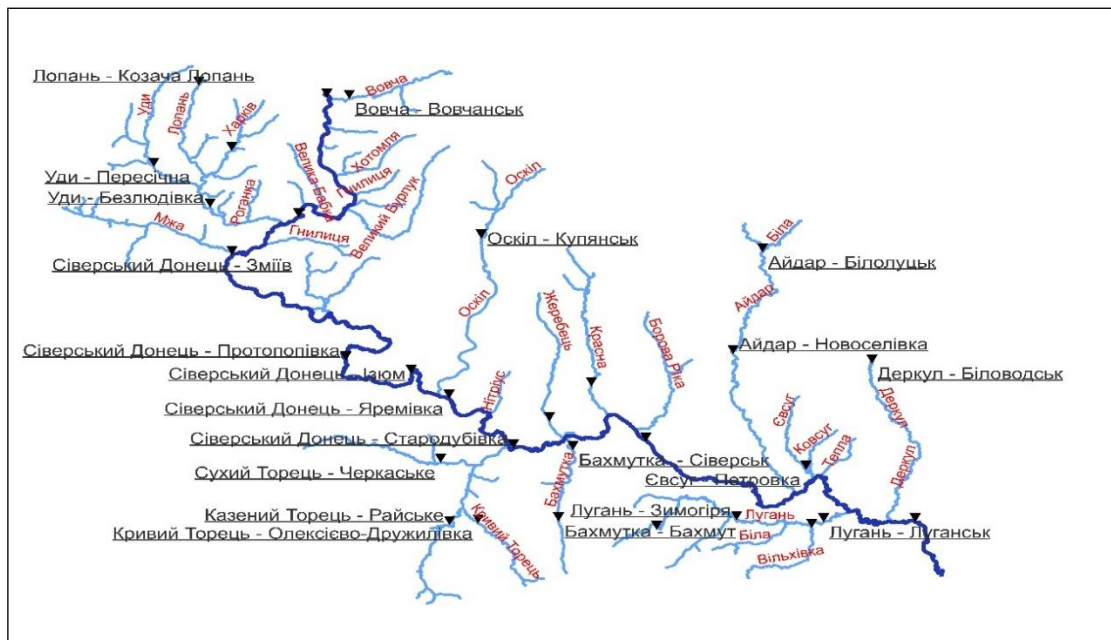


Рисунок 2.2 – Картосхема гідрографічної мережі Сіверського Дінця в масштабі 1:200 000 [8]



Рисунок 2.3 - Картосхема гідрографічної мережі Сіверського Дінця в масштабі 1:50 000 [8]

Як видно зі схем вище топографічна карта з більшою величиною масштабу (1:50 000) демонструє детальнішу та щільнішу структуру річкової мережі Сіверський Донець. Це відображається не тільки в безпосередній кількості відображених субпідрядних елементів всіх ієрархічних рівнів, але й в більшій величині порядку водотоку головної річки порівняно з аналогічними даними з карти масштабу 1:200 000. Так, падіння величини порядку Сіверського Дінця на межі державного кордону України з Російською Федерацією поблизу с. Попівка Донецької області становить 2 одиниці ($P_6 \rightarrow P_5 \rightarrow P_6$), знижуючись в напрямку зменшення деталізації використаної карти (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Розподіл водотоків за ієрархічними категоріями [8]

Порядок водотоку	Масштаб карти		
	1:50 000	1:100 000	1:200 000
I	838	273	80
II	198	91	23
III	41	22	5
IV	8	6	1
V	2	1	-
VII	1	-	-

Явище переходу від макромасштабної спрощеності до мікромасштабною складності спостерігається на більшості головних притоків досліджуваної річкової системи. Наприклад, просуваючись далі від м. Ізюм в Сіверський Донець впадають води однієї з найбільших його приток – р.Оскіл ($P_2 \rightarrow P_4$), водозбір якої відповідно до даних, що зняті з топографічної карти масштабу 1:200 000, нараховує лише 3 притоки, які зливаючись утворюють досить елементарний водотік порядку P_2 , проте, при переході до детальнішого масштабу 1:50 000 кількість елементарних водотоків S_i багаторазово зростає до показника

в 121 структурну одиницю, водночас порядок головної річки підвищується на два ступені, тобто, до P_4 (рис. 2.4 а та б).



Рисунок 2.4 – Картосхема гідрографічної мережі р. Оскіл в масштабах

а) 1:50 000 та б) 1:200 000 [8]

Втім, найістотніший прояв вище описаного процесу спостерігається в будові правобережної притоки Сіверського Дінця – р. Лугань, схема ідентифікації якої приведена на рис. 2.5. Так, з використанням меншого масштабу 1:200 000 в межах цієї гідрографічної системи нараховується всього лише 7 елементарних водотоків із порядком головної річки P_3 , що не є показником чогось неординарного. Але при масштабуванні цієї ділянки р. Лугань багатократно збільшує руслову розгалуженість, утворюючи складну деревоподібну систему водотоків, що включає 124 елементарні нерозгалужені елементи з величиною порядку P_1 . Водночас порядок головної річки системи підвищується до P_5 , формуючи у такий спосіб найбільшим найщільнішу річкову систему у складі загального водозбору Сіверського Дінця.



Рисунок 2.5 – Картосхема гідрографічної мережі р. Лугань в масштабі 1:50 000 [8]

Резюмуючи вище викладене слід зазначити, що згідно з результатами ідентифікації (метод Штраллера) за трьома масштабами – 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, в річковій мережі Сіверського Дінця в межах кордонів України відповідно нараховується 838, 273 і 80 елементарних, нерозгалужених водотоків з порядком P_1 . Водночас з цим, розраховані на основі кількості S_i значення K_i при масштабі 1:50 000 коливаються в межах від 1 до 10,7, при 1:100 000 – від 1 до 9,1, а при масштабі 1:200 000 – від 1 до 7,3 (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 - Основні морфометричні і гідрографічні характеристики та топологічні параметри річок суббасейну Сіверського Дінця [8]

№ п/п	Річка – Пункт	Площа басейну F , км ²	Довжина річки L , км	Витрата води $\bar{Q}_{max}$, м ³ /с	Сумарне число водотоків S_i			Коефіцієнт структури мережі K_i		
					1:50 000	1:100 000	1:200 000	1:50 000	1:100 000	1:200 000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Сів. Донець – Чугуїв	10300	216	190,4	105	33	11	7,7	6,0	4,5
2	Сів. Донець – Зміїв	16600	260	310,8	208	84	40	8,7	7,4	6,3
3	Сів. Донець – Протопопівка	19400	389	211,5	223	111	44	8,8	7,8	6,5
4	Сів. Донець – Ізюм	22600	451	271,4	226	122	44	8,8	7,9	6,5
5	Сів. Донець – Яремівка	38300	480	485,1	356	159	47	9,5	8,3	6,6
6	Сів. Донець – Стародубівка	44400	543	508	440	194	59	9,8	8,6	6,9
7	Сів. Донець – Лисичанськ	52400	623	474	556	222	67	10,1	8,8	7,1
8	Сів. Донець – Кружилівка	73200	790	578,4	838	273	80	10,7	9,1	7,3
9	Вовча – Вовчанськ	1330	84.1	65,6	8	6	2	4,0	3,6	2,0
10	Уди – Пересічна	905	107	30,2	23	14	5	5,5	4,8	3,3
11	Уди – Безлюдівка	3300	122	111,1	54	53	14	6,8	6,7	4,8
12	Лопань – Козача Лопань	189	31	11,4	1	1	1	1,0	1,0	1,0
13	Харків – Циркуни	890	56	39,4	16	15	4	5,0	4,9	3,0
14	Казенний Торець – Райське	936	56	26,0	15	8	5	4,9	4,0	3,3
15	Кривий Торець – Олексієво- Дружківка	1530	75	28,1	42	16	2	6,4	5,0	2,0

Кінець таблиці 2.3

№ п/п	Річка – Пункт	Площа басейну F , км ²	Довжина річки L , км	Витрата води $\bar{Q}_{max}$, м ³ /с	Сумарне число водотоків S_i			Коефіцієнт структури мережі K_i		
					1:50 000	1:100 000	1:200 000	1:50 000	1:100 000	1:200 000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16	Сухий Торець – Черкаське	1310	76	46,8	7	6	2	3,8	3,6	2,0
17	Бахмутка – Бахмут	433	23	9,00	16	6	1	5,0	3,6	1,0
18	Бахмутка – Сіверськ	1560	77	44,9	43	14	2	6,4	4,8	2,0
19	Жеребець – Торське	857	72	28,8	18	4	1	5,2	3,0	1,0
20	Красна – Червонопопівка	2540	131	77,2	20	5	3	5,3	3,3	2,6
21	Айдар – Білолуцьк	2250	73	113,3	8	7	2	4,0	3,8	2,0
22	Айдар – Новоселівка	6370	149	198,5	31	15	2	6,0	4,9	2,0
23	Євсуг – Петрівка	784	72	28,1	11	2	1	4,5	2,0	1,0
24	Лугань – Калинове	751	68	15,8	2	1	1	2,0	1,0	1,0
25	Лугань – Зимогір'я	1820	132	32,5	68	12	4	7,1	4,6	3,0
26	Лугань – Луганськ	3510	176	50,7	125	18	7	8,0	5,2	3,8
27	Вільхівка – Луганськ	814	82.1	17,2	42	3	1	6,4	2,6	1,0
28	Деркул – Біловодськ	1380	33	41,5	29	8	1	5,9	4,0	1,0

Отримані величини демонструють характерне *спрощення* дендритної структури Сіверського Дінця в процесі картографування, якому підлягає будь-яка річкова мережа зі зменшенням величини масштабу, що співвідноситься з висновками Б.В. Кіндюка [2]. Передусім про це свідчить зменшення кількості відображуваних на карті елементарних потоків S_i з 838 (крупний масштаб

1:50 000) до 80 (дрібний масштаб 1:200 000), і відповідно, величини коефіцієнта структури мережі K_i з 10,7 до 7,3.

Також варто підкреслити, що залежності між K_i та основними гідрографічними характеристиками Сіверського Дінця (довжиною L , площею водозбору F , витратами води Q та кількістю елементарних водотоків S_i) [11] демонструють високий кореляційний зв'язок зі значенням коефіцієнту кореляції R в межах від 0,79 до 0,99 (табл. 2.4). Тенденція до збільшення цього показника зі зменшенням величини масштабу спостерігається в залежностях виду $L = f(K_i)$ та $F = f(K_i)$. Це пояснюється знову ж таки макромасштабним узагальненням, яке нехтує можливими нюансами у визначенні витoku тієї чи іншої річки, або ж реальних обрисів водозборів, або взагалі в прийнятті чи ні каналу за частину річкової мережі. Водночас, насиченість дренажного басейну водотоками безпосередньо залежить від деталізації місцевості, про що й свідчить високе значення коефіцієнту кореляції ($R=0,99$) для масштабу 1:50 000 [8].

Апроксимація всіх вище зазначених залежностей дозволила отримати аналітичне вираження їх функцій:

$$S_i = a_1 e^{b_1 K_i}, \quad (2.2)$$

$$L = a_2 e^{b_2 K_i}, \quad (2.3)$$

$$F = a_3 e^{b_3 K_i}, \quad (2.4)$$

$$\bar{Q} = a_4 e^{b_4 K_i}, \quad (2.5)$$

де e – основа натурального логарифма;

a_i та b_i – емпіричні коефіцієнти, що залежать від масштабу карти (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Значення параметрів розрахункових залежностей a_i та b_i для річок суббасейну Сіверського Дінця [8]

Характеристика	Параметр	Масштаб карти					
		1:50 000		1:100 000		1:200 000	
		Числові значення параметрів	R	Числові значення параметрів	R	Числові значення параметрів	R
1	2	3	4	5	6	7	8
Кількість водотоків S_i	a_1	0,50	0,99	1,40	0,92	4,61	0,85
	b_1	0,69		0,67		0,65	
Довжина річки L , км	a_2	14,85	0,85	21,43	0,86	33,76	0,91
	b_2	0,33		0,35		0,39	
Площа басейну F , км ²	a_3	69,87	0,89	122,12	0,92	328,03	0,91
	b_3	0,59		0,65		0,67	
Середньо-багаторічна витрата води $\bar{Q}_{max}$, м ³ /с	a_4	5,39	0,79	6,71	0,88	13,90	0,87
	b_4	0,41		0,47		0,49	

Проаналізувавши параметри a_i та b_i (табл. 2.4) з розрахункових формул (2.2) – (2.5) були виявлені певні тенденції у зміні їх чисельних показників. Так, параметри a_1 , a_2 , a_3 , a_4 у всіх залежностях зростають зі збільшення величини масштабу (або зі зменшенням деталізації), водночас з цим їхні числові значення значно перевищують показники аналогічних параметрів з дослідження Б.В. Кіндюка щодо малих річок басейну р.Ріка. Цю відмінність можна пояснити новизною даного дослідження, яка полягає у зміні типу досліджуваної мережі з гірської на рівнинну і як наслідок суттєвого збільшення досліджуваних характеристик - L , F , $\bar{Q}_{max}$ та S_i . Параметри b_1 , b_2 , b_3 , b_4 також збільшуються, проте, діапазон зміни їхніх величин незначний відносно параметру a_i і відповідно меншою мірою залежить від деталізації карти.

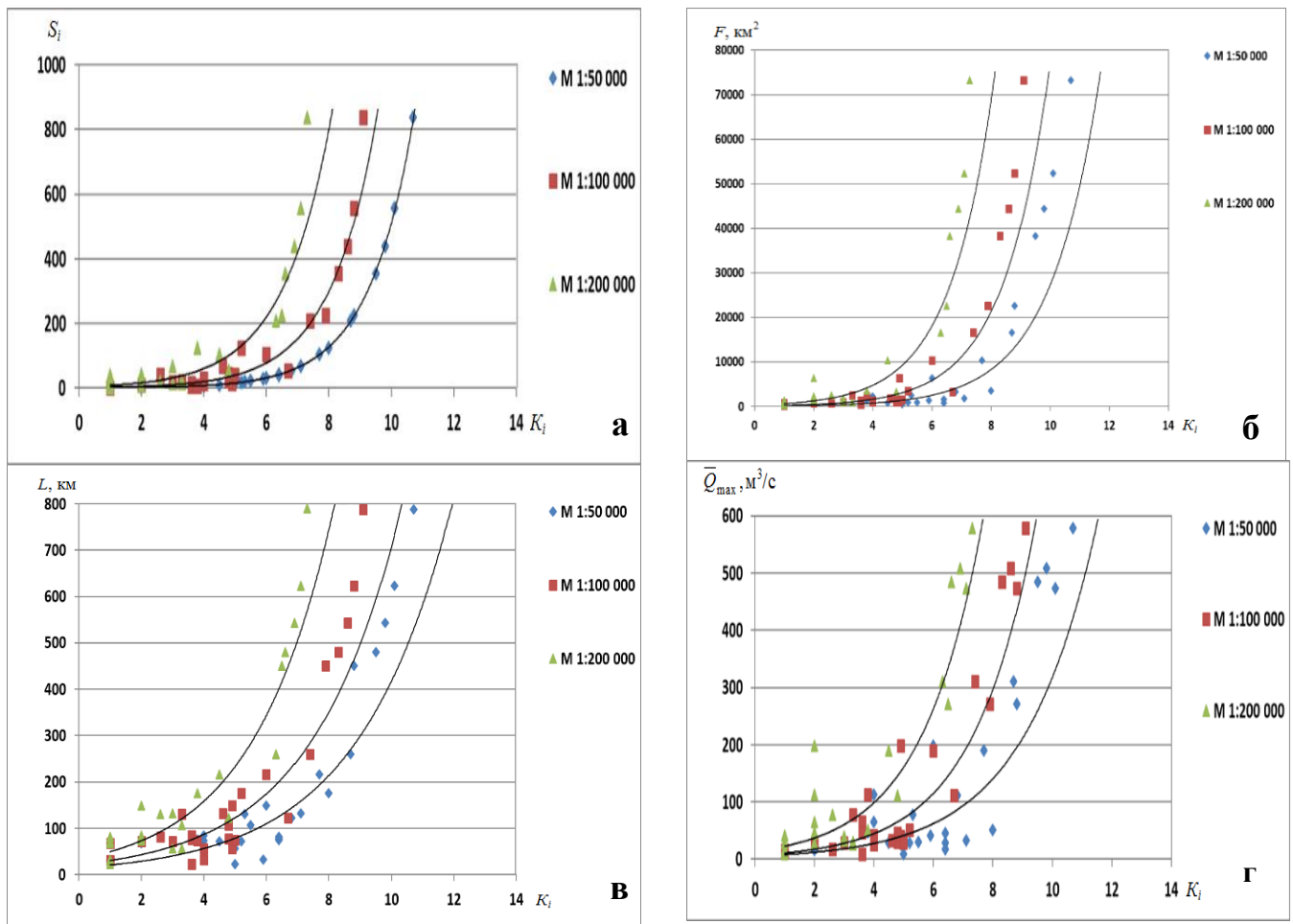


Рисунок 2.5 – Графіки зв'язку між коефіцієнтом K_i та кількістю (густотою мережі) елементарних водотоків S_i (а), довжиною річки L (б), площею басейну F (в), витратами води Q (г) [8]

Графічно вище виявлені тенденції пояснюються графіками зв'язку (див. рис. 2.5 а-г), де лінії, що описують функції майже рівнобіжно одна до одної аналітично описують одну і ту ж ієрархічну структуру з різним ступенем деталізації [8]. Головна залежність між дробовим порядком водотоку K_i та масштабом карти M представлена нижче (рис. 2.6).

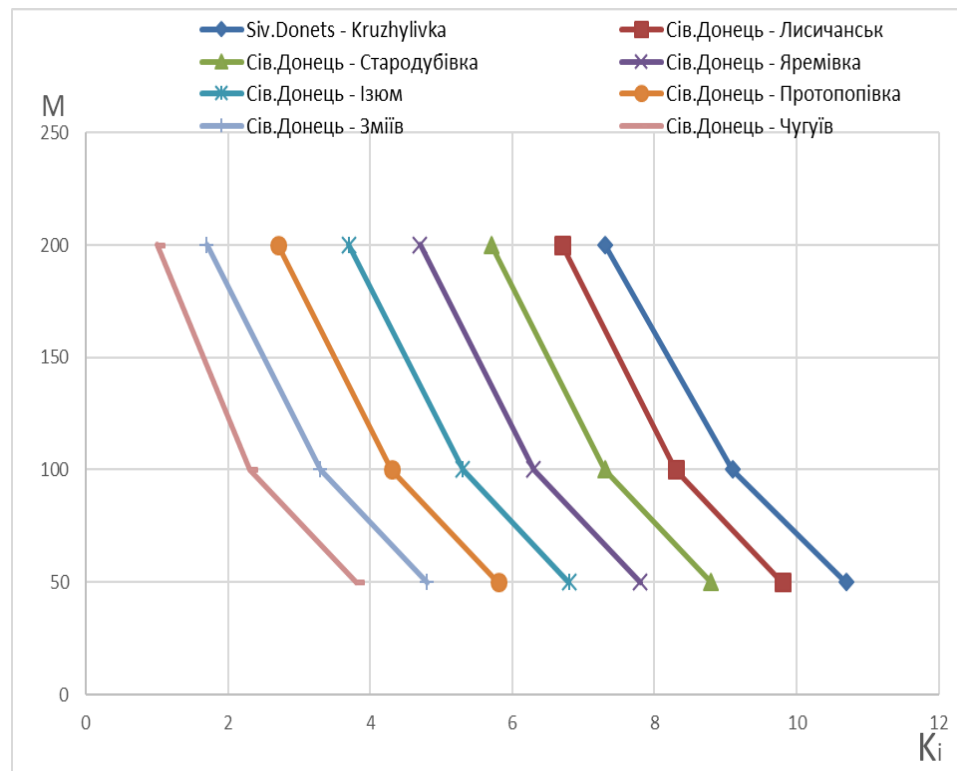


Рисунок 2.6 - Загальна залежність порядку водотоку K_i від масштабу карти M для річок суббасейну Сіверського Дінця [8]

Дане дослідження підтвердило висновки Б.В. Кіндюка щодо залежності топографічної структури річкової мережі від обраного при її картографуванні масштабу. Так, виявлена тенденція до збільшення числа елементарних нерозгалужених водотоків з порядком P_1 (838 – 1:50 000, 273 – 1:100 000, 80 – 1:200 000) та величини порядку водотоку головної річки з P_4 до P_6 лише внаслідок маніпуляцій з масштабуванням водозбору, в даному випадку Сіверського Дінця в межах України. Зазначені вище тенденції пояснюються фундаментальним зв'язком між мікромасштабною складністю та макромасштабним спрощенням в площині гідрологічної проблематики, яка є мало вивченою [12].

Також важливим результатом дослідження є впровадження геоінформаційної системи QGIS, і відповідно, сучасніших електронних карт у вивчення будови річкових мереж, що в умовах воєнних дій на території

досліджуваного суббасейну Сіверського Дінця є вкрай актуальним й практичним рішенням. Це дозволяє запропонувати якісніші дані щодо характеристик водозбору для відновлення зруйнованих гідротехнічних споруд, дамб, мостових переходів та мостів на його території.

Подальші перспективи розвитку дослідження полягають у використанні характеристик гідрографічної мережі, отриманих з використанням ГІС-технологій, як індикатора змін клімату та його впливу на водні ресурси Сходу України. Так, наприклад, порівняння, топографічних карт різних років видання дозволить прослідити динаміку зникнення малих водотоків та появи нових, антропогенно змінених.

3 УМОВИ ФОРМУВАННЯ ГІДРОХІМІЧНОГО РЕЖИМУ РІЧОК ПРИДУНАЙСЬКОГО РЕГІОНУ

Починаючи з середини ХХ століття, малі річки Придунайського регіону зазнали значних змін їх якісного стану з причини недотримання природоохоронних заходів при здійсненні господарської діяльності в їх басейнах, а саме: розорання прибережних смуг, не визначення природоохоронних зон, застосування хімічних речовин, відсутність очисних споруд в промислових підприємствах.

Для дослідження були обрані р. Сніка і Великий Катлабук, що впадають до озера Катлабук та річка Аліяга і Киргиз-Китай, що впадають до озера Китай.

Ці малі, степові річки, часто маловодні, а з огляду на посушливий клімат можуть пересихати, але вони є дуже цінними в екологічному відношенні так як використовуються для потреб різних споживачів, а при впадінні живлять Придунайські озера. Вони вимагають бережливого відношення, постійного моніторингу їх стану з метою визначення основних джерел, які на них впливають, щоб попередити їх забруднення, виснаження і, нарешті, продовжити їх існування.

Хімічний склад та якість поверхневих вод річок, як правило, залежить від природних (грунти, клімат, рельєф, водний режим) та антропогенних чинників. Саме вони надають вплив на формування якості води в водотоках, що є основою для їх використання.

Дослідження якості поверхневих вод річок Придунайського регіону має визначити головні чинники формування природних вод досліджуваних об'єктів для їх врахування при наданні рекомендацій щодо досягнення ними доброго стану відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви 2000/60/ЕС [1].

3.1 Характеристика природних та антропогенних чинників формування гідрохімічного режиму

3.1.1 Географічне положення і рельєф

Для дослідження були обрані річки Великий Катлабук, Єніка, Киргиз-Китай та Аліяга. (рис. 3.1) [2]-[4].

Річка Великий Катлабук. Загальна довжина річки 49,0 км. Розташована на території Ізмаїльського, Болградського, Арцизького районів. Великий Катлабук бере початок на північний схід від села Нові Трояни. Тече територією Причорноморської низовини переважно на південь і (частково) південний схід, площа водозбірного басейну 534 км². Похил річки 2,6 м/км. Впадає до озера Катлабук біля північно-західної околиці смт. Суворове. [2], [4].

Річка Єніка. Річка Єніка бере початок на північ від села Кирнички. Розташована на території Ізмаїльського та Арцизького районів. Тече переважно на південь. Впадає до Гасанської затоки озера Катлабук біля східної околиці села Першотравневого.

Довжина річки 26 км, площа водозбірного басейну 243 км². Похил річки 1,3 м/км. Долина коритоподібна, завширшки до 2,2 км. Влітку часто пересихає. Споруджено кілька ставків. Використовується на водопостачання та потреби сільського господарства [2], [4].

Річка Аліяга протікає у Тарутинському, Арцизькому та Кілійському районах Одеської області. Довжина річки 65 км, площа басейну 467 км². Бере початок біля смт. Тарутине. Впадає в озеро Китай. Ліві притоки – Новоселівка і Кам'янка. Річище місцями пересихає. У долині Аліяги та її приток споруджено багато ставків-водосховищ, найбільші з них поблизу сіл Новоселівка, Кам'янка, Холмське. Вода використовується для зрошення та господарсько-побутових потреб. Із стічними водами з сільськогосподарських угідь до річки потрапляють залишки хімікатів, що забруднюють воду, підвищують її мінералізацію у пониззі до 3–5 г/дм³ [2] – [4].



Рисунок 3.1 – Місце розташування досліджуваних об'єктів [2]

Річка Киргиж-Китай Загальна довжина річки 64,0 км. Розташована на території Тарутинського, Болградського, Арцизького, Кілійського районів, а також на території Молдови. Впадає річка в водосховище Китай. Витік річки знаходиться на південних схилах Подільської височини поблизу села Твардіца Тараклійського району Молдови. Площа водозбору 725 км², має дві притоки довжиною більше 10 км, річка Киргиж та річка Пержейська. [3].

Рельєф являється опосередкованим фактором формування складу вод. Він впливає на умови водообміну, від яких залежить мінералізація та хімічний склад природних вод. Ступінь розчленування рельєфу визначає розміри поверхневого стоку дренажування підземних вод [5].

Характеризуючи рельєф території дослідження можна зазначити Придунайську терасову рівнину завширшки від 3-5 км в районі м. Рені до 10-15 км на захід оз.Кагул. Переважають тут абсолютні висоти 20-30 мБС. У рельєфі тераси практично не виражені, їх уступи приховані делювієм та знівельовані досить могутньою (до 15-25 м) товщею лесових порід. Абсолютні відмітки території поступово знижуються від 180-200 м на крайньому північному заході української території басейну до 0,5-5 м на крайньому півдні в межах заплави Дунаю [2], [3],[6].

Придунайський регіон розташовується в межах двох фізико-географічних областей:

- 1) Південно-Молдавська схилово-піднесена область Дністровсько-Дніпровської північно-степової провінції північно-степової підзони степової зони;
- 2) Задністровсько-Причорноморська низинна область Причорноморської середньостепової провінції середньостепової підзони степової зони.

Південно-Молдавська схилово-піднесена фізико-географічна область охоплює південні відроги Центрально-Молдавської височини і характеризується сильно розчленованим рельєфом (глибини ерозійного врізу біля 100 м) та переважанням глибоких і звичайних малогумусних чорноземів. Поширені такі ландшафтні комплекси [2], [3], [6]:

- яружно-балкові місцевості зі змитими чорноземами і сухостеповою рослинністю;
- ерозійно-схиліві місцевості крупних балок і річкових долин зі змитими ґрунтами і ксерофітною рослинністю;
- надзапльвно-терасні місцевості з розореними глибокими чорноземами (зустрічаються фрагментарно на лівобережжі річок);
- заплавні місцевості з луково-степовими урочищами на алювіальних і алювіально-карбонатних ґрунтах, часто солонцюватих.

Геоморфологічні умови регіону визначаються його положенням у межах сполучення Східно-Європейської тектонічної платформи і Скіфської тектонічної плити [2], [6].

3.1.2 Ґрунти і рослинний покрив

Основною ґрунтоутворюючою породою на досліджуваній території є леси і лесоподібні суглинки буро-пального кольору, високошпаруваті (загальна шпаруватість до 50-60 %), карбонатні (CaCO_3 – 14-18 %). Однак, на масивах зрошування засоленість ґрунтоутворюючого лесу і лесоподібних суглинків підвищується до 0,12-0,20 %, тобто в 2-3 рази, порівняно з незрошуваними аналогами, і наближаються до граничного рівня (0,3-0,4 %), коли ґрунти класифікують як засолені [7]. Фізичні особливості ґрунтів нерозривно пов'язані з природними умовами (рис. 3.2).

Ґрунтовий фон у регіоні складають чорноземи звичайні та чорноземи південні, в межах Придунайської терасової рівнини та на південно-заході вододільної рівнини – виключно міцелярно-карбонатні. Чорноземи сформулювались в умовах типчаково-ковилової та полинно-типчаково-ковилової рослинності в поєднанні з деякими одно- та двухрічними травами. Чорноземи регіону відрізняються високою біологічною активністю, що сприяє мінералізації органічних речовин, добре вираженою та міцною «копрогенною» структурою, високою шпаруватістю (до 50-55 %) та водопроникністю (коефіцієнт фільтрації 1,5-3,5 мм/хв).

Чорноземи району досліджень характеризуються підвищеним вмістом водорозчинних солей хлоридів та сульфатів натрію в кореневмісному шарі внаслідок впливу підґрунтових вод з високою мінералізацією. Внаслідок зрошення високо мінералізованими водами можливе засолення верхніх горизонтів профілю до слабого і навіть сильного ступеня [7] – [9].

В басейні р.Великий Катлабух можна зазначити зону темно-каштанових ґрунтів (рис. 3.2). Вони також утворилися на лесах, але вони на глибині 2-3 м дуже засолені хлоридами і сульфатами натрію, а враховуючи те, що ґрунтові води також високо мінералізовані то можна сказати, що ці ґрунти солонцюваті.

Солонцюватість цих ґрунтів погіршує їх водні та фізичні властивості і вони також мають низьку фільтраційну здатність [7] – [9].

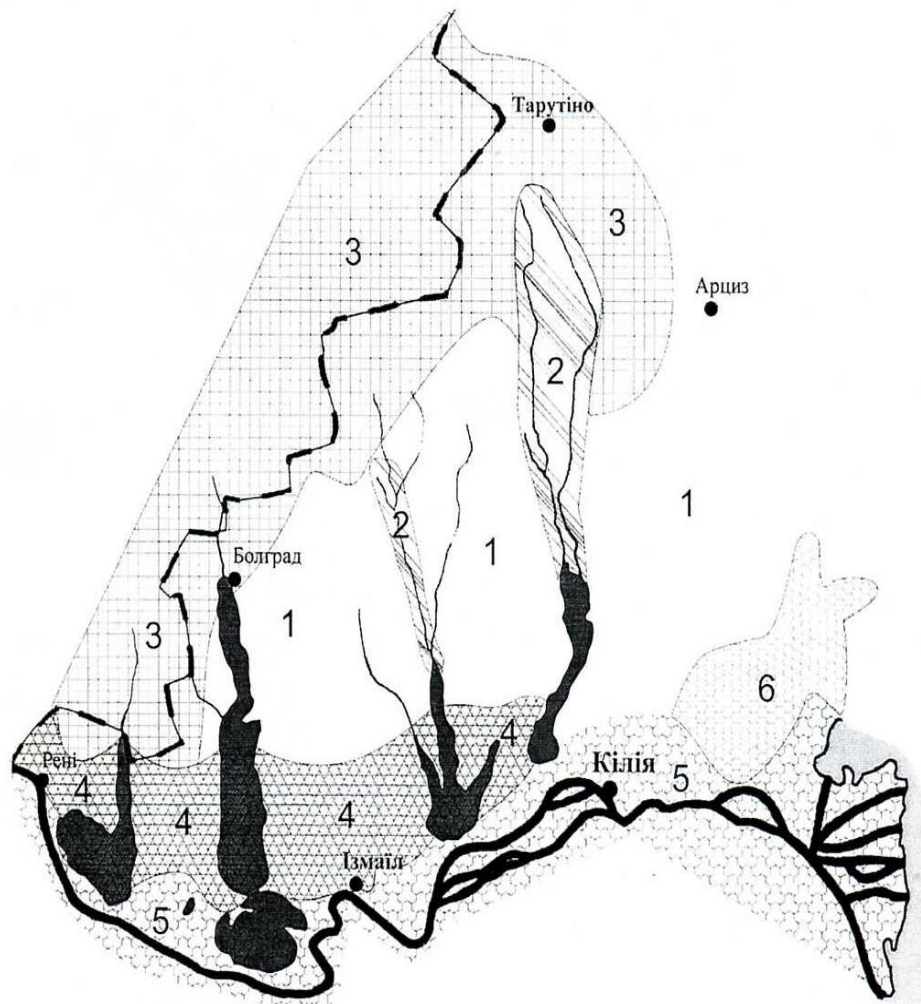


Рисунок 3.2 – Карта – схема ґрунтів Придунайського регіону:

- 1 – чорноземи південні важкосуглинисті та глинисті;
- 2 – лугові хлоридно – сульфатні солончакові ґрунти і солончаки;
- 3 – чорноземи звичайні мало гумусні важкосуглинисті в комплексі з середньо- та сильнозмитими;
- 4 – темнокаштанові несолонцюваті середньосуглинисті ґрунти;
- 5 – торф'яно – болотні ґрунти та торф'яники;
- 6 – чорноземи південні солонцюваті важкосуглинисті

Зі зменшенням кількості атмосферних опадів та підвищенням температури повітря чорноземи, які мають розповсюдження на досліджуваній території мають у своєму складі великий природний вміст добре розчинних сульфатів і хлоридів, іонів натрію, які накопичуються внаслідок випаровування високо мінералізованих ґрунтових вод за рахунок високих показників вбирної здатності їх ґрунтового комплексу [5], [7].

Потрібно нагадати і про використання поверхневих вод досліджуваних річок для зрошення, які мають значну кількість солей в своєму складі. Враховуючи всі ці показники можна сказати, що якість води досліджуваних річок, що використовуються для зрошення цієї території стає вкрай необхідною для зменшення можливості як засолення, так і осолонцювання ґрунтів. Особливо це можна віднести до району басейну річки Киргиз Китай, де в наявності є лугово-чорноземні глибокосолонцюваті ґрунти на засоленних материнських породах.

При зрошуванні чорноземів у регіоні, навіть водою придунайських озер, зменшується вміст обмінного кальцію і зростає частка магнію і натрію, що дозволяє відносити такі чорноземи до вторинно- або ж іригаційно – осолонцюваних [7], [9].

А, враховуючи, що на даній території основною материнською породою є леси і лесоподібні суглинки, які зазвичай мають підвищену кількість солей і надають свій вплив на ґрунти водозбірних басейнів досліджуваних річок, підвищуючи їх мінералізацію.

На підставі ландшафтово – генетичного принципу фізико – географічного районування території Одеської області відноситься до південної степової підзони [7].

На теперішній час серед природної рослинності переважають лугові і болотні плавні, які займають близько 10 % площі Дунаю. Типовим представником яких є верба біла.

Рослинний покрив на досліджуваній території незначний і займає приблизно 18,99 % від всієї площі басейну. Стан рослинного покриву в районі дослідження наведено на рис. 3.3



Рисунок 3.3 – Карта – схема рослинності Придунайського регіону:

- 1 – сільськогосподарські угіддя на місці типчаково – ковильних степів;
- 2 – короткозаплавні солонцюво – солончаковаті та солончакові луки;
- 3 – сільськогосподарські угіддя на місці лісостепу;
- 4 – трав'яні болота і тривало заплавні луки низин Дунаю;
- 5 – полинно – типчаково – ковильні степи (з полинною солончаковою) в комплексі з солонцями та сільськогосподарськими угіддями.

В основному на території дослідження розташовані сільськогосподарські угіддя. Але в басейнах досліджуваних річок можна зазначити короткозаплавні солонцюво – солончаковаті та солончакові луки, що свідчить значну кількість солей у ґрунтовому покриві. Серед рослинного покриву досить багато представників солонцево- солончакової флори – морківник солончаковий, полин морський, кермек Майера, астра солонцева, подорожник солончаковий [6], [7].

В сучасний період можна зазначити також поширення очеретяно-рогозових заростей, що відбувається в місцях замулення й обміління озер та досліджуваних річок.

3.1.3 Кліматичні умови

Велике значення для хімічного складу природних вод має клімат, від нього залежить зволоженість території та величина водного стоку, а відповідно, розчинення й концентрація природних розчинів і можливість розчинення речовин і випадіння їх в осадок; умови взаємодії води з породами, процес вивітрювання порід, характер розкладання залишків рослинності, що впливає на мінералізацію природних вод. Вплив клімату на хімічний склад може бути вирішальним фактором формування хімічного складу природних вод [5].

На досліджуваній території клімат можна охарактеризувати як помірно континентальний та сухий. До його особливостей, що обумовлюються складною взаємодією багатьох фізико - географічних факторів, можна віднести недостатню кількість опадів, значне випаровування з усіх водних об'єктів, дуже короткі та м'які зими з частими відлигами, інколи практично без снігового покриву або ж зовсім незначним, а також дуже жарке та сухе літо, яке триває дуже значний період, інколи захоплюючи і частину весни та осені [9].

Головну роль у зволоженні території відіграє атмосферна циркуляція. Вона ж у значній мірі визначає температурний режим холодного півріччя. Характер

циркуляційних процесів на південному заході України обумовлюється діяльністю Азорського і Азіатського максимумів, Ісландського мінімуму і циклонічної діяльності на середньоземноморській гілці помірному фронту.

Температура. Температурний режим формується під впливом географічної широти, адвекції повітряних мас і моря. Влітку велика тривалість сонячного сяйва обумовлює високі температури ґрунту і повітря. Найбільш теплі місяці — липень і серпень. В сталих антициклонах при трансформації континентального помірного повітря в тропічний або виносі його на територію Одеської області середні добові температури досягають 27-28°C. Абсолютні максимуми температури повітря у прибережній смузі - 36-38°C, в південних степових районах – близько 41 °C. Але в зв'язку з кліматичними змінами, що відбуваються в світі, а також і на досліджуваній території можливі аномальні підняття температури повітря до 45-50 °C. Такі явища значно підвищують випаровування, збільшуючи мінералізацію водних об'єктів [2], [3], [9] – [11]. Середньорічні температури повітря в районі Придунайських озер близько 11 °C, а суми активних температур – 3500 °C і вище. Середньорічна температура повітря (°C) по метеостанціям Болград та Ізмаїл наведена на рис. 3.4

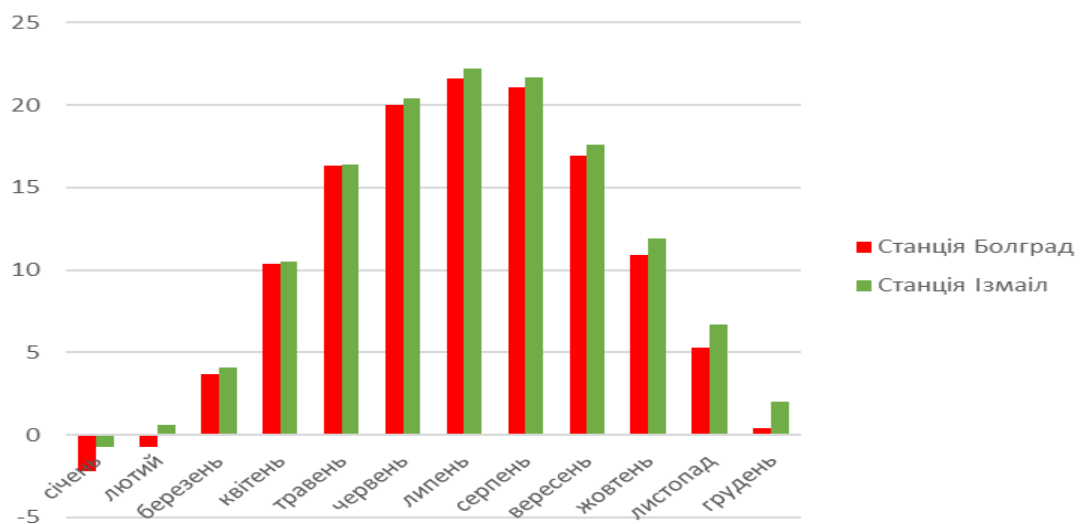


Рисунок 3.4 – Середньорічна температура повітря (°C) по метеостанціям Болград і Ізмаїл

Взимку привалює нестійка похмура погода з частими відлигами і короткочасними похолоданнями. Тривалість зими становить біля 56 днів в Ізмаїлі. Найбільш холодні II і III декади січня. Абсолютний мінімум температури в Ізмаїлі складає -26°C .

Весною і восени добре виражені періоди з переважанням стійкої антициклональної і нестійкої – циклональної погод. Тривалість весни 70-78 днів. Початок весни (з стійким переходом середньодобової температури повітря через 0°C в сторону позитивних) в Ізмаїлі спостерігається у середньому 17 лютого. В березні зберігається прохолодна похмура погода. Закінчується весна (перехід через 15°C) у межах усієї території Одеської області в середніх числах травню. Осінь на півдні триває понад 79-88 днів. Перша її половина відзначається стійкою сонячною погодою, а у другій – збільшується число похмурих днів, які часто супроводжуються опадами.

Опади. Протягом року опади випадають нерівномірно.

Середня багаторічна сума опадів за рік за даними спостережень ГМО Ізмаїл за період 1921-1958 рр., 1966-2009 рр. склала 480 мм, найбільша – не перевищує 600 мм.

Максимальна середньомісячна сума опадів спостерігається в червні – 58 мм. У той же час у липні можливі тривалі посухи. Основна маса опадів випадає в теплий час року (від 63 % до 71 % річної суми), переважно у вигляді злив. [2], [3], [10].

Для холодного періоду характерні опади-мряки. У листопаді випадає переважно сніг, що швидко тане. Сніговий покрив утворюється наприкінці грудня-початку січня і відрізняється нестійкістю. Бувають роки, коли сніговий покрив відсутній. Середня тривалість періоду із сніговим покривом близько 25-30 днів, в окремі зими сніг зберігається 2,0-2,5 місяці.

Середня місячна та річна кількість опадів (мм) наведена в табл. 3.1, рис. 3.5.

Як видно з табл. 3.1 найбільша кількість опадів припадає на червень та липень місяці, де вона складає від 70 мм до 50 мм за місяць на досліджуваних метеостанціях як Ізмаїла, так і Болграда. Стосовно зимових місяців можна відзначити грудень та січень, де кількість опадів склала біля 35 мм на обох пунктах

спостереження. Також потрібно зазначити, що для досліджуваної території характерні довготривалі бездощові періоди від 30 до 60 днів, що визивають значні посухи. Як приклад можна назвати осінній період 2023 року.

Таблиця 3.1 – Середня місячна та річна кількість опадів по метеостанції Болград, Ізмаїл, (мм)

Місяць	Метеостанція	
	Болград	Ізмаїл
січень	30,8	32,1
лютий	29,1	30,7
березень	29,2	28,6
квітень	34,3	33,5
травень	48,3	45,1
червень	70,5	58,4
липень	50,0	49,9
серпень	45,3	35,8
вересень	39,4	37,6
жовтень	31,4	30,5
листопад	37,7	37,8
грудень	38,4	39
Рік	485,3	459,6

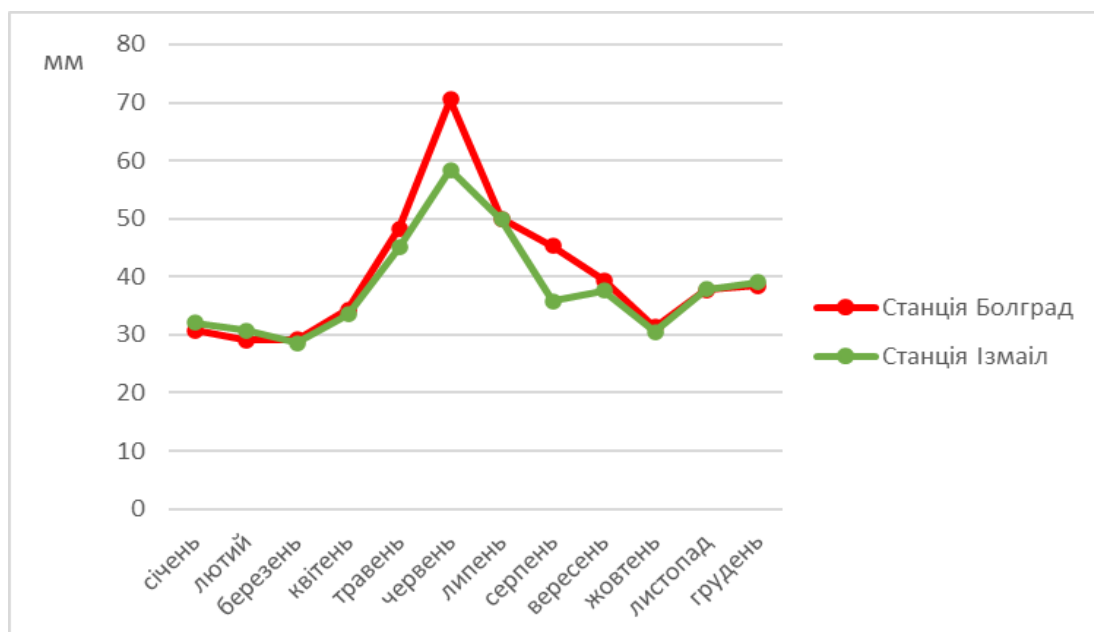


Рисунок 3.5 – Середня місячна та річна кількість опадів, (мм)

В окремі роки спостерігається до 30-40 днів з суховіями і 10-20 днів – з пиловими бурями. У середньому в квітні буває 2, у травні – 3, в червні і липні – 4-6 днів з суховіями [11], [12].

Враховуючи аномальні підняття температури повітря до 45-50 °С, що пов'язані з кліматичними змінами в сучасний період, які надають значне випаровування з досліджуваних водних об'єктів, недостатню кількість опадів та тривалі посухи, можна зазначити негативний вплив цих факторів, що призводить до зменшення їх водності та відповідно до збільшення мінералізації та погіршення якості води.

3.1.4 Особливості водного режиму

Для цієї території притаманні складні гідрогеологічні умови, де підземні води зустрічаються майже у всіх відкладеннях і, зазвичай, глибина до водоносних шарів складає від 20 м до 30 м. В басейнах річок Киргиз-Китай, Аліяга та Великий Катлабук водоносні горизонти мають мінералізацію до 19 г/дм³ з переважанням сульфатних та хлоридних іонів [2], [3], [7].

Річки досліджуваної території за типом водного режиму належать до річок з весняним водопіллям і чітко вираженою меженню. Вона може порушуватися дощовими паводками, що мають локальне розповсюдження. Але можна зазначити і такі роки, коли водопілля повністю відсутнє, річки міліють і пересихають, особливо ті, що дуже зарегульовані [2], [13].

Всі ці явища надають значний вплив на гідрохімічний режим річок, їх хімічний склад та кількість солей і звідси ж на якість їх поверхневих вод, які вони несуть до водосховищ Катлабук та Китай.

3.1.5 Антропогенний вплив на формування гідрохімічного режиму

Антропогенний вплив на досліджуваній території дуже значний і стосується він як площі водозбору, так і безпосередньо поверхневих вод річок. Забруднення відбувається органічними, біогенними і навіть небезпечними речовинами.

Негативний вплив на екосистеми малих річок надає сільськогосподарська діяльність на їх водозборах і, особливо, на берегових схилах. Сільськогосподарські угіддя займають від 65 % до 78 % від загальної площі басейнів малих річок. Розорювання земель і випас худоби в прибережній захисній смузі, використання добрив, пестицидів в рослинництві та садівництві призводять до забруднення вод, додатковому надходженню в водозбір в період весняної повені та інтенсивних літніх злив зважених наносів і гумусу, біогенних речовин, зменшення прозорості та перегріву вод, розвитку евтрофікації з усіма негативними її наслідками. А, враховуючи ще значну кількість ферм на цій території, можна відзначити постійне забруднення органічними та біогенними речовинами (рис. 3.6) [2], [3], [14].

Додаткове антропогенне навантаження на екологічний стан річок надає господарсько-побутова діяльність населення. До числа негативних наслідків цієї діяльності слід віднести порушення природних ландшафтів, утворення сміттєзвалищ із-за відсутності системи утилізації сміття, побутових відходів, скидання неочищених стічних вод і впадаючі в річку водотоки через відсутність каналізації, злив в період весняної повені та літніх злив добрив, пестицидів, які використовуються в присадибних господарствах.

Через відсутність системи централізованого водопостачання та водовідведення у селах проводиться встановлення вигрібних ям на берегах річок, що повністю суперечить нормам природоохоронного законодавства. Також через відсутність у таких місцях систем централізованого водопостачання та каналізації

скид стоків та побутового сміття здійснюється безпосередньо в річку, внаслідок чого малі притоки забруднюються та перетворюються в каналізаційні канали.



Рисунок 3.6 – Основні джерела забруднення на досліджуваній території [2]

Хочеться зазначити, що останнім часом водосховища все більше використовують для риборозведення, додаючи при цьому необхідні хімікати, що дуже впливають на якісний стан води.

Крім цього необхідно додати, що одна із досліджуваних річок, а саме Киргиз-Китай є транскордонною. І починаючи свій витік з Молдови, вона також надає додаткове забруднення до озера Китай про що свідчать лабораторні дані хімічних аналізів, відібрані в пункті спостереження на кордоні з Молдовою. Часто ці забруднення настільки значні, що можна навіть візуально це визначити за кольором та запахом. Особливо такі забруднення можна віднести до 2015 р. та 2016 р. При більш детальному розгляді було встановлено, що забруднення

відбувається дуже часто продуктами виноробної діяльності із вино-кон'ячного заводу в с. Твардиці [2], [3].

Необхідно звернути увагу і на значну зарегульованість всіх досліджуваних річок. а створені на них ставки використовуються для проведення рибогосподарської діяльності, що також надає значний вплив на якість їх поверхневих вод [2], [3].

3.2 Моніторинг досліджуваної території

В сучасних умовах основним документом у галузі водної політики ЄС є Директива № 2000/60/ЄС від 23 жовтня 2000 р., більше відома як Водна Рамкова Директива (ВРД) [1]. Наразі в Україні відбувається адаптація національної стратегії охорони водних ресурсів до положень ВРД.

Відповідно до положень ВРД для оцінки екологічного стану водних об'єктів, їх гідрологічних, гідрохімічних та гідробіологічних особливостей необхідно спиратися на результати гідро-екологічного моніторингу.

Гідро-екологічним моніторингом називають систему послідовних спостережень, збору, оброблення даних про стан водних об'єктів, прогнозування їх змін та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень та розроблення ефективних водоохоронних заходів [15].

Моніторинг якості поверхневих вод на досліджуваних об'єктах здійснювався за басейновим принципом згідно з Програмою моніторингу поверхневих вод лабораторією Дунайського РОВР(яка існувала до червня 2019 р.), дані якої і були використані у даній роботі. На даний час всі матеріали спостережень на озері та його річках передані в Басейнове управління водних ресурсів річок Причорномор'я і нижнього Дунаю [3]. Пункти спостереження наведені на рис. 3.7

проби не можна було декілька років поспіль. Тут відіграли роль і кліматичні умови і значне зарегулювання досліджуваних річок. А ось на разі, коли забір для водогосподарських потреб дещо зменшився, то й з'явилася можливість для відбору лабораторних проб для аналізу.

Стосовно пункту спостереження р.Киргиж-Китай 49 км від гирла по руслу річки, с. М. Ярославець, кордон з Молдовою то тут відбиралося проб трохи більше, особливо в ті роки, коли відмічалось забруднення з території Молдови. Проби відбиралися, в разі необхідності, разом з представниками з лабораторії Молдови для того, щоб підтвердити точність отриманих результатів.

3.3 Гідрохімічна характеристика досліджуваних об'єктів

Хімічний склад та мінералізація досліджуваних річок формується, в першу чергу, під впливом таких природних факторів як кліматичні умови, ґрунтові породи та ґрунтові води, а також сюди можна віднести і режим живлення річок. Надаючи характеристику саме цим факторам, треба згадати і недостатню кількість опадів, і високі літні температури, що надають значне випаровування, і засолені материнські породи та ґрунти, високо мінералізовані ґрунтові води і незначне водопілля [5], [16]-[25].

Але також необхідно додати значний антропогенний вплив на території дослідження. Сюди можна віднести значну зарегульованість річок, забруднення як водозбірної їх площі так і поверхневих вод, що надходить від населених пунктів цієї території та їх водогосподарської діяльності [18]-[25].

Для того, щоб надати більш детальну характеристику поверхневим водам досліджуваних річок для початку розглядається загальна мінералізація та основні іони.

3.3.1 Характеристика головних іонів і мінералізації

Для проведення досліджень використані моніторингові дані лабораторії ДРОВР за 2000- 2018 роки на р.Великий Катлабух, р.Єніці, що впадають до озера Катлабух та р.Аліяга і р.Киргиз-Китай, що впадають до озера Китай. Але, в зв'язку з тим, що р. Киргиз-Китай є транскордонною, для дослідження було обрано два пости, один з яких знаходиться на перетині кордону з Молдовою, звідки бере початок ця річка – с. Малий Ярославець.

Дослідження почалися з визначення суми всіх мінеральних речовин, що були виявленні в лабораторних аналізах поверхневих вод досліджуваних річок. Зазвичай кількість їх менша під час водопілля, а в межень збільшується, але враховуючи антропогенні фактори можливі різні варіанти. Розглядаючи отримані результати, що наведені в табл. 3.1 та рис. 3.1 можна охарактеризувати суму солей в усіх досліджуваних річках як високу, що значно перевищує ГДК для поверхневих вод – 1 г/дм^3 [17]-[26].

Аналізуючи табл. 3.2 та рис. 3.8 можна зазначити, що найвищі показники мінералізації має р. Аліяга, де вони сягають біля 10 г/дм^3 в 2011 році, а серед найменших показників можна зазначити лише 2003 рік з показником $3,5 \text{ г/дм}^3$. Також високі показники в р. Великий Катлабух з найвищим значенням $8,2 \text{ г/дм}^3$ в 2009 р. та р.Єніка – $7,8 \text{ г/дм}^3$ у 2014 році. Щодо р. Киргиз-Китай можна сказати, що вищі показники суми солей характерні для посту спостереження а/д міст, де в 2007 році він сягає $7,3 \text{ г/дм}^3$, а в 2016 році $7,2 \text{ г/дм}^3$, а у транскордонному пункті спостереження с.Малий Ярославець – $4,2 \text{ г/дм}^3$ в 2012 році.

Якщо розглядати весь досліджуваний період, то можна зазначити, що був лише один рік 2003, коли значення мінералізації на всіх річках були найменші. Тому для того, щоб більш чітко розуміти чому так підвищується мінералізація в досліджуваних об'єктах були продовжені дослідження.

Таблиця 3.2. – Середньорічні значення мінералізації водних об'єктів за період 2000-2018 рр., мг/дм³

Роки	Пункти				
	р.Аліяга а/д міст	р.В.Катлабух а/д міст	р.Єніка с. Першо- травневе	р.Киргиз- Китай с.М.Ярославець	р.Киргиз- Китай а/д міст
2000	5300,0	4453,0	4849,0	-	5883,0
2001	5894,1	5233,9	4822,2	-	5612,0
2002	5938,0	4278,5	5186,2	-	2967,0
2003	3578,8	3612,7	4128,1	-	2068,0
2004	5592,0	3347,6	4594,6	-	4593,0
2005	5732,7	4062,7	4889,0	-	4972,0
2006	6072,0	4331,2	5471,1	2448,9	5339,0
2007	7571,3	4458,3	5792,0	2547,9	7342,0
2008	-	6545,5	4276,7	3356,7	-
2009	-	8245,7	5169,9	3444,7	-
2010	8212,0	7283,9	4998,4	3526,1	-
2011	9666,4	4480,7	3857,6	3413,6	-
2012	4698,0	2959,5	5625,9	4198,3	4969,0
2013	7376,0	6062,5	5624,0	3477,8	5382,0
2014	-	4239,0	7833,5	3569,2	-
2015	8860,0	5331,0	7380,0	4087,1	5648,0
2016	8596,9	6549,8	5543,3	3851,2	7179,0
2017	3711,5	4265,6	6294,1	3382,2	4186,7
2018	8623,7	6141,7	6217,0	3232,5	5327,2

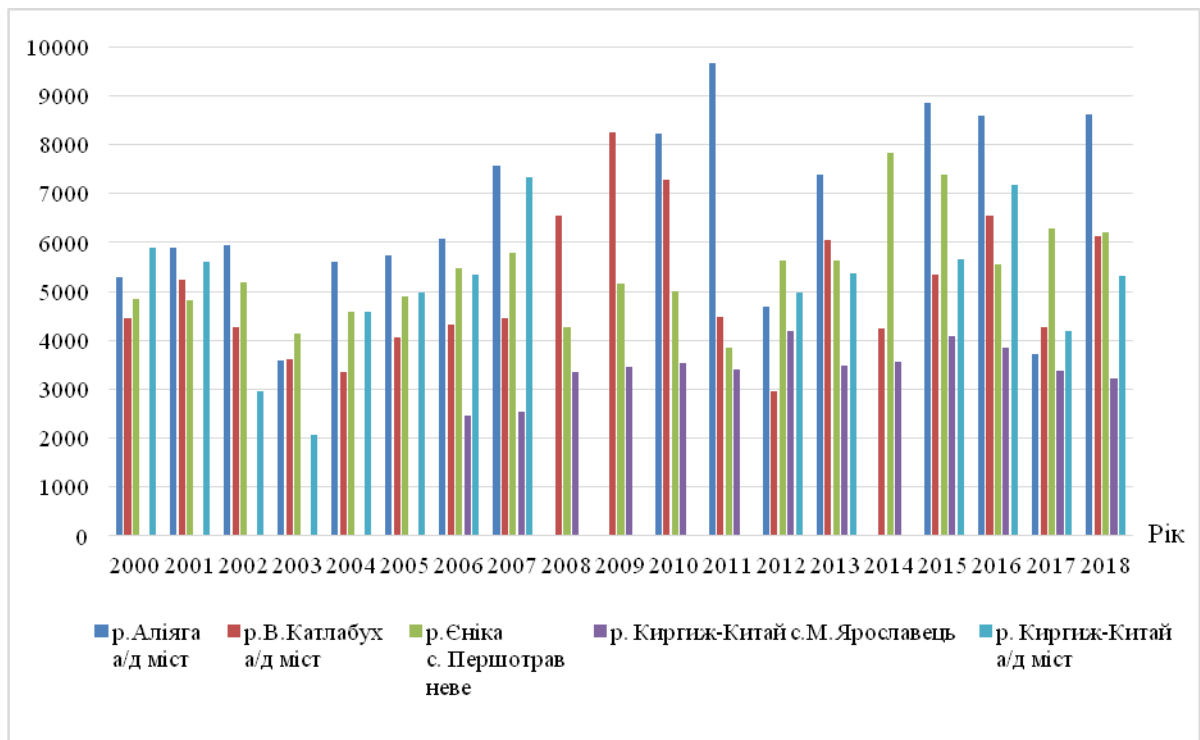


Рисунок 3.8 – Середньорічні значення мінералізації водних об’єктів за період 2000-2018 рр.

Для того щоб визначити які ж саме представники із головних іонів визначають таку значну загальну суму солей було розглянуто такі показники: гідрокарбонати, сульфати, хлориди, кальцій, магній та натрій і калій. Результати досліджень р. В Катлабух наведені в табл. 3. 3 та рис. 3.9.

Аналізуючи таб.3.3 та рис.3.9 можна відразу відзначити найбільший вміст сульфатних іонів протягом всього досліджуваного періоду, але найвищі значення притаманні 2009 р., 2010 р., 2008 р. та 2016 рокам. Саме вміст цих іонів свідчить про значний антропогенний вплив. [17]-[25].

Але, враховуючи значний вміст сульфатів в як в материнських породах, так і в ґрунтах, а також вміст їх високий в ґрунтових водах, то можна зазначити, що ще є також вплив природних чинників досліджуваної території.

Таблиця 3.3. - Середньорічна концентрація іонів у воді р. В. Катлабух за період 2000-2018 рр., мг/дм³

Рік	Гідрокар- бонати	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Натрій+ Калій
2000	375,0	2072,0	661,0	250,0	276,0	819,0
2001	265,9	2383,3	1025,8	311,1	413,3	834,4
2002	204,7	2188,4	580,0	292,0	240,9	772,7
2003	376,6	1641,1	509,0	186,6	223,0	676,3
2004	406,6	1507,6	435,8	179,7	205,1	612,9
2005	408,8	1873,5	558,4	236,1	242,7	743,1
2006	400,2	2061,9	580,7	252,9	280,2	755,4
2007	337,6	2103,0	656,3	223,1	264,3	874,1
2008	284,3	3166,8	1080,8	305,2	414,1	1294,4
2009	381,5	4405,3	992,9	474,3	536,5	1455,4
2010	411,4	3567,3	1108,3	399,8	484,1	1313,1
2011	398,7	2167,8	587,9	249,0	301,7	775,7
2012	309,7	1241,2	512,9	154,8	192,6	546,3
2013	379,2	2889,9	945,6	293,4	397,9	1146,3
2014	460,1	1867,4	636,8	146,4	285,6	840,7
2015	475,9	2448,5	782,1	224,9	341,6	1043,8
2016	522,2	3037,7	988,1	273,8	406,0	1317,5
2017	370,0	1980,8	621,1	197,1	271,7	818,6
2018	533,8	2957,5	821,4	284,8	431,7	1099,8

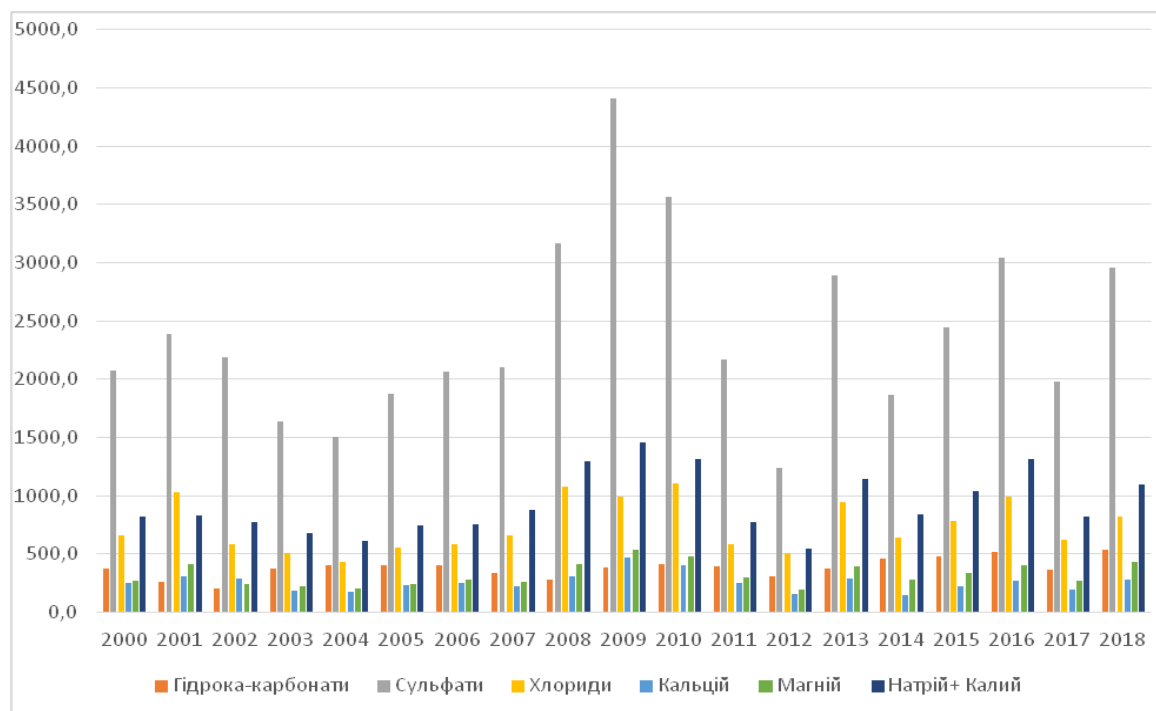


Рисунок 3.9 – Динаміка вмісту основних іонів у р. В.Катлабух 2000- 2018 рр.

Як видно з таблиці 3.3 та графіку рис. 3.9 є також роки з підвищеним вмістом хлоридів.

Також можна зазначити і високий вміст натрію та калію, що підтверджується як таблицею 3.3 так і графіком рис. 3.9, особливо в 2009 р. та 2010 р., де їх вміст склав 1455 мг/дм³ і 1314 мг/дм³ відповідно.

Надалі розглядаються вміст основних іонів у р. Єніка, яка також впадає до озера Катлабух. Результати досліджень наведені у табл. 3.4 та на рис. 3.10.

Таблиця 3.4 - Середньорічна концентрація іонів у воді р. Єніка за період 2000-2018 рр., мг/дм³

Рік	Гідрока- карбонати	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Натрій+ Калій
2000	-	2093,0	828,0	194,0	278,0	1034,0
2001	-	2066,0	799,3	196,1	248,3	1066,5
2002	-	2249,3	869,9	221,7	285,1	1107,2
2003	382,3	1786,5	679,1	159,1	232,7	888,3
2004	401,0	2068,2	716,3	179,9	276,8	952,4
2005	401,0	2279,6	719,2	190,9	304,7	993,7
2006	389,3	2567,2	848,1	204,3	356,8	1105,5
2007	391,8	2593,3	989,7	171,4	330,0	1315,9
2008	432,8	1809,7	704,1	155,4	234,1	940,7
2009	401,2	2253,6	888,4	170,1	279,3	1177,3
2010	450,1	2130,3	879,7	168,3	315,9	1054,1
2011	397,6	1651,6	634,6	159,8	243,1	771,0
2012	496,7	2376,9	1010,1	227,3	337,1	1176,8
2013	394,8	2472,7	997,1	195,3	328,4	1233,8
2014	533,1	3317,1	1501,0	165,8	460,0	1852,4
2015	424,7	3334,4	1316,4	211,3	461,8	1626,7
2016	457,5	2347,4	992,4	184,8	301,6	1258,5
2017	440,8	2870,0	1048,2	196,5	410,4	1325,7
2018	349,4	2819,1	1108,9	176,9	391,5	1368,0

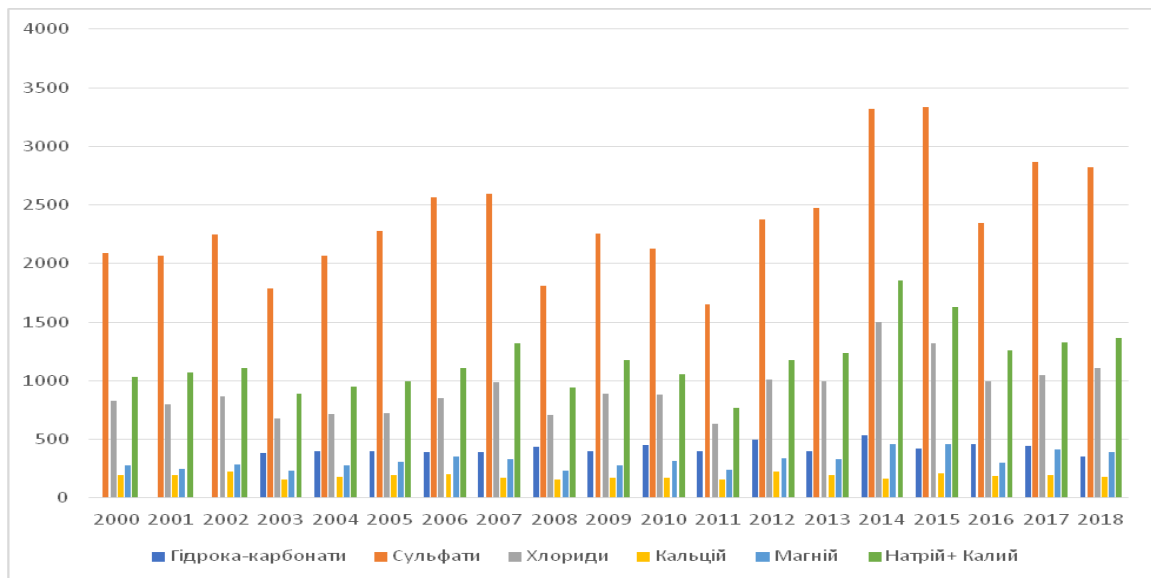


Рисунок 3.10 – Динаміка вмісту основних іонів у р. Єніка за період 2000- 2018 рр.

При проведенні аналізу цих даних можна зазначити також високий вміст сульфатних іонів, де їх середня концентрація за досліджуваний період склала 2372,9 мг/дм³. Найвищі значення середньорічних показників сульфатних іонів (SO₄²⁻) характерні для 2015 р. та 2014 р., де вони склали 3334,4 мг/дм³ та 3317 мг/дм³ відповідно, а найменше значення було у 2011 році - 1651,6 мг/дм³.

А середньорічні значення показників натрію (Na⁺) та калію (K⁺) змінювались від 771 мг/дм³ в 2011 р. до 1852,4 мг/дм³ в 2014 р. Їх середня кількість за період дослідження склала 1171 мг/дм³.

Характеризуючи досліджувані річки Великий Катлабух та Єніка, що впадають до озера Катлабух можна зазначити значний вміст сульфатних іонів та натрію та калію, що свідчать про несприятливі природні умови та антропогенний вплив [17]-[25]. Дещо підвищений також вміст хлоридних іонів, а ось гідрокарбонати та кальцій мають показники, які відповідають вмісту поверхневих вод річок.

Надалі розглядається вміст головних іонів у річках, що впадають до озера Китай. Спочатку розглядається р. Аліяга, а результати дослідження наведені в табл. 3.5 та на рис. 3.11.

Таблиця 3.5 – Середньорічна концентрація головних іонів у воді р.Аліяга за період 2000-2018 рр., мг/дм³

Рік	Гідро-карбонати	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Натрій+ Калій
2000	367,0	2541,0	774,0	290	311	1017
2001	347,9	2941	932,0	310,8	347,9	1214
2002	314,6	2864,4	933,0	315,1	354,4	1156,3
2003	272,9	1666,5	565,0	202,8	240,9	629,5
2004	319,5	2631,8	916,2	261,5	339,0	1124,1
2005	328,6	2738,6	903,1	263,4	350,3	1148,1
2006	397,3	2864,1	949,1	285,3	369,8	1206,8
2007	345,0	3720,2	1126,1	296,6	396,5	1687,6
2008	-	-	-	-	-	-
2009	-	-	-	-	-	-
2010	422,6	3825,1	1419,6	356,1	438,3	1819,8
2011	515,6	4600,0	1514,5	363,5	518,7	2153,8
2012	358,9	2223,8	659,6	244,7	256,6	942,0
2013	467,8	3454,2	1097,1	343,7	381,0	1574,6
2014	-	-	-	-	-	-
2015	400,0	4164,8	1468,9	365,4	505,5	1896,4
2016	463,6	4025,8	1369,0	370,9	441,0	1894,4
2017	247,8	1769,7	525,1	204,6	207,8	723,7
2018	569,6	3813,8	1518,0	388,9	467,0	1850,2

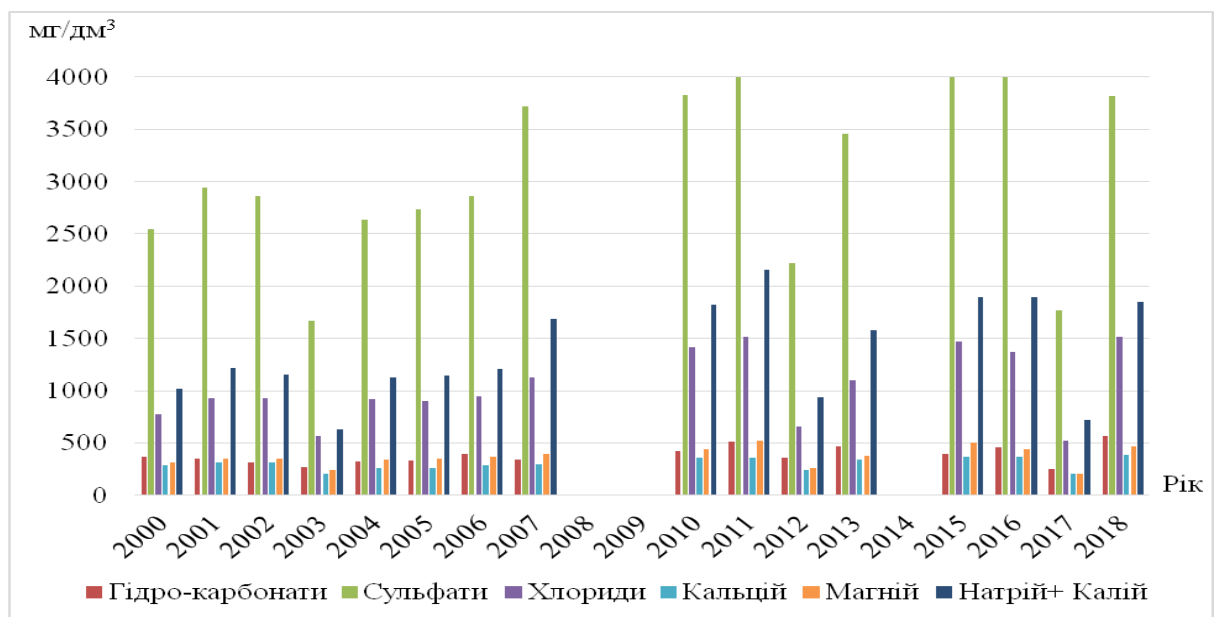


Рисунок 3.11 – Динаміка вмісту основних іонів у р. Аліяга за період 2000- 2018 рр.

Починаючи аналіз результатів дослідження необхідно додати, що в дослідженнях були такі роки, коли через сильне обміління річки не можна було відібрати проби для лабораторних аналізів. Але навіть за всіма іншими роками можна зазначити значну кількість сульфатів та іонів натрію та калію. Аналізуючи табл. 3.5 та рис. 3.11 можна сказати, що не відзначається тенденції до зменшення вмісту цих хімічних елементів, а навпаки, найбільші значення сульфатів характерні для 2011 р., 2015 р. та 2016 років, де їх кількість склала 4600 мг/дм³, 4164 мг/дм³ та 4025 мг/дм³ відповідно. Що стосується натрію та калію то тут розподіл їх кількості аналогічний і найбільша кількість цих елементів також відзначається в 2011 р., 2015 р. та 2016 роках, хоч в останні роки дослідження їх кількість і зменшується, але дуже незначно. На нашу думку таке значне підвищення кількості цих елементів свідчить про підсилення антропогенного навантаження на поверхневі води цієї річки [17]-[22].

Як видно з графіку, рис. 3.11 вміст гідрокарбонатів, хлоридів, кальцію та магнію за своєю кількістю набагато менші і якщо і змінюються, то незначно. Також, на жаль, не відзначається динаміки зменшення сульфатів та іонів натрію та калію, що свідчить про постійний антропогенний вплив на поверхневі води річки.

Надалі розглядається склад основних іонів в р.Киргиж-Китай, де для дослідження було обрано два пункти спостереження, враховуючи, що один з них, а саме Малий Ярославець знаходиться на кордоні з Молдовою і важливо зазначити чи надходять забруднюючі речовини з цієї території чи ні. Також треба зазначити, що на обох пунктах спостереження є такі роки, коли річка дуже обміліла і не можна було відібрати лабораторні проби, що пов'язано зі значним зарегулюванням річки та впливом кліматичних факторів.

Це відноситься в основному до пункту спостереження на р. Киргиж-Китай, що знаходиться за 4,2 км від гирла, а/д міст. Результати дослідження наведені в табл. 3.6 та рис. 3.12.

Таблиця 3.6 – Середньорічна концентрація головних іонів у воді р.Киргиж-Китай а/д міст за період 2000-2018 рр., мг/дм³

Рік	Гідро-карбонати	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Натрій+Калій
2000	312,0	2780,0	946,00	251,0	319,0	1275
2001	289,4	2713,5	844,10	223,5	289,9	1251,4
2002	320,1	1349,8	391,60	157,9	157,0	590,3
2003	298,6	851,6	298,30	142,3	102,5	384,0
2004	301,4	2134,5	718,40	218,7	246,9	972,9
2005	363,8	2334,9	736,90	245,2	271,8	1019,8
2006	422,7	2372,2	874,70	253,5	277,7	1137,6
2007	234,2	3557,5	1233,90	263,4	413,1	1639,9
2008	-	-	-	-	-	-
2009	-	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-
2012	344,7	2408,8	693,60	222,5	292,7	1005,7
2013	346,0	2493,0	859,90	264,1	304,3	1097,8
2014	-	-	-	-	-	-
2015	435,8	2606,3	848,00	257,3	321,9	1158,5
2016	341,2	3336,6	1227,10	288,2	397,4	1572,0
2017	319,2	1932,8	649,50	203,5	257,3	815,5
2018	367,0	2414,1	886,25	244,1	305,9	1101,8

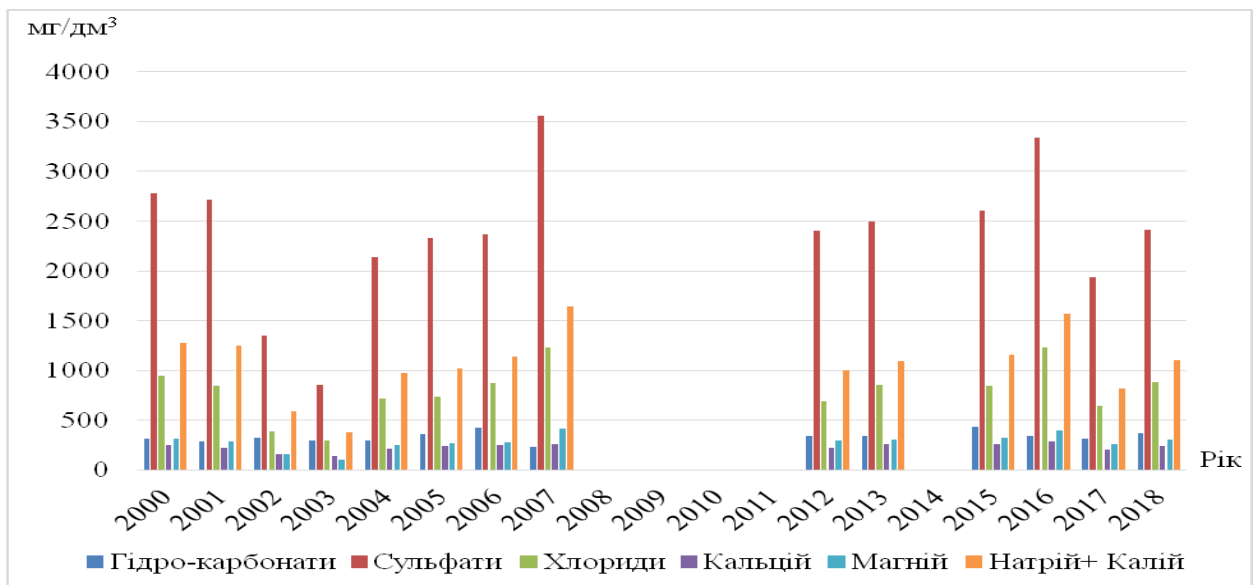


Рисунок 3.12 – Динаміка вмісту основних іонів у р. Киргиж-Китай а/д міст за період 2000- 2018 рр.

Аналізуючи табл. 3.6 та рис. 3.12 можна зауважити про значну кількість іонів SO_4^{2-} , особливо в 2007 р. та в 2016 р., де їх кількість склала відповідно 3557 мг/дм³ та 3336 мг/дм³ відповідно. найменша кількість сульфатів притаманна 2003 року, де їх кількість становила лише 851, 6 мг/дм³. Серед катіонів також домінують натрій і калій також в 2007 р. та 2016 р., що також свідчить про антропогенний вплив в цей період.

Наступним розглядається другий пункт спостереження цієї річки 49 км, с.М.Ярославець. Результати досліджень надаються в табл. 3.7 та рис.3.13.

Таблиця 3.7 – Середньорічна концентрація головних іонів у воді р. Киргиж-Китай с. Малий Ярославець за період 2006-2018 рр., мг/дм³

Рік	Гідро-карбонати	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Натрій+Калій
2006	451,4	1056,1	271,9	200,9	100,1	330,2
2007	543,4	1109,3	302,5	219,3	103,3	369,5
2008	783,6	1364,7	260,5	303,6	182,1	462,2
2009	812,7	1345,0	284,4	235,8	163,6	603,3
2010	659,9	1556,2	298,3	246,8	206,5	558,5
2011	704,6	1471,1	278,5	262,1	214,9	482,4
2012	713,2	1945,5	345,4	423,4	241,1	526,3
2013	745,7	1433,5	293,9	333,8	219,8	640,1
2014	780,8	1505,8	265,9	240,0	151,9	624,2
2015	1012	1235,3	282,9	178,5	189,7	645,6
2016	1189	878,4	301,3	310,0	212,8	495,1
2017	585,8	1605,1	248,2	365,1	188,3	503,1
2018	610,5	1433,8	239,3	305,1	158,0	480,1

Цей пункт спостереження знаходиться на кордоні з Молдовою. На жаль, моніторингові дані за цим пунктом спостереження є лише з 2006 року. Але, порівнюючи дані двох постів цієї річки, які доповнюють один одного, можна надати їй відповідну характеристику.

Для того, щоб краще відзначити зміни вмісту основних іонів за досліджуваний період необхідно розглянути і графік (рис. 3.13).

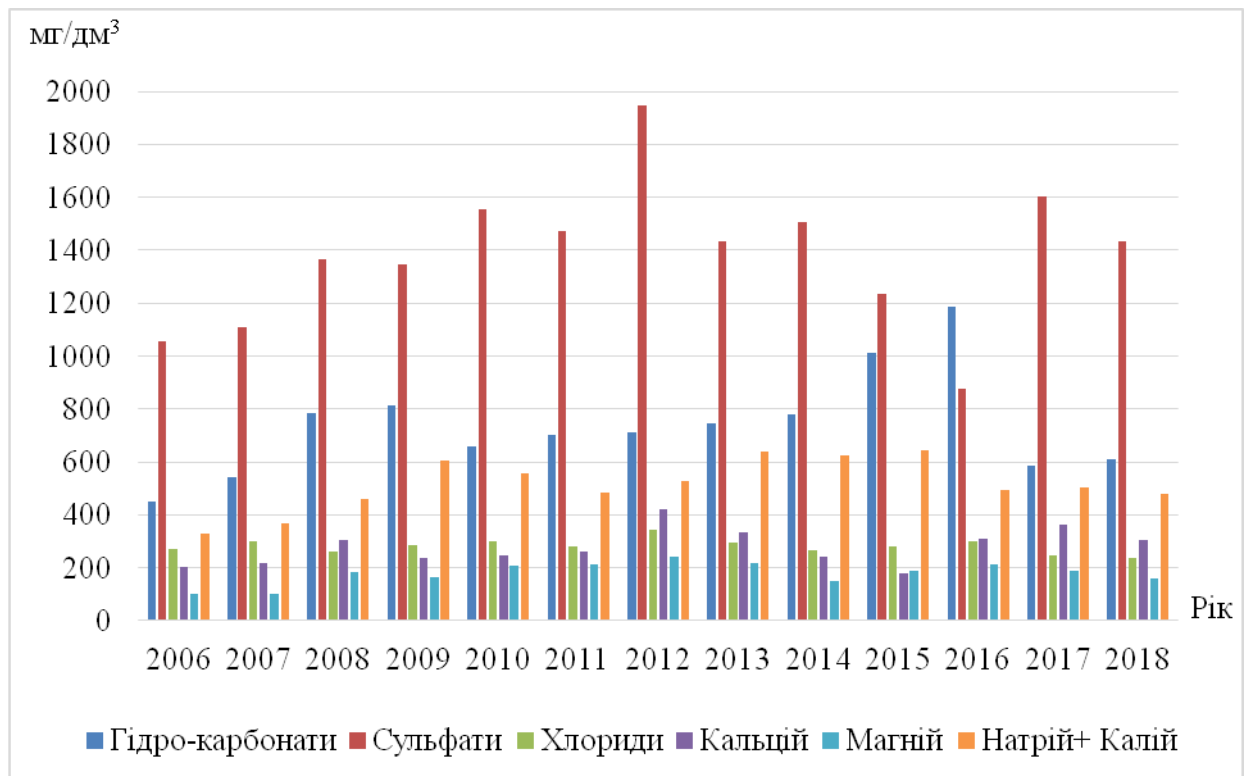


Рисунок 3.13 – Динаміка вмісту основних іонів у р. Киргиз-Китай с. Малий Ярославець за період 2000- 2018 рр.

Характеризуючи результати досліджень слід зазначити, що тенденція до значного вмісту сульфатів протягом всього досліджуваного періоду зберігається з найбільшою їх кількістю в 2012 році. це також можна віднести і до іонів натрію та калію. Але характерною рисою для даного пункту спостереження, є значне підвищення гідрокарбонатних іонів, особливо в 2016 р. та 2015 р. В цьому випадку така значна кількість його в поверхневих водах річки може розглядатися як антропогенний вплив [17]-[21].

Отже характеризуючи всі досліджувані водні об'єкти, можна відзначити значну суму всіх солей в них, яка значно перевищує ГДК установлену для поверхневих вод і створюється завдяки значній кількості сульфатних іонів та іонів натрію та калію. В цьому випадку можна відзначити і природні фактори впливу, а саме кліматичні умови, засолені ґрунти та материнські породи, вплив високо мінералізованих ґрунтових вод [17]-[26].

4 ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДОВИХ ВОДНОГО БАЛАНСУ – МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ТА ГІДРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РІЧНОГО СТОКУ В БАСЕЙНІ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ

Водний баланс є ключовим інструментом систематичного аналізу процесів, пов'язаних із накопиченням, перерозподілом та витрачанням вологи в межах річкового водозбору. Аналізуючи водно-балансові рівняння, можна ефективно вирішувати такі завдання, як вивчення умов та встановлення закономірностей утворення поверхневих та підземних водних ресурсів, їх структури. Також водно-балансовий підхід дозволяє розробляти заходи з управління водним режимом території, спрямовані на збереження або часткове перетворення з метою задоволення потреб населення та різних галузей господарства.

Розрахунок водного балансу річного стоку є актуальною задачею для оцінки водних ресурсів країни та раціонального управління водними ресурсами, особливо в сучасних умовах змін клімату та антропогенного впливу.

Даний розділ роботи присвячений дослідженню складових водного балансу - метеорологічних та гідрологічних характеристик річного стоку в басейні річки.

Для дослідження був обраний басейн р. Південний Буг в межах його верхньої та середньої частин (до села Тростянчик).

4.1 Фізико-географічна характеристика басейну річки Південний Буг

Геологія і рельєф. Басейн річки Південний Буг розташований в межах давнього кристалічного фундаменту південно-західної частини Східноєвропейської платформи.

Рельєф басейну річки Південний Буг формують глибокі яри, балки та пороги, оскільки Український кристалічний щит, на якому він розташований, є піднятою ділянкою платформи й складається з гірських порід, утворення яких датується докембрійським часом [1]-[5]. Загалом досліджувана територія розташована на

Східноєвропейській рівнині Правобережної частини території України. Басейни річок до села Тростянчик розташовані переважно в межах Подільської височини (рис. 4.1).

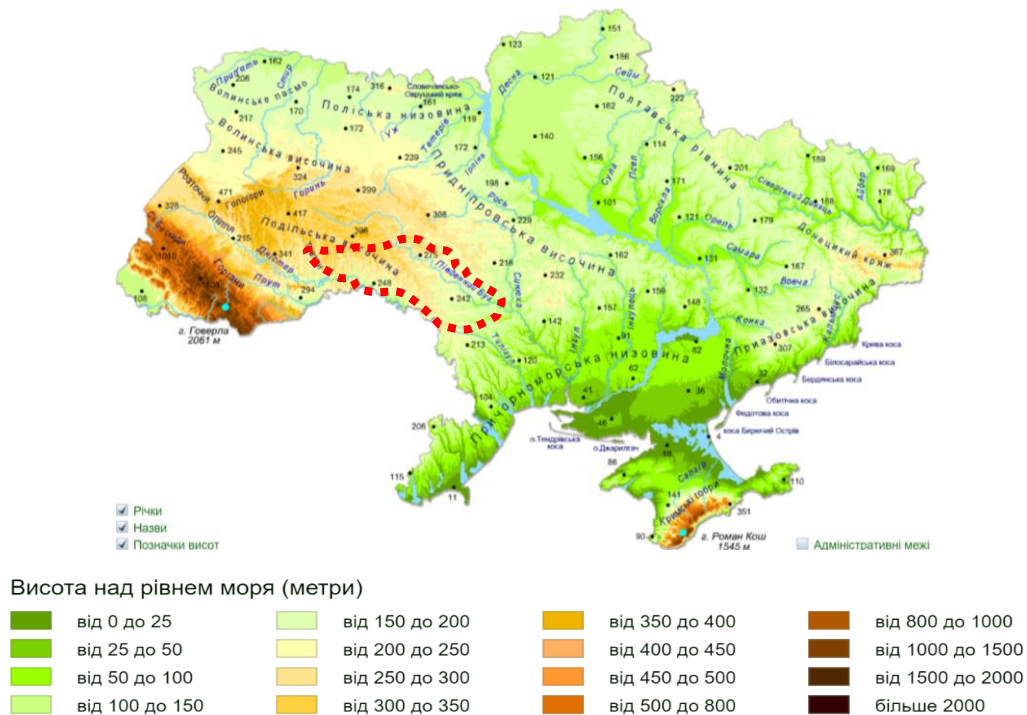


Рисунок 4.1 – Орографічна карта України [2]

Примітка: червоним пунктиром умовно позначено територію басейну річки Південний Буг до села Тростянчик.

Середня висота водозборів в басейні річки Південний Буг змінюється з північного-заходу на південний схід від 396 м до 280 м (рис. 4.2).

Водозбірний басейн р.Південний Буг розташований в межах давнього кристалічного фундаменту південно-західної частини Східноєвропейської платформи, де розповсюджені породи докембрійського, палеозойського, 32 мезозойського та кайнозойського віку [1].

В межах басейну р.Південний Буг характерним є чергування розвинутих підвищених ландшафтів з рівнинно-хвилястим рельєфом місцевості, добре розвинута річкова мережа ($0,43\text{--}0,48\text{ км/км}^2$), невеликі похили річок ($0,5\text{--}2,0\text{ м/км}$).

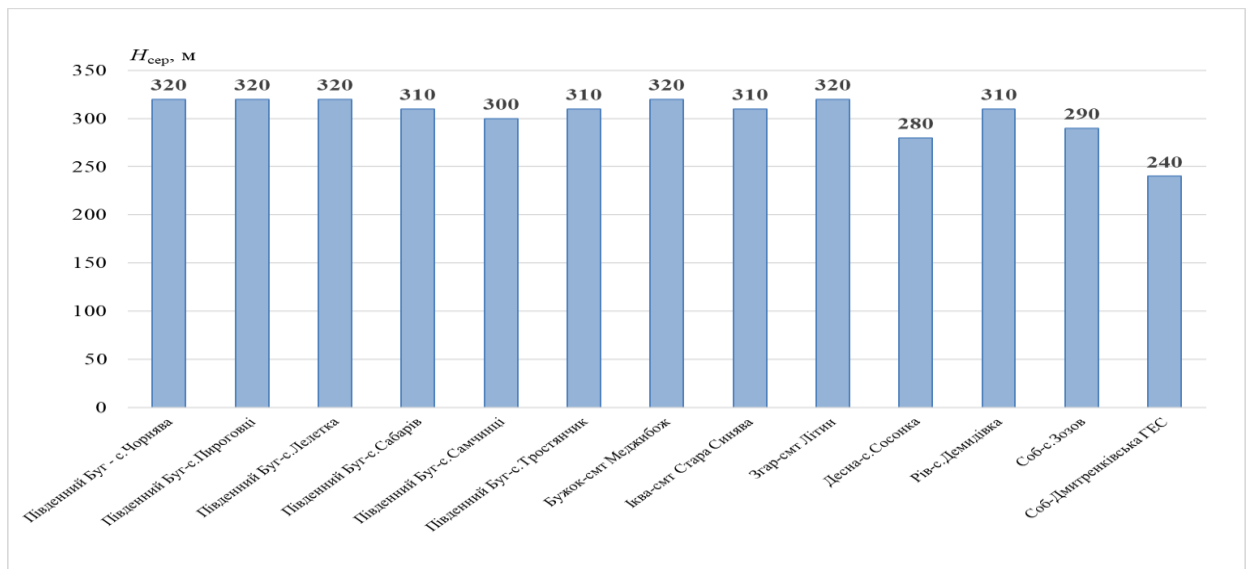


Рисунок 4.2 – Динаміка середньої висоти водозборів в басейні р.Південний Буг (до села Тростянич)

Грунтовий покрив у річковому басейні Південного Бугу сформувався внаслідок взаємодії різних факторів, таких як рельєф, клімат, рослинний покрив, сільське господарство і інші. За характером ґрунтового покриття басейн Південного Бугу (до села Тростянич) належить до лісостепу [1].

Ґрунти представлені переважно чорноземами серед яких виділяються наступні головні підтипи: чорноземи типові та чорноземи звичайні, які послідовно змінюють один одного з півночі на південний схід. Серед древніх відкладень переважають піски і алювій, переважно суглинистий. У заплавах річки Південний Буг значне поширення мають піщані і супіщані алювіальні відкладення [1]-[5].

В розглядуваній частині басейну річки Південний Буг ґрунти представлені переважно світло-сірими суглинками, в середній частині басейну – переважно малогумусними чорноземами. На підвищених місцях рельєфу залягають опідзолені чорноземи. Світло-сірі ґрунти найбільш опідзолені та найменш гумусовані серед лісостепових опідзолених ґрунтів. Гумусо-елювіальний горизонт чорноземів опідзолених ґрунтів сягає лише 35 см.

За механічним складом в басейні річки Південний Буг переважають суглинисті ґрунти різного гранулометричного складу. У нижній частині басейну поширені глинисті, піщані та глинисто-піщані ґрунти [1]-[5].

В басейні річки Південний Буг і його приток річок Бужок, Вовк, Згар, Рів у днищах долин, на заплавних ділянках переважають торфово-болотні ґрунти і торф'яники низинні. Після проведення осушувальних меліорацій відбулася їх часткова мінералізація [5].

Рослинний покрив. Басейн річки Південний Буг (до села Тростянчик) розташований переважно у межах двох природних фізико-географічних зон: *широколистяних лісів та лісостепової зони* [1]-[5].

Географічне положення, неоднорідність рельєфу (геоморфологічної й геологічної будови), гідрографічної мережі, ґрунтового покриву, зонально-кліматичних, едафічних та інших екологічних чинників обумовили значну різноманітність природної рослинності на території та його околиць [6].

За геоботанічним районуванням територія відноситься до Південнопольсько-Західноподільської підпровінції широколистяних лісів (букових, грабово-дубових і дубових лісів), справжніх та остепнених луків, лучних степів та евтрофних боліт. Басейн р. Південний Буг розташований в зоні мішаних лісів та в лісостеповій недостатньо зволоженій теплій зоні в межах Східноєвропейської лісостепової провінції дубових лісів, остепнених луків та лучних степів. Рослинність представлена переважно грабово-дубовими та дубовими лісами, суходільними та остепненими луками, а також лучними степами. Значна частина басейну р.Південний Буг зайнята орними землями, на яких вирощують культурні види рослин [1].

Залісеність в басейні р. Південний Буг не перевищує 19 % (рис. 4.3). В частині басейну (до села Тростянчик) залісеність водозборів коливається в межах 1-13 % [1].

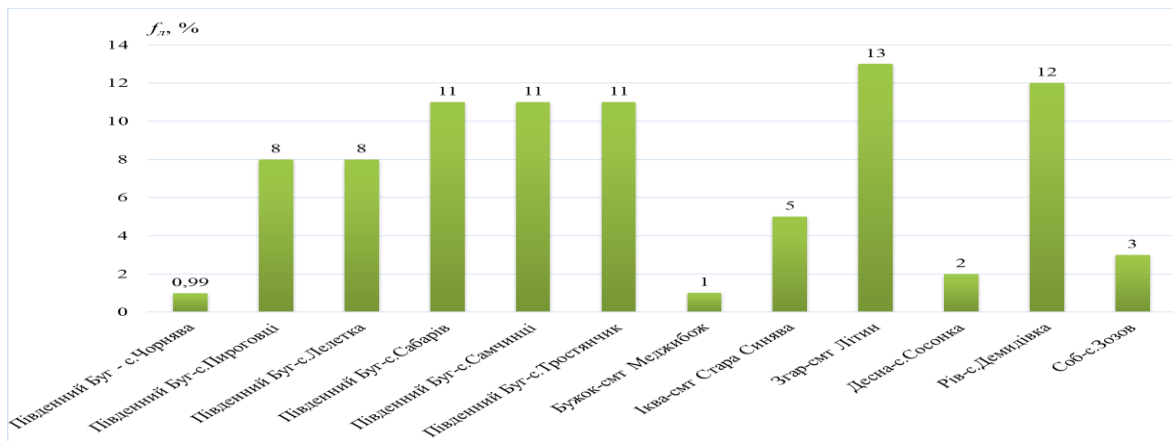


Рисунок 4.3 – Залісеність водозборів в басейні р. Південний Буг (до села Тростянчик), у відсотках від загальної площі басейну

Заболоченість території незначна, її значення досягають 11 % (рис. 4.4). Озерність на досліджуваній території майже відсутня та не перевищує 1 % і лише на деяких малих річках досягає 2-3 % відповідно [1].

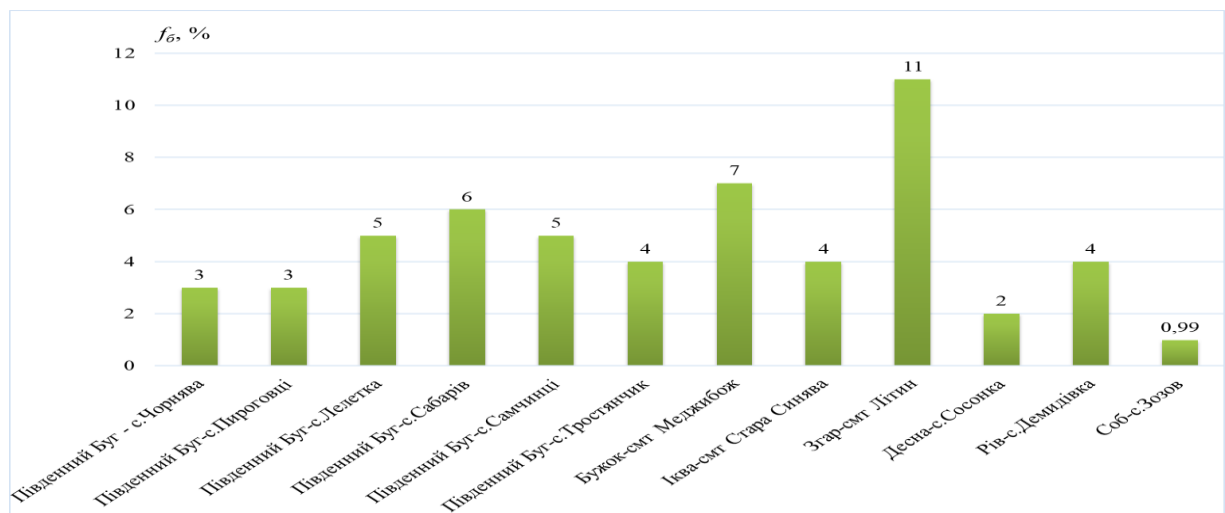


Рисунок 4.4 – Заболоченість водозборів в басейні р. Південний Буг (до села Тростянчик), у відсотках від загальної площі басейну

Кліматичні умови. Основні риси клімату досліджуваної території формуються під впливом загальних і місцевих кліматоутворюючих факторів. Властивості різних повітряних мас, які надходять з Атлантики, Арктичного

басейну або з великих континентальних територій Євразії визначають часту мінливість погоди, характерну для України. При надходженні континентального повітря погода відрізняється сухістю, високими температурами в теплу пору року, низькими – у холодну.

Атлантичне повітря звичайно насичене вологою: взимку воно приносить потепління, влітку – дощі та прохолоду. Найчастіше атлантичні повітряні маси спостерігаються на північному заході території, рідше – на південному сході. Маси арктичного повітря надходять з півночі та північного сходу і звичайно приносять похолодання. Іноді це сухе холодне повітря, просуваючись на південь, швидко прогрівається і сприяє розвитку суховіїв [1]-[5]. Кліматична характеристика басейну р. Південний Буг виконана за літературними джерелами [1]-[5], середньобагаторічними метеорологічними та агрометеорологічними характеристиками – [4]-[5] та даними Українського гідрометеорологічного центру Державної служби України з надзвичайних ситуацій (УкрГМЦ).

Температурний режим залежить від радіаційних чинників і властивостей повітряних потоків, які надходять на дану територію. Суттєву роль відіграє підстильна поверхня, рослинний і сніговий покрив. Середньорічна температура повітря для більшої частини досліджуваної території складає близько 7,0-8,0 °С.

Найбільш холодна частина зими збігається з переходом температури повітря через -5 °С, що зазвичай відбувається в першій декаді січня. Тому в річному ході температури повітря найхолоднішим місяцем є січень. Температура повітря в січні по території басейну коливається від -6 °С до -3 °С.

В холодний період року температура повітря на розглядуваній території характеризується значною нестійкістю внаслідок суттєвої ролі циркуляційних процесів. Для зимового сезону характерні похмура погода, тумани та відлиги, при яких добова температура підвищується до 5 °С і вище. Середньорічні атмосферні опади в басейні річки Південний Буг в середньому коливаються від 700 мм до 500 мм з північного заходу території на південь.

Кліматична весна починається з переходу температури повітря через 0 °С і руйнування стійкого снігового покриву. На досліджуваній території середні дати

переходу температури повітря через 0 °С весною в середньому припадають на 12-15 березня. Найраніша дата відмічалася 10-11 січня (у 1989 р., 1990 р.), найпізніша – 25 березня-1 квітня (у 1987 р., 1996 р., 2003 р.).

В останні десятиліття перехід температури повітря через 0 °С весною відбувається раніше [9]. У теплий період року до території надходить тропічне повітря, його вторгнення сприяє настанню жаркої погоди. Найтеплішим місяцем є липень. Температура повітря в липні по території басейну коливається від 18 °С до 20 °С. Середня багаторічна норма випаровування з поверхні малих водойм у безльодоставний період в басейні річки Південний Буг (до села Тростянчик) коливається у межах 550-600 мм.

Початок осені пов'язаний з переходом температури повітря через 10 °С в сторону зниження. Триває осінь 2-3 місяці. У другій половині осіннього періоду можливі потепління. Для пізньої осені характерна волога, похмура погода. Перші заморозки в середньому спостерігаються 10-15 жовтня, але їх дати коливаються від 8 вересня до 20 листопада [7].

Протягом другої половини листопада осінь змінюється періодом передзим'я з нестійкою погодою, частими туманами, ожеледицями й короткочасними утвореннями сніжного покриву. В середньому цей період триває протягом місяця. У рідких випадках зима встановлюється відразу й перехідного періоду майже не буває [7].

В басейні р. Південний Буг (до с.Тростянчик) спостерігаються часті *зимові відлиги*, які призводять протягом зими до часткового, а іноді й до повного танення снігу на басейнах та формуванню зимових паводків.

В північно-західній та центральній частинах басейну р.Південний Буг середня кількість днів із відлигою (за грудень-лютий) становить 48-51 днів [7].

Найбільша кількість днів із відлигою за холодний період досягала 72-79. У періоди зимових відлиг на поверхні ґрунту часто утворюється крижана кірка, що зменшує водопроникність ґрунтів річкового басейну.

Температурний режим холодного періоду значно впливає на *глибину промерзання ґрунтів*, яка є одним з основних чинників водопоглинаючої

спроможності ґрунтів, тобто втрат талих вод на інфільтрацію в період формування весняного водопілля.

Глибина промерзання ґрунтів визначається, головним чином, тривалістю морозного періоду і мінімальними мінусовими значеннями температур повітря і ґрунту. Іноді, промерзання ґрунтів в басейні р. Південний Буг спостерігається вже в листопаді.

Проте на більшості території, особливо на півдні, промерзання ґрунтів починається тільки в грудні (для періоду 1986-2005 рр.) [7]. Теплі зими в останні десятиліття суттєво впливають на температурні умови промерзання ґрунтів. Воно стає слабкішим протягом всього холодного періоду. Тривалість днів зі стійким промерзанням зменшується в широтному напрямку – з півночі на південь і в середньому в басейні р. Південний Буг становить 50-100 днів. У більш теплі зими число днів зі стійким промерзанням ґрунтів скорочується до 30 днів. На більшій частині території басейну р. Південний Буг найбільша з середніх глибина промерзання ґрунтів спостерігалася у лютому і становила порядку 28-32 см.

Основні кліматичні характеристики в басейні р. Південний Буг (до села Тростяничок) представлені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1. – Основні кліматичні характеристики в басейні р. Південний Буг [5]

№	Метеостанція	Температура повітря, °C		Річна сума опадів, мм	
		норма	2011 р.	норма	2011 р.
1	Хмельницький	7,1	8,3	669	413
2	Вінниця	7,1	8,2	638	442
3	Гайсин	7,6	8,9	606	555

Гідрометеорологічна вивченість та водний режим в басейні річки Південний Буг (до села Тростянчик). В басейні річки Південний Буг налічується 1 велика річка Південний Буг, 11 середніх річок загальною довжиною понад 1,6 тис км та 6582 малі річки [5].

Площа басейну р. Південний Буг складає 63700 км². Діапазон водозбірних площ в басейні річки Південний Буг (до села Тростянчик) охоплює басейни за розміром від 36,5 км² до 17400 км² (рис. 4.5).

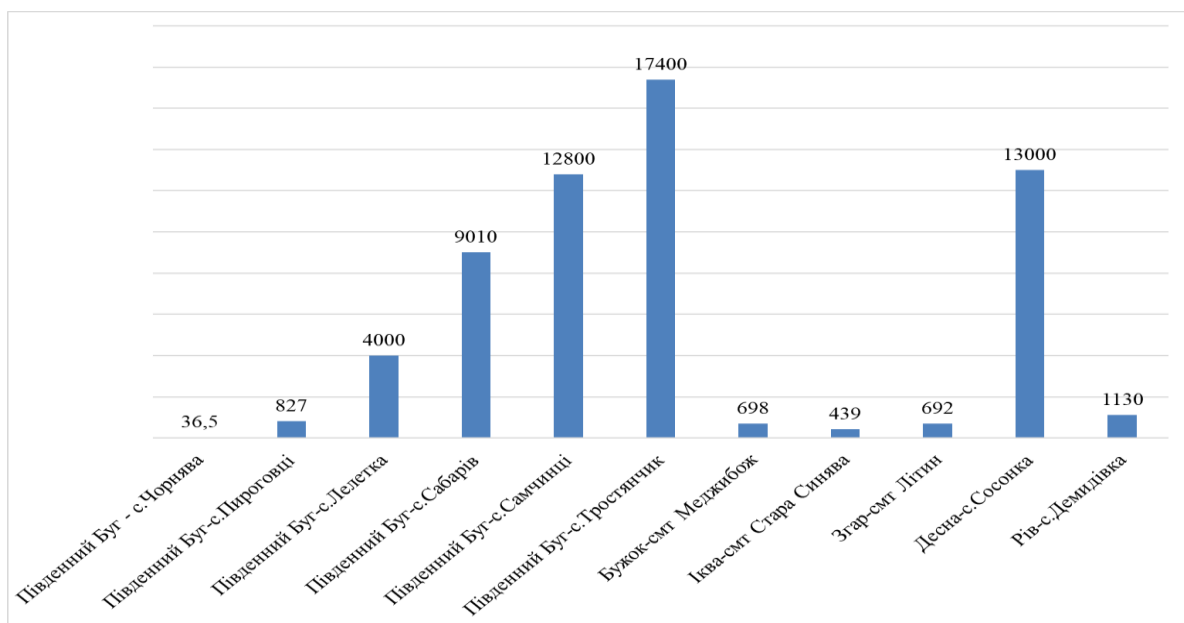


Рисунок 4.5 – Діапазон водозбірних площ в басейні річки Південний Буг (до села Тростянчик)

Станом на 2020 рік в басейні річки Південний Буг (до села Тростянчик) діючими є 12 гідрологічних поста, які мають досить тривалі часові ряди стокових спостережень. Спостереження за метеорологічними характеристиками весняного водопілля здійснюють 5 метеорологічних станцій рівномірно розташованих по території басейну (рис. 4.6).

Водний режим річки Південний Буг визначається кліматичними, гідрогеологічними, орографічними і гідрографічними особливостями території [1], [5].



▼ – гідрологічний пост; ● – метеорологічна станція

Рисунок 4.6 – Гідрометеорологічна мережа спостережень в басейні річки Південний Буг (до села Тростянчик)

Всього у басейні річки Південний Буг в різний час спостереження за водним і рівневим режимами проводилися на 106 гідрологічних постах [1], 24 з них — діючі до цього часу [5].

Досліджуваний басейн знаходиться в різних кліматичних і орографічних умовах, тому процеси формування стоку по території мають певні відмінності. Літня і зимова межінь на розглядуваній території переважно характеризується стійкістю, маловодістю і значною тривалістю; осінні підйоми рівнів води спостерігаються після зливових дощів; часто межінь порушується невеликими дощовими паводками; весною на річках, за наявності снігового покриву взимку, спостерігається виражене весняне водопілля (рис. 4.7).

Річний стік відноситься до категорії основних гідрологічних характеристик та в цілому є інтегральною характеристикою річкового стоку. Річний стік дозволяє оцінювати водні ресурси річкових басейнів, міру їх зволоженості та водний баланс окремих територій.

Дослідження коливань річного стоку у часі і просторі дозволяють робити висновок про можливість і доцільність використання водних ресурсів у

сільському господарстві.

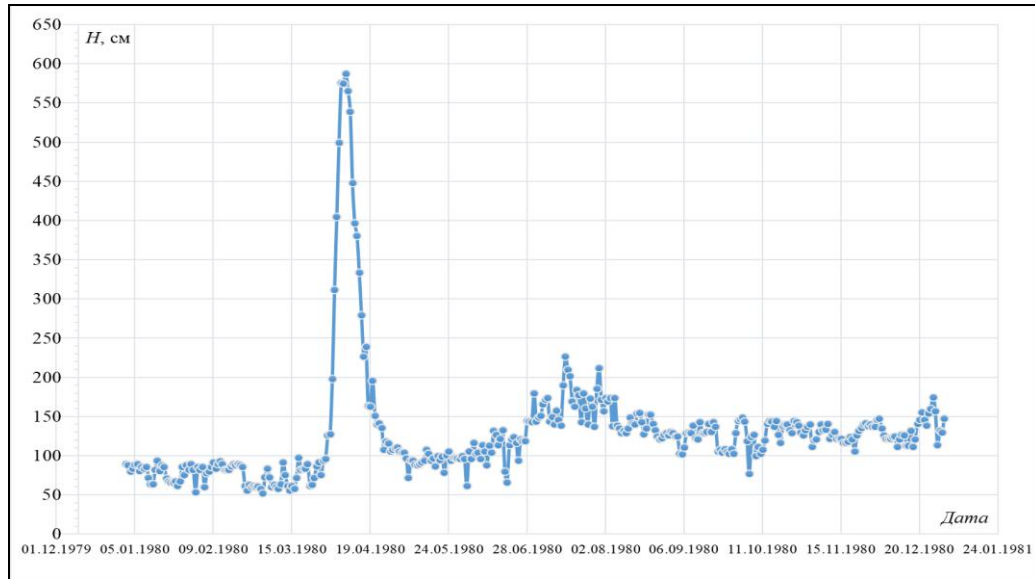


Рисунок 4.7 – Хід рівнів води в басейні р. Південний Буг – с. Тростянчик у багатоводний 1980 р. з вираженим весняним водопіллям

Річний стік є базовою характеристикою при розробці нових методів гідрологічних розрахунків. На прикладі річного стоку розробляють більшість гідрологічних моделей, досліджують питання циклічності стоку річок. В основі дослідження зв'язку річкового стоку з кліматичними факторами також лежать дані про річний стік.

Внутрішньорічний розподіл стоку досліджуваної території у багаторічному періоді характеризується виразною повінню (III–IV місяці), зимовою (XII–II місяці) і літньо-осінньою (V–XI місяці) межінню. Найбільш повноводні місяці – березень і квітень, найменш – серпень і вересень [1], [8].

Часовий хід середньорічних значень шарів стоку басейні р. Південний Буг – с.Тростянчик представлений на рис. 4.8.

Як видно з рис. 4.8 з 2006 р. середньорічні значення шарів стоку мають виражену тенденцію до зменшення. За районуванням річкових водозборів України за типами внутрішньорічного розподілу стоку води [9] басейн річки Південний Буг (до с. Тростянчик) відноситься до двох районів: IV – Дністерсько-Бузького району та V – Бузько-Донецького району [6].

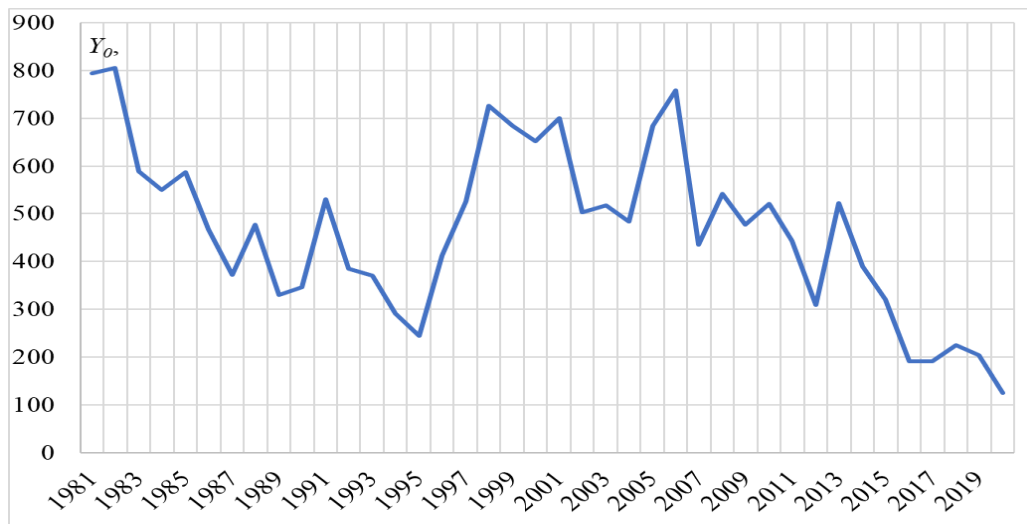


Рисунок 4.8 – Часовий хід середньорічних значень шарів стоку (мм) в басейні р.Південний Буг – с.Тростяничок (1981-2020 рр.)

Значення середнього річного стоку в басейні річки Південний Буг (до с.Тростяничок) коливаються від 5-6 л/с з км² до менше 1,5 л/с з км² з північного заходу території на південь [2].

4.2 Аналітичний огляд методів визначення складових водного балансу

4.2.1 Визначення випаровування з поверхні водозбору

Методи вимірювання випаровування з поверхні водозбору поширені за кордоном. Існує багато різних способів вимірювання випаровування. Один з найпоширеніших методів це використання *зрошувального лізіметра*. Іншими методами є використання *атмометра* і *стандартизованої американської ємності класу А*.

Зрошувальний лізіметр. Потенційне випаровування, тобто випаровування плюс транспірація з поверхні, вкритої рослинністю, можна виміряти за допомогою зрошуваних лізіметрів. Використовувані установки, показані на рис. 4.9, дуже схожі на перколяційний лічильник.

Принципова відмінність полягає в роботі апарату, при цьому утримується польова ємність (вміст води в ґрунті після того, як насичений ґрунт під дією сили тяжіння зрівноважився) шляхом розбризкування відомої кількості води в резервуар при недостатній кількості атмосферних опадів.

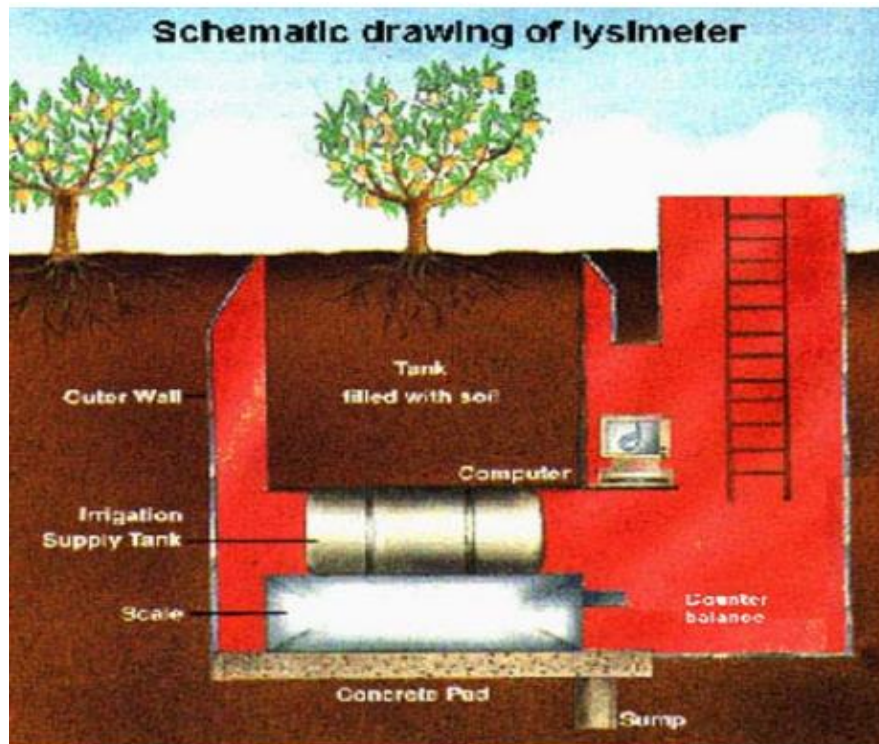


Рисунок. 4.9 – Схематичне зображення лізіметру [10]

Польова продуктивність забезпечується завдяки підтримці безперервної циркуляції з дна резервуару. Таким чином, рослинний покрив може вільно пропускати повітря, а загальні втрати при випаровуванні повністю залежить від здатності повітря поглинати водяну пару, в такому випадку отримаємо [10]:

$$PE = \text{Атмосферні опади} + \text{Зрошення} - \text{Просочування} \quad (4.1)$$

Ємність класу А в США. Існує багато стандартизованих ємностей для вимірювання випаровування, і американський клас А є, мабуть, найпоширенішим. Ємність має круглу форму діаметром 1,21 м і глибиною 255 мм, що дає йому

об'єм близько $0,3 \text{ м}^3$ (рис. 4.10). Басейн ставиться на дерев'яну раму висотою 150 мм, завдяки чому є циркуляція повітря навколо басейну. Значення рівня води підтримується приблизно на 50 мм нижче бортика через можливість просочування та потребу у воді. Рівень води вимірюється щодня, або вимірюється різниця між поточним і початковим рівнем води, або, якщо за необхідності визначення рівня води в піддоні, вимірюється кількість води у піддоні, або вимірюється кількість води, яку наливають у ємність.

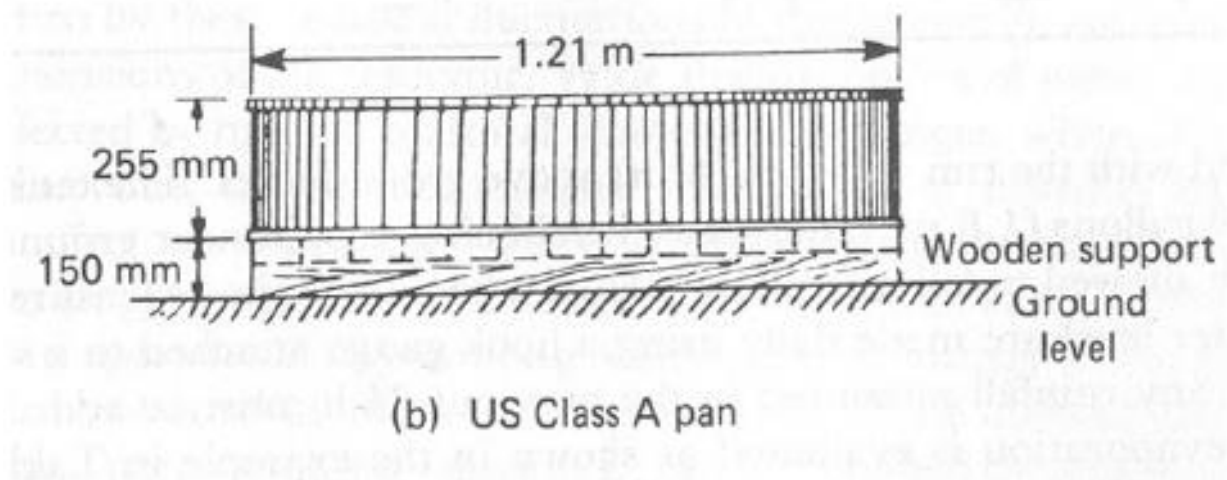


Рисунок. 4.10 – Схематичне зображення ємності класу А в США [10]

Через те, що сонце потрапляє на бокові сторони ємності, температура стає вищою, а це означає, що випаровування зростає і стає вищим, ніж фактичне випаровування. Щоб виправити це значення, потрібно помножити значення випаровування у ємності на коефіцієнт, який називається *коефіцієнтом ємності*, його значення залежить від того, в якому кліматичному регіоні проводять спостереження.

Інший тип посудини – це *ємність Британського стандарту*, яка трохи більша за американську ємність, і її ставлять на ту ж саму американську і встановлюється на одному рівні з землею. Принцип приблизно такий самий, як з американською ємністю класу А. Хоча загальна думка у Великій Британії полягає в тому, що вимірювання є ненадійними і більш поширеними є розрахунки автора (Shaw, 1994 р.).

Атмометр – це прилад, який може безпосередньо вимірювати випаровування. Атмометри в основному складаються з вологої, пористої керамічної чашки, встановленої на циліндричному резервуарі з водою. Керамічна чашка покрита зеленою тканиною, що імітує накриття сільськогосподарських культур (рис. 4.11).



Рисунок. 4.11 – Атмометр розміщений між зрошуваними полями [10]

Резервуар заповнений дистильованою водою, яка випаровується з керамічної чашки і витягується через всмоктувальну трубку, яка тягнеться на дно резервуара. Під тканиною керамічна чаша вкрита спеціальною мембраною, яка не дає дощовій воді просочуватися всередину керамічної чаші. Жорсткий дрід, що тягнеться зверху, не дає птахам можливості сідати на верхню частину водоміра [10], [11].

Розрахунок потенційного випаровування. Значення фактичного випаровування (E_t) на водозборі частіше за все отримують шляхом попереднього обчислення потенційного випаровування (PE), припускаючи необмежену доступність води, а потім модифікують відповідь, враховуючи фактичний вміст вологи у ґрунті. Існує кілька формул для розрахунку потенційного випаровування

(на основі теоретичних або емпіричних моделей), але найчастіше використовуються наступні, що представлені нижче [10].

Рівняння Пенмана (Penman equation). Дане рівняння безпосередньо випливає з базової формули, яка дозволяла оцінити випарування з відкритої водної поверхні [10]:

$$PE = \left(\frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \right) * Q_{ET} + \left(\frac{\gamma}{\Delta + \gamma} \right) * E_{at}, \quad (4.2)$$

де $Q_{ET} = Q_s * (1 - r) - Q_1$;

$$Q_1 = 0,95 * \left[8,64 * 10^7 / (\rho * \lambda) \right] * \sigma * (273,16 + T_a)^4 * \left(0,53 + 0,06 * (e_d - 1,0)^{1/2} \right) * \\ * (0,10 + 0,90 * (n/N))$$

$$E_{at} = 0,3 * (1 + 0,5 * u_2) * (e_a - e_d);$$

Δ – нахил кривої тиску насиченої пари по відношенню до температури, (мб/°C);

γ – гігрометрична стала ($\gamma = 0,65$ мб/°C);

Q_1 – довгохвильове випромінювання від водойми;

r – коефіцієнт, що відноситься до рослинного покриву ($r = 0,25$ для поверхні з низьким трав'яним покривом);

T_a – температура повітря (°C);

n/N – співвідношення фактичної/можливої кількості годин яскравого сонячного сяйва;

ρ – густина води (кг/м³);

λ – прихована теплота випаровування води (Дж/кг);

σ – стала Стефана Больцмана ($\sigma = 5,7 * 10^{-8}$ Вт/(м²*град⁴));

u_2 – швидкість вітру (м/с);

e_a – тиск насиченої пари для вимірюваної температури повітря (мбар);

e_d – фактичний тиск пари повітря (мбар).

Примітка: Q_{ET}, Q_s, Q_1, E_{at} виражаються в мм/добу.

Формула Торнтвейта (Thornthwaite's formula). Формула базується в основному на температурі з поправкою на кількості світлових годин. Оцінка потенційного випаровування, розрахована за середньомісячними даними [10]:

$$PE_m = 16N_m \left(\frac{10\bar{T}_m}{I} \right)^a, \quad (4.3)$$

де m – місяці 1, 2, 3...12;

N_m – місячний поправочний коефіцієнт, пов'язаний із кількістю годин світлового дня;

$\bar{T}_m$ – середньомісячна температура повітря (°C);

I – індекс тепла за рік [10]:

$$I = \sum i_m = \sum \left(\frac{\bar{T}_m}{5} \right)^{1,5}; \quad (4.4)$$

$$a = 6,7 * 10^{-7} * I^3 - 7,7 * 10^{-5} * I^2 + 1,8 * 10^{-2} * I + 0,49.$$

Враховуючи середньомісячні температури повітря за даними вимірювань на метеорологічній станції, потенційне випаровування для кожного місяця, можна розрахувати оцінку потенційного випаровування для кожного місяця року. Цей метод широко використовується в усьому світі, але він не є строго для клімату тієї місцевості, де він був розроблений (східна частина США).

У порівнянні з формулою Пенмана, значення Торнтвейта мають тенденцію до завищення значень потенційного випаровування. Це особливо помітно в літні місяці, коли високі температури мають домінуючий вплив у розрахунках Торнтвейта, в той час як Пенмана враховує інші метеорологічні фактори.

Формула Тюрка (Turc's formula). Для потреб агрономів у схемах зрошення Тюрк розширив свій емпіричний метод розрахунку річного фактичного випаровування, щоб вивести формулу для потенційного випаровування за

коротший період часу. Короткострокова формула Тюрка для потенційного випаровування за 10 днів виглядає наступним чином [10]:

$$PE = \frac{P + a + 70}{\left[1 + \left(\frac{P + a}{L} + \frac{70}{2L}\right)^2\right]^{0,5}}, \quad (4.5)$$

де P – кількість опадів за 10-денний період (мм);

a – розрахункове випаровування за 10-денний період з голого ґрунту, коли не було опадів ($1 \text{ мм} \leq a \leq 10 \text{ мм}$);

L – «випаровуваність» повітря [10]:

$$L = \frac{(T + 2)Q_s^{0,5}}{16}, \quad (4.6)$$

де T – середня температура повітря за 10 днів ($^{\circ}\text{C}$);

Q_s – середнє короткохвильове випромінювання (Shaw, 1994 р.).

Формула Блейні-Кріддла (Blaney-Criddle formula). Ця формула, заснована на іншій емпіричній моделі, вимагає лише середньодобових температур T ($^{\circ}\text{C}$) за кожен місяць[10]:

$$PE = p \cdot (0,46 \cdot T + 8), \quad (4.7)$$

де p – середньодобовий відсоток (за місяць) від загальної річної кількості денних годин.

Фактичне випаровування. Щоб оцінити значення фактичного випаровування для певної території є кілька різних варіантів. Можна або скласти водний баланс для території, або виміряти витрату води, або можна скласти

рівняння потенційного випаровування, помноженого на функцію, що залежить від кількості доступної води [10].

Випаровування з ґрунту. Вода, яка випаровується з ґрунту, зберігається в дрібних порах між частинками ґрунту. Коли на землю випадає дощ, пори заповнюються водою, більша частина якої просочується до ґрунтових вод або потрапляє до водотоку. З точки зору ємності поля, тобто кількості води, яку ґрунт здатен утримати після вільного дренажу, до моменту в'янення, вода доступна для випаровування (якщо вміст води стає більшим за польову вологості, то процес називається випаровуванням) (Бенгтссон, 1997 р.) [10].

Транспірація. Вода випаровується не лише з відкритих водойм чи ґрунту, але й з рослинності. Цей процес називається транспірацією, або разом з випаровуванням – *евапотранспірацією*. Транспірація відбувається через пори листя, які називаються продихами. Кількість пари, що виділяється з пори залежить від температури листка, освітленості та кількості води в листі. Всі разом ці фактори називаються резистентністю продихів, r_s . Значення r_s підвищується за сухої або при низькому вмісті води в рослині (Shaw, 1994 р.) [10].

Розрахунок фактичного випаровування. Існує декілька формул, які є більш поширеними, ніж інші. У цьому розділі ми просто формулу Пенмана-Монтейта, оскільки вона є найвідомішою і найуживанішою формула, коли йдеться про обчислення випаровуваності. Початком рівняння є рівняння Пенмана, а пізніше Монтейт розвинув цю формулу ще більше.

Метод Пенмана-Монтейта (Penman-Monteith metod). Найвідомішою формулою для розрахунку випаровування є формула Пенмана-Монтейта:

$$E_T = \frac{\Delta R_n + (e_a - e_d) * \frac{\rho * c_p}{r_a}}{\lambda \left(\Delta + \gamma * \left(1 + \frac{r_s}{r_a} \right) \right)}, \quad (4.8)$$

де R_n – чисте випромінювання (Вт/м²);

ρ – густина повітря;

c_p – питома теплоємність повітря;

r_s – чистий опір дифузії через поверхні листя та ґрунту (с/м);

r_a – чистий опір дифузії повітря від поверхонь до висоти вимірювальних приладів (с/м);

γ – гігрометрична стала;

$\Delta = de/dT$;

e_a – тиск насиченої пари при температурі повітря;

e_d – середній тиск пари.

Метод має досить високу точність і зазвичай використовується для розрахунків випаровування з сільськогосподарських угідь. Висока точність обумовлена всіма параметрами рівняння, але все ж воно не є досконалим.

Наприклад, значення r_s є *константою*, яка залежить від того, який тип рослинності має територія. Якщо рівняння використовується на великій території з різним типом рослинності, то доведеться оцінювати значення r_s . Оцінка стає ще більш неточною якщо площа містить ділянки без рослинності (Ward, 1999 р.) [10].

У методі Пенмана-Монтейта [12] використовується аеродинамічний та поверхневий опори. При цьому, аеродинамічний опір характеризує вплив шорсткості поверхні суші на перенесення тепла та маси, а поверхневий опір характеризує опір потоку водяної пари між поверхнею, що випаровується, і повітрям. Поверхневий опір для водних поверхонь дорівнює нулю. За наявності рослинності поверхневий опір є біологічним контролем транспірації і значною мірою регулюється продиховим опором. Для сухих ґрунтів поверхневий опір залежить від наявності ґрунтової вологи. Цей метод може бути використаний для годинних чи добових інтервалів часу. Однак його використання обмежене, оскільки він потребує наявності підмоделі для оцінки поверхневого опору.

Модель Пенмана-Монтейта виражається рівнянням [13]:

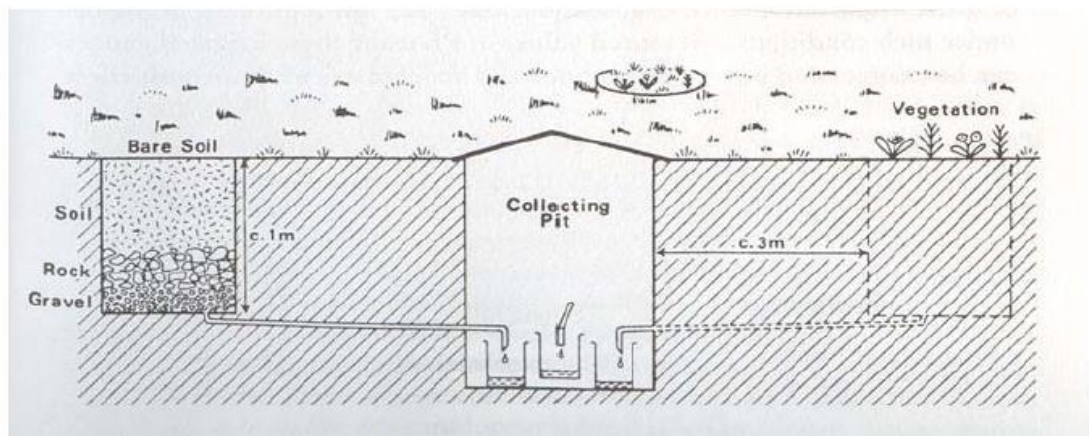
$$\lambda E = (\Delta \Delta + C_p \rho D / r_{aa}) / (\Delta + \gamma + \gamma (r_{cs} / r_{aa})), \quad (4.9)$$

де r_{aa} – аеродинамічний опір над рослинним покривом;

r_{cs} – продиховий опір рослинного покриву.

Для моделі Шаттлворт-Уоллес (Shuttleworth and Wallace, 1985 p.), λE поділено на випаровування з ґрунту (λE_s) та транспірацію з рослинного покриву (λE_c).

Методи вимірювання фактичного випаровування. Вимірювання фактичного випаровування, ймовірно, не настільки поширене, як вимірювання потенційного. Найбільш найпоширенішим методом є перколяційний вимірювач (рис. 4.12).



Picture of percolation gauge

Рисунок 4.12 – Зображення перколяційного датчика [10]

Перколяційний датчик фактично вважається дослідницьким інструментом, а не стандартним для вимірювання випаровування та транспірації. Коли вимірюють випаровування за допомогою перколяційного датчика, не беруть до уваги зміни в запасах ґрунтової води. Іншим методом вимірювання випаровування є лізиметр, який враховує який враховує кількість води, що зберігається в ґрунті.

Лізиметр зважує ґрунт і дає значення кількості води, що зберігається в ґрунті. Цей метод є більш складним, дорогим і важко доступним підтримувати, ніж перколяційні манометри (Shaw, 1994 p.) [10].

Оцінка випаровування за супутниковими даними. Коли поверхня випаровується, вона втрачає енергію і охолоджується. Саме це охолодження можна спостерігати з космосу. Супутники можуть картографувати інфрачервоне тепло, випромінюване Землею, таким чином дозволяючи відрізнити холодні поверхні від теплих. Дуже сухі і схожі на пустелю поверхні легко помітні, оскільки вони нагріваються більше, ніж навколишнє середовище. Виходячи з цього якісного міркувань, наукова мета полягає у кількісному визначенні випаровування, що відбувається в певній місцевості. На практиці це полягає у введенні різних типів супутникових спостережень (не лише інфрачервоних) у математичні моделі атмосфери (рис. 4.13). Моделі різної складності запускаються в алгоритмічній формі на комп'ютерах [10].

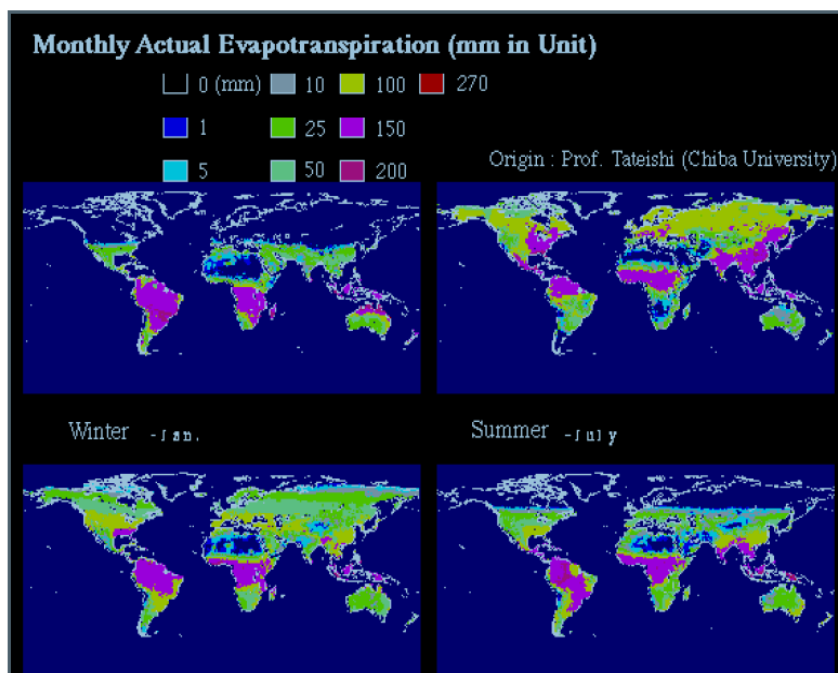


Рисунок 4.13 – Супутниковий знімок, створений АНН і Tateishi (Центр досліджень дистанційного зондування і дослідницький центр дистанційного зондування та зображень, Університет Чіба, Японія).

Оцінка базується на методі *Прістлі-Тейлора* (Priestley-Taylor method) з використанням глобальних наборів даних, включаючи температуру повітря,

альбедо хмарність, висоту над рівнем моря, які є частиною глобальної бази даних екосистем, що надається NOAA-EPA.

Потім були проведені подальші розрахунки за *методом Торнтвейта* (*Thorntwaite method*) для оцінки евапотранспірації з використанням опадів (надані NOAA-EPA) та вологоємності ґрунту ємності ґрунту (надані GRID-Geneva) [11].

Фактичне та потенційне випаровування. Розрахунок потенційного випаровування (PE) на основі легкодоступних метеорологічних даних є вважається набагато простішою операцією, ніж обчислення або вимірювання фактичного випаровування (E_t) з поверхні, вкритої рослинністю. Однак, втрати води з водозбірної площі не завжди відбувається з потенційною швидкістю, оскільки це залежить від безперервного водопостачання. Коли рослинність не здатна відбирати воду з ґрунту, то фактичне випаровування стає меншим за потенційне, випаровування стає меншим за потенційне. Таким чином, співвідношення між E_t і PE залежить від вмісту вологи в ґрунті [10].

Знання про випаровування стає все більш важливим протягом останніх десятиліть через зростаюче використання зрошення на сільськогосподарських угіддях. Оцінити точне значення випаровування на певній території дуже важко через непевних параметрів, які потрібно враховувати. Було створено багато моделей, але більшість з них засновані на емпіричних моделях і тому не є дуже точними. Найпоширенішою моделлю є рівняння *Пенмана та Пенмана-Монтейна*, яке широко використовується. Проте воно використовує багато параметрів, які становлять великий інтерес і потребують багато пристроїв для розрахунку випаровування. Сьогодні використання супутників дозволяє оцінити випаровування на більшій площі ніж ми могли оцінити десять років тому.

Розглянувши низку закордонних методів для розрахунку випаровування виходячи з доступності вихідних даних, на думку автора у подальших дослідженнях доцільним є застосування методу А.Р. Костянтинова [14]. У наступному підпункті даний метод розглянуто більш детально.

Метод А.Р. Костянтинова. Метод А.Р. Костянтинова [14] заснований на теорії турбулентної дифузії та дозволяє достатньо просто і швидко розрахувати сумарне випаровування з поверхні річкового водозбору при наявності стандартних метеорологічних спостережень – температури та абсолютної вологості повітря.

Для використання даного методу при визначенні місячних величин випаровування необхідно до спостережених значень температури та абсолютної вологості повітря вводити сезонні поправки, зумовлені інерційністю турбулентного тепло- та вологообміну поверхні ґрунту з атмосферою [14].

За різні місяці поправки можуть бути визначені за графіками [14], де по осі абсцис відкладена фактична середньомісячна температура, а по осі ординат вологість повітря в мегабайтах. Поправки, що знімаються з графіку, відносяться до середини місяця (тобто до 15-го числа кожного місяця). Для проміжних дат поправки визначаються шляхом лінійної інтерполяції. В практичному застосуванні зручно користуватися табличною формою поправок для кожного окремого місяця [14].

При розрахунку річних сум випаровування за середньорічними значеннями температури та вологості повітря до значень температури та вологості повітря ніяких поправок вводити не треба.

При звичайних розрахунках значення температури та вологості повітря можна округлювати до цілих градусів та мілібарів. Величини *внутрішньодобових поправок* до температури та вологості повітря без стандартних кліматичних термінів (1 год, 7 год, 13 год, 19 год) наведено у [14], де вздовж координатних осей відкладені виправлені на сезонний перебіг значення температури та вологості повітря. Це означає, що до термінових значень температури та вологості додається сезонна поправка, визначена для середньодобового значення температури та вологості повітря.

Величина добового випаровування визначається за характеристиками інтенсивності випаровування за окремі терміни за допомогою тих самих інтерполяційних формул, що і при розрахунку випаровування за даним

градієнтних вимірів. Основне призначення розрахункової методики полягає у використанні її для визначення випаровування *за значні проміжки часу* (більше однієї доби), у тому числі *сезонного ходу* випаровування [13].

Є ще одне важливе міркування щодо оптимального розрахункового інтервалу застосування методики А.Р. Константинова. В методиці використовуються співвідношення між температурою та вологістю повітря, вимірними на висоті 2,0 м з вертикальними градієнтами цих елементів, які справедливі лише для середніх умов, тобто таких, коли температура та вологість повітря формуються під впливом даної поверхні, що підстилає. У природних умовах, однак, такий стан буває далеко не завжди. Зазвичай мають місце послідовні вторгнення холодних та відносно теплих повітряних мас, і лише за значні проміжки часу середня температура таких мас, що вторглися, буде відповідати характеристикам даної підстильної поверхні.

За допомогою запропонованої розрахункової методики найточніше можна отримати величини випаровування за такі проміжки часу, які задовольняють наступним двом вимогам [15]:

- проміжок не повинен бути таким великим, щоб усередині нього сильно позначався сезонний перебіг метеорологічних елементів;
- з іншого боку, його не слід вибирати надто малим – він повинен включати таку кількість діб, яка забезпечувала б близькість середнього добового ходу метеорологічних елементів та випаровування до стійкого середнього добового ходу, покладеного в основу розрахункової методики.

Тривалість розрахункового періоду, як правило, не повинна перевищувати двох-трьох місяців і не повинна бути меншою за декаду. Найбільш зручним та підходящим для розрахунку випаровування періодом є *місяць*.

Помилка, що виникає при розрахунку випаровування за середніми значеннями за три-шість літніх місяців становить 10-30 % переважно убик завищення. Для виробництва орієнтовних розрахунків за сезон таку помилку в багатьох випадках можна знехтувати [15].

Незважаючи на велику одноманітність у сезонному ході випаровування з різних сільськогосподарських угідь, сумарне випаровування з деяких з них має дуже своєрідний характер (з парових полів, полів з озимими культурами, кукурудзою і т. п.) і для його розрахунку потрібне залучення додаткових експериментальних даних.

Використання розрахункової методики А.Р. Константинова в такому разі призводить до завищення розрахункових величин випаровування. Досвід показує, що величини випаровування, розраховані за даним метеорологічних станцій, розташованих на галявині, оточеної лісовими масивами, досить добре узгоджуються з величинами випаровування, визначеними з території навколишнього лісу шляхом водного балансу. Отримані висновки [15] цілком узгоджуються з тими загальними уявленнями про процес випаровування в умовах пересіченої місцевості, згідно з якими повітряний потік, по черзі проходячи над кожним з видів поверхні, трансформується і тому містить у собі в певній мірі характеристики кожної з них.

Так само для одних і тих же значень температури та вологості повітря інтенсивність випаровування з ґрунту та снігу різна, при розрахунках, якщо немає вказівок про наявність або відсутність снігового покриву, слід приймати за випаровування з ґрунту величини випаровування за період, коли невинуватена температура повітря вище чи дорівнює нулю ($T \geq 0$ °C). Випадки з $T < 0$ °C слід приймати за випаровування зі снігу.

У наступному пунктах представлено розрахунок сумарного випаровування з поверхні водозбору в басейні річки Південний Буг за методом А.Р. Костянтинова. Слід зазначити, що даний метод апробований для низки річок України [16]-[21].

4.2.2 Визначення атмосферних опадів з поверхні водозбору

Загальна кількість опадів, що досягають ґрунту за певний період часу, виражається висотою шару, яким вони покрили б горизонтальну проекцію земної

поверхні за умови, що та частина опадів, яка випала у вигляді снігу або льоду, розтанула. Кількість снігу, що випав, вимірюється також висотою шару снігу, що покриває рівну горизонтальну поверхню.

Головна мета будь-якого методу вимірювання опадів полягає в отриманні вимірювань, репрезентативних для тієї території, до якої відносяться вимірювання. Гідрологія висуває суворі вимоги до точного виміру опадів. Тому важливими факторами є вибір місця для встановлення опадомірного посту, його тип і розташування, а також запобігання втрат, викликаних випаровуванням, впливом вітру і розбризкуванням. Для застосування більш складних методів, наприклад з використанням метеорологічних радарів та супутників, необхідно добре знати властивості помилок.

Вимірювання опадів за рекомендаціями ВМО. Нереєструючі опадоміри, які застосовують більшість державних гідрологічних і метеорологічних служб для звичайних вимірювань, найчастіше являють собою відкриті приймальні судини з вертикальними стінками, зазвичай мають форму правильного циліндра. У різних країнах використовуються прилади різної висоти та з приймальними отворами різних розмірів, тому результати вимірювань, отриманих за їх допомогою, не зовсім порівняні. Висота шару опадів в опадомірі вимірюється за допомогою градуйованої лінійки або мірної склянки. Якщо в опадоміра стінки неvertикальні, то опади вимірюються або шляхом зважування, або шляхом визначення їх обсягу, або шляхом визначення їх шару за допомогою вимірювальної лінійки зі спеціальною шкалою.

Стандартні опадоміри. Опадомір, що використовується для щоденного вимірювання опадів, найчастіше складається з колектора, який поміщається над лійкою, з'єднаною з контейнером.

Опадоміри, призначені для установки в місцях, де відліки по них можливо проводити тільки один раз на тиждень або місяць, повинні бути подібні до пристрою з добовими опадомірами, але мати більш місткий приймальний посуд і міцнішу конструкцію.

Сумарні опадоміри. Сумарні опадоміри використовуються для вимірювання загальної кількості сезонних опадів у віддалених, малодоступні райони. Вони складаються з колектора, поміщеного над лійкою, з'єднаною з контейнером, обсяг якого достатній для того, щоб вмістити сезонний збір.

Методи вимірювання опадів

Для вимірювання кількості опадів, зібраних у звичайних опадомірах, як правило, використовуються *два простих пристосування*: градуйована мірна склянка і градуйована рейка.

Мірний стакан повинен виготовлятися з прозорого скла з низьким коефіцієнтом термічного розширення і мати чітку мітку, що вказує розмір або тип опадоміра, з яким він має використовуватися. Для того щоб виміряти невелику кількість опадів з адекватною точністю, внутрішній діаметр мірної склянки має бути звужений біля основи. При всіх вимірах рівень води визначається за нижнім краєм його меніска.

Мірні рейки слід виготовляти з кедра або іншого підходящого матеріалу, який мало поглинає воду і має незначний ефект капілярності. Дерев'яні мірні рейки непридатні в тому разі, якщо в колектор для зменшення випаровування додано олію; у цьому разі рекомендується використовувати рейки з металу або інших матеріалів, з яких легко видаляється олія. Щоб уникнути швидкого зносу вони повинні мати латунну основу. Їх градуювання проводиться відповідно до відношення площ поперечного перерізу приймального отвору опадоміра і колектора з урахуванням поправки на витіснення води самою мірною рейкою. Вимірювання, проведені за допомогою мірної рейки, рекомендується, де це можливо, перевіряти за мірною склянкою. Також можна вимірювати зібрану кількість опадів точним зважуванням.

Також використовують **самописні опадоміри**. Існує 5 типів плевіографів: ваговий, поплавковий, з посудиною, що перекидається, дисдрометр і акустичний. Із цих плевіографів для вимірювання всіх видів опадів підходять тільки ваговий плевіограф або плевіограф, заснований на інерційному/оптичному принципі виявлення. Інші в основному використовують для вимірювання рідких опадів.

Ваговий плювіограф. У приладах цього типу ведеться постійний запис ваги контейнера разом із зібраними в ньому опадами за допомогою пружинних або важільних ваг. Таким чином, записується вага всієї кількості опадів з моменту початку їх випадання. Зазвичай цей тип приладу не має пристосування для видалення з нього зібраних опадів, але за допомогою системи важелів можна змусити перо перетинати стрічку будь-яку кількість разів. Такі прилади слід конструювати так, щоб запобігти надмірним втратам на випаровування, які згодом можуть бути додатково знижені шляхом додавання до контейнера достатньої кількості олії або іншого ретарданту для створення плівки на поверхні води. Коливання ваг під час сильних вітрів можна зменшити, використовуючи масляний демпфер. Прилади такого типу особливо корисні для запису опадів у вигляді снігу, граду та суміші снігу з дощем, тому що для запису кількості таких твердих опадів їх не потрібно розтоплювати.

Поплавковий плювіограф. У цьому приладі рідкі опади потрапляють у поплавцеву камеру, в якій міститься легкий поплавок. Коли рівень води в камері підвищується, вертикальне переміщення поплавка перетворюється за допомогою спеціального механізму в рух пера по розграфленій паперовій стрічці. Необхідний масштаб запису можна встановити шляхом налаштування розмірів приймального отвору колектора, поплавця і поплавцевої камери.

Плювіограф із перекидною посудиною. Принцип його дії дуже простий. Легкий металевий контейнер (човник), розділений на два відділення, перебуває в нестійкій рівновазі щодо горизонтальної осі. У нормальному положенні він спирається на один із двох обмежувачів, що заважає йому остаточно перевернутися. Вода потрапляє з колектора в те відділення, яке в даний момент знаходиться вище. Після того як певна кількість води опиниться в цьому відділенні, човник втрачає стійкість і нахиляється до іншого обмежувача.

Основною перевагою приладу такого типу є те, що він дає змогу одержати на «виході» електронний імпульс і тому може бути використаний для одержання спостережень на відстані, а також для одержання одночасних спостережень за опадами та рівнем води, що здійснюються за допомогою відповідного самописця.

4.2.3 Методи вимірювання рівнів та витрат води на річках

Рівнем води називається висота поверхні води в річці, озері або іншому водному об'єкті по відношенню до деякої постійної площини порівняння (ISO, 1988b). Дані про рівні води річок, озер і водосховищ використовуються безпосередньо для прогнозування стоку, для визначення меж можливого затоплення під час повеней і під час проектування споруд на водних об'єктах або поблизу від них. Після побудови зв'язку рівнів води з витратою води в річках або об'ємом води в озерах і водосховищах, дані про рівні слугують основою для розрахунків стоку або зміни запасів води у водоймах. Більш повно ці питання розглянуті в Manual on Stream Gauging (Посібник з вимірювання витрати води) (WMO-No. 519) [13].

Під час вибору місця для поста спостережень слід керуватися метою проведення спостережень і доступністю місця. Під час вибору місця на річках важливим фактором є гідравлічні умови, особливо в тих випадках, коли дані про рівень води використовують для підрахунків стоку. Водомірні пости на озерах і водосховищах зазвичай розташовують біля витоків річок, що впливають із них, але вище від тієї зони, у якій збільшення швидкості спричиняє зниження рівня

Пристрої для вимірювання рівня води. У гідрометричній практиці застосовують різні типи нерезистувальних пристроїв для вимірювання рівня води. Найпоширенішими з них є такі: вертикальна водомірна рейка; скошена або нахилена водомірна рейка; передавальні водомірні пости, які встановлюють на конструкціях над водою; градуйована штанга, стрічка, трос або голчаста рейка для вимірювання відстані до поверхні води; максимальна рейка для одержання висоти піку паводка завдяки зчепленню гранульованого корка з градуйованою рейкою, яка розташована у фіксованій точці по відношенню до нульового рівня.

Самописці для вимірювань рівнів води. Існує багато різних типів самописців рівня води безперервної дії. Їх можна класифікувати за принципом дії та принципом запису. Широкого застосування набула установка, що складається із

заспокійливого колодязя, сполученого з річкою за допомогою труб. У колодязі поміщається поплавок, тросом або стрічкою сполучений з колесом записувального пристрою. У потоках з великими швидкостями, щоб уникнути зниження рівня води в колодязі, може виникнути необхідність встановлення спеціальних нерухомо закріплених насадок на кінцях підвідних трубопроводів. Самописець може бути механічним або електронним.

Самописці з колесом, сполученим із ручкою або олівцем, поміщеним на стрічкову карту, що пересувається механічним годинником, довели свою надійність і, як і раніше, широко використовуються.

У деяких вимірювачах для передачі тиску використовується система продувки газом. Інші вимірювачі використовують датчики тиску, поміщені прямо в русло річки.

Основною перевагою самописців, заснованих на вимірюванні тиску, є те, що вони не потребують встановлення заспокійливого колодязя, хоча будь-яке невелике встановлення датчика тиску по відношенню до потоку може стати причиною значної помилки. Крім того, системи продувки газом не чутливі до наносів, якщо їхня концентрація не виходить за межі природної. Слід бути уважним під час поміщення датчика тиску або бульбашкового рівнеміра в русло річки. Важливо переконатися, що він не пересувається і піддається лише статичному тиску. Компенсація за зміни в температурі й тиску на поверхні також має велике значення.

Порівняно недавно стали використовуватися два види реєструвальних рівнемірів – ті, що використовують ультразвуковий і радіолокаційний датчики.

Оскільки швидкість звуку залежить від температури повітря, для отримання точного значення необхідне введення поправочного коефіцієнта. Принцип роботи радіолокаційного датчика схожий на принцип роботи ультразвукового, але використовує високі частоти (близько 20 ГГц). Його перевага полягає в тому, що на високих частотах швидкість поширення сигналу не залежить від температури повітря.

Графічні (аналогові) самописці можуть застосовуватися для визначення рівня води в річці. Рівень води може так само бути визначений у цифровій формі на фіксованих або ж тригерних інтервалах.

Пристрої для вимірювання витрат води. Витрата води являє собою кількість води в одиницях об'єму, що протікає через поперечний переріз потоку за одиницю часу. Витрата води за даний період часу може бути виміряна різними методами, вибір яких залежить від переважаючих умов на даній ділянці русла. Зазвичай витрата води залежить від відповідного рівня води на гідрометричній станції. Точність вимірювання витрати води залежить від часу, який потрібен для проведення вимірювання, і мінливості рівня або витрати в процесі вимірювання. Слід уникати змін, що відбуваються під час вимірювання нижче за течією, оскільки вони можуть вплинути на результат.

Вимірювання витрати води за допомогою гідрометричних вертушок

Вимірювання витрати води можлива за методом швидкість-площа. В даному методі глибину потоку в поперечному перерізі вимірюють по вертикалях градуйованою штангою або лотом. Одночасно з промірами глибин проводяться вимірювання швидкості течії вертушкою в одній або більше точках по вертикалі.

Вимірювання ширини, глибини і швидкості течії дають змогу визначити витрату води для кожної частини поперечного перерізу, укладеної між вертикалями. Загальна витрата води дорівнює сумі витрати всіх частин поперечного перерізу (ISO, 1979b).

Розрахунок витрати води арифметичними методами: метод елементарних майданчиків та метод серединних площадок.

Існує низка графічних методів розрахунку витрати води, такі як:

- *метод інтегрування швидкостей і глибин:* першим етапом опрацювання матеріалу цим методом є побудова для кожної вертикалі епюри розподілу швидкості течії за глибиною.

- *метод ізотак:* на підставі епюр швидкостей на вертикалях будують діаграму розподілу швидкостей у поперечному перерізі, що зображує лінії рівних швидкостей (ізотах) (ISO, 1979b).

4.3 Визначення періоду для розрахунку водного балансу водозборів

Складові водного балансу річкових водозборів зазвичай розраховують за місяцями та за гідрологічний рік. Гідрологічний рік – являє собою річний інтервал, що містить періоди накопичення та витрачання води на річковому водозборі. В межах гідрологічного року режим річки характеризується спільними рисами його формування та стану, зумовленими сезонними змінами клімату.

Початок кожного гідрологічного року є індивідуальним. Проте, для спрощення розрахунків приймають постійні межі гідрологічного року, які належать до початку одного з місяців. У подальших дослідженнях авторів, відповідно до рекомендацій [14] за початок гідрологічного року буде прийнято – 1 листопада.

За початок гідрологічного року, протягом якого на водозборі завершується замкнутий водно-балансовий цикл накопичення та витрачання вологи та запаси вологи найменші, що переходять з року в рік, приймається перший осінній період, коли дотримується нерівність:

$$P_0 > (Q + E), \quad (4.10)$$

де P_0 – місячна сума опадів, мм;

Q та E – відповідно місячні величини стоку, мм та сумарного випаровування, мм.

За закінчення гідрологічного року приймається останній місяць літньої межені або перший осінньої межені, коли має місце нерівність:

$$P_0 < (Q + E). \quad (4.11)$$

Отже, початок кожного гідрологічного року є індивідуальним. Однак для спрощення розрахунків та порівнянності отриманих результатів приймають не

ковзаючі межі гідрологічного року, а постійні, що належать до початку одного з місяців.

Крім гідрологічного року, що є відносно великою одиницею часу, виділяються ще сезони. Гідрологічний рік поділяється на два рівні півріччя: холодне (листопад – квітень) та тепле (травень – жовтень), а також на чотири сезони: осінь, зиму, весну та літо. Гідрологічні сезони встановлюються як у гідрологічних, так і у календарних межах.

Початок осіннього сезону збігається із початком гідрологічного року. Зимовий сезон починається з місяця, протягом більшої половини якого спостерігається стійкий сніговий покрив, що зберігається і наступні місяці. За початок весняного сезону приймається час різкого підйому рівнів, а літнього – кінець спаду повені.

Гідрологічна межень поділяється на осінню, зимову та літню, дати початку та кінця яких визначаються аналогічно сезонам з точністю до доби.

Початок і тривалість повені, а також період його підйому та спаду визначаються за гідрографами з точністю до доби.

За початок повені приймається дата різкого збільшення витрат від стійких підземних витрат зимової межі до поверхневих, а за кінець – дата закінчення зменшення витрат до значень, приблизно рівних їх величинам на початку повені.

Тривалість підйому повені при багатопіковому характері приймається від початку до дати настання максимуму, а спаду – решта до кінця повені.

Паводки, що спостерігаються за період повені, зазвичай не виділяються, а закінчення його визначаються за типовою кривою спаду.

Початок та кінець паводків визначаються з точністю до доби за гідрографами. Водний баланс складає в цілому для всього паводку без виділення окремо фаз підйому та спаду. Для районів з безперервним формуванням паводків баланси складаються за двома-трьома основними за окремі сезони або в цілому за весь паводковий період.

4.4 Визначення складових водного балансу в басейні річки Південний Буг

Виходячи з доступності вихідних даних розрахунок випаровування з поверхні водозбору в басейні річки Південний Буг виконано при застосуванні методу А.Р. Костянтинова. Рекомендована за методом А.Р. Костянтинова тривалість розрахункового періоду – від декади до двох-трьох місяців. Найбільш зручним періодом для розрахунку сумарного випаровування з поверхні річкових водозборів є місяць. Тому у роботі випаровування з поверхні водозбору виконано для кожного місяця року за багаторічний період.

Аналіз вихідних даних та методів для розрахунку випаровування з поверхні водозборів в басейні річки Південний Буг виконано у роботі [26].

Середньомісячні значення випаровування в басейні річки Південний Буг (до села Тростянчик) визначено за гідрологічний рік з 2000 р. по 2020 р. для 3 метеостанцій за методом А.Р. Костянтинова.

З цією метою виконано збір температури повітря та абсолютної вологості повітря з листопада 2000 р. по жовтень 2020 р. за даними метеорологічних щомісячників ЦГО імені Бориса Срезневського.

Встановлено, що найнижчі середньомісячні значення температури повітря (осереднені за 20-ний період) в басейні річки Південний Буг (до с.Тростянчик) на досліджуваних метеостанціях спостерігаються у січні і коливаються від $-3,8$ до $-3,9$ °С (рис. 4.14). Найвищі середньомісячні значення температури повітря в басейні річки Південний Буг на досліджуваних метеостанціях спостерігаються у липні і коливаються від $19,7$ °С до $20,3$ °С.

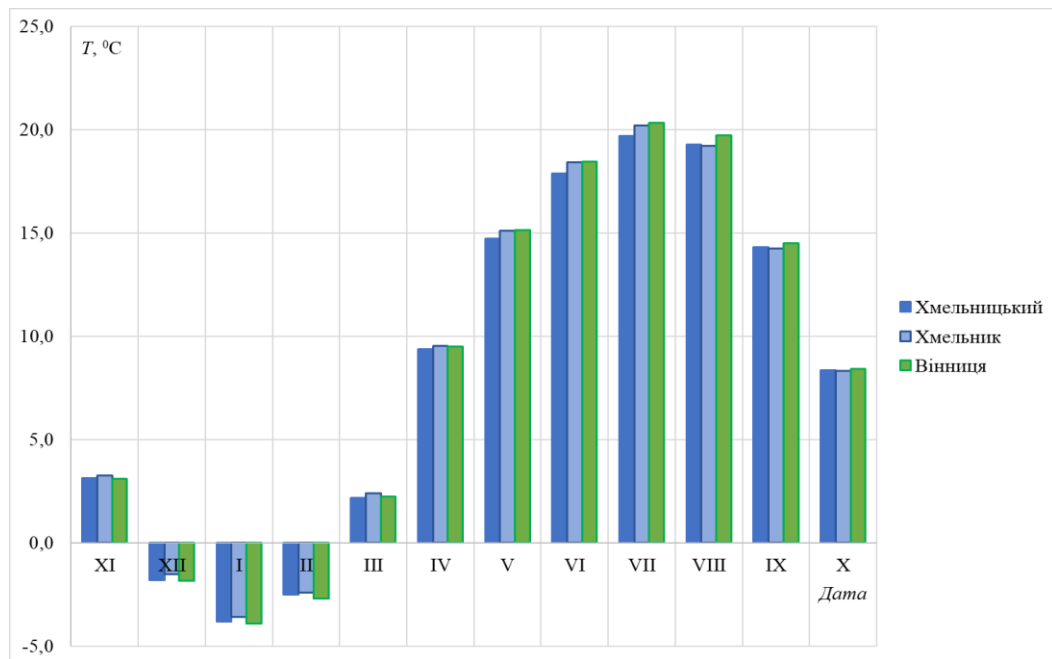


Рисунок 4.14 – Середньомісячна температура повітря в басейні річки Південний Буг до с.Тростянич (2000-2020 рр.)

Найнижчі середньомісячні значення абсолютної вологості повітря (осереднені за 20-ний період) в басейні річки Південний Буг на досліджуваних метеостанціях спостерігаються у січні і становлять 4,3 мб (рис. 4.15). Найвищі середньомісячні значення абсолютної вологості повітря спостерігаються у липні і коливаються на досліджуваних метеостанціях від 16,2 мб до 16,7 мб.

Для розрахунку випаровування за методом А.Р. Константинова до середньомісячних значень температури та абсолютної вологості повітря для всіх місяців, окрім грудня, січня та лютого, були введені поправки на сезонний хід температури повітря та вологості повітря. Поправки визначені методом лінійної інтерполяції з таблиць представлених у [13].

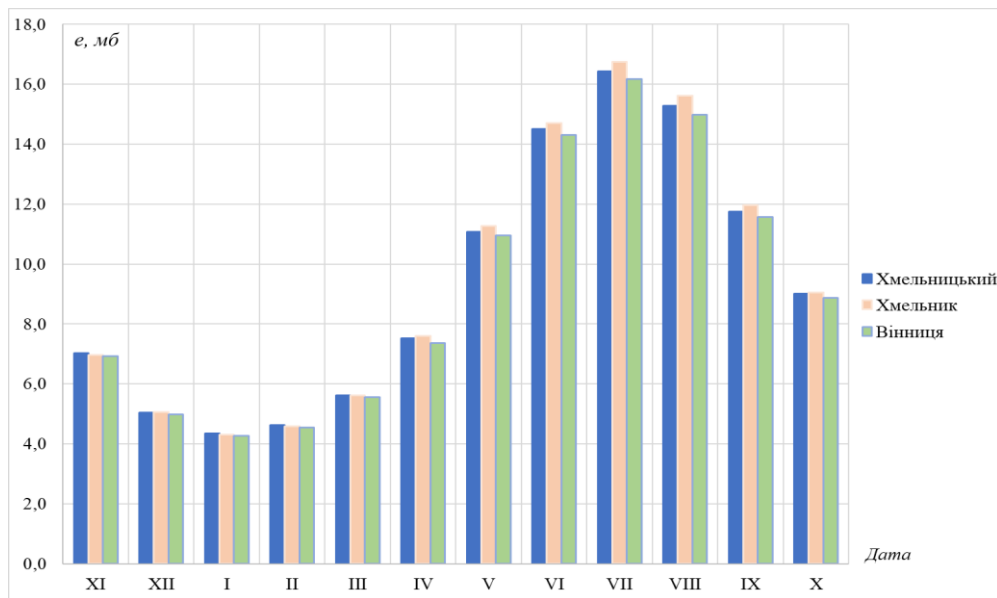


Рисунок 4.15 – Середньомісячна абсолютна вологість повітря в басейні річки Південний Буг до с. Тростянчик (2000-2020 рр.)

Далі за даними температури та абсолютної вологості повітря (з урахуванням внесених правок) було визначено величини середньомісячних значень випаровування. Величини випаровування для зимового періоду визначено з окремих таблиць без врахування поправкових коефіцієнтів.

Результати обчислення середньомісячних значень випаровування за методом А.Р. Константинова для 3 метеостанцій в басейні річки Південний Буг за 20-річний період (з 2000 р. по 2020 р.) до с. Тростянчик представлено на рис. 4.16.

Встановлено, що найнижчі середньомісячні значення випаровування (осереднені за 20-ний період) спостерігаються у січні і коливаються від 4,4 мм до 4,9, мм (рис. 4.16). Найвищі середньомісячні значення випаровування (осереднені за 20-ний період) в басейні річки Південний Буг до с.Тростянчик на досліджуваних метеостанціях спостерігаються у липні і коливаються від 83,6 мм до 88,3 мм.

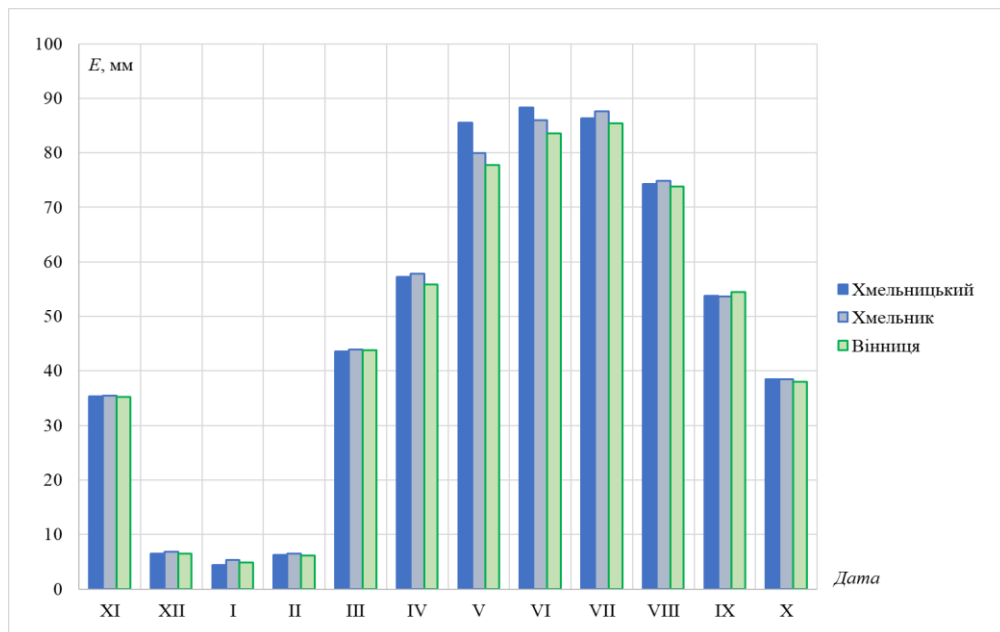


Рисунок 4.16 – Розрахункові величини випаровування з поверхні водозбору в басейні річки Південний Буг до с. Тростянич (2000-2020 рр.).

Аналізуючи отримані результати розрахунку випаровування з поверхні водозбору в басейні річки Південний Буг можна побачити, що значення випаровування у різні місяці значно відрізняються та залежать від значень температури та абсолютної вологості повітря (рис. 4.16). При збільшенні значень температури та абсолютної вологості повітря підвищуються і значення випаровування.

В роботі досліджено середньомісячні значення опадів в басейні річки Південний Буг осереднені за 20-річний період (з 2000 р. по 2020 р.) для 3 метеостанцій. Встановлено, що найнижчі значення опадів (осереднені за 20-ний період) на досліджуваних метеостанціях спостерігаються у січні – 30,4-35,3 мм. Найвищі значення опадів на досліджуваних метеостанціях спостерігаються у червні і становлять 90,7-97,7 мм (рис. 4.17).

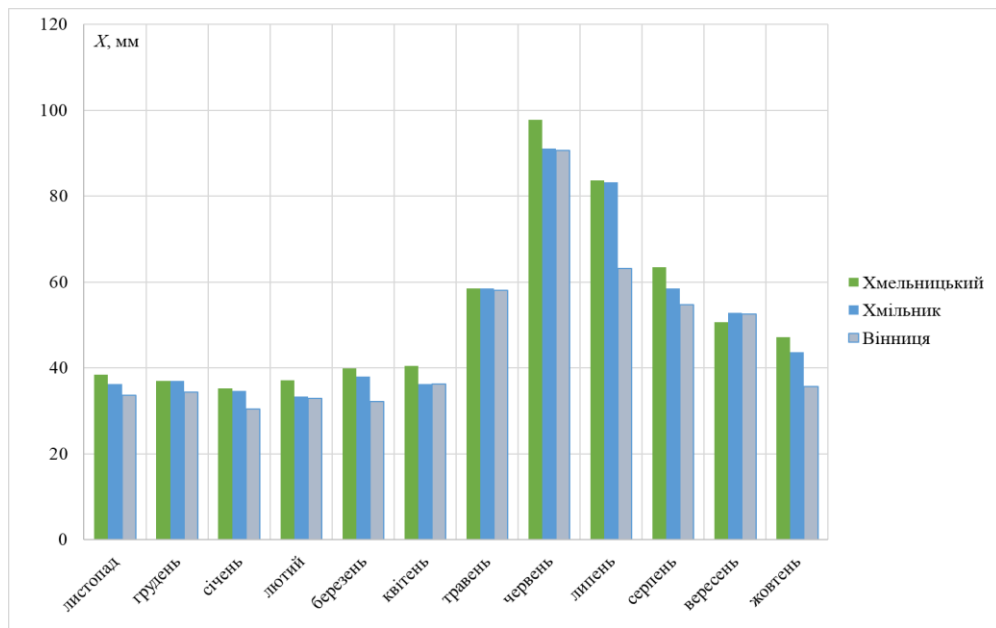


Рисунок 4.17 – Розраховані середні по водозбору опади в басейні річки Південний Буг до с.Тростянич (2000-2020 рр.)

У роботі виконано розрахунок значень середньомісячних витрат води в басейні річки Південний Буг до с.Тростянич та осереднено їх за 20-ний період. Для використання стокових характеристик при розрахунку водного балансу середньомісячні витрати води було перераховано в шари стоку за допомогою існуючих формул.

Встановлено, що найнижчі значення шарів стоку в басейні річки Південний Буг до с.Тростянич (осереднені за 20-ний період) спостерігаються у серпні – 3 мм. Найвищі значення шарів стоку на досліджуваній спостерігаються у квітні і становлять 8 мм (рис. 4.18).

Часові тенденції гідрометеорологічних характеристик в умовах сучасних кліматичних змін та дослідження впливу змін клімату на внутрішньорічний розподіл складових водного балансу в басейні річки Південний Буг представлено в роботах [21], [27].

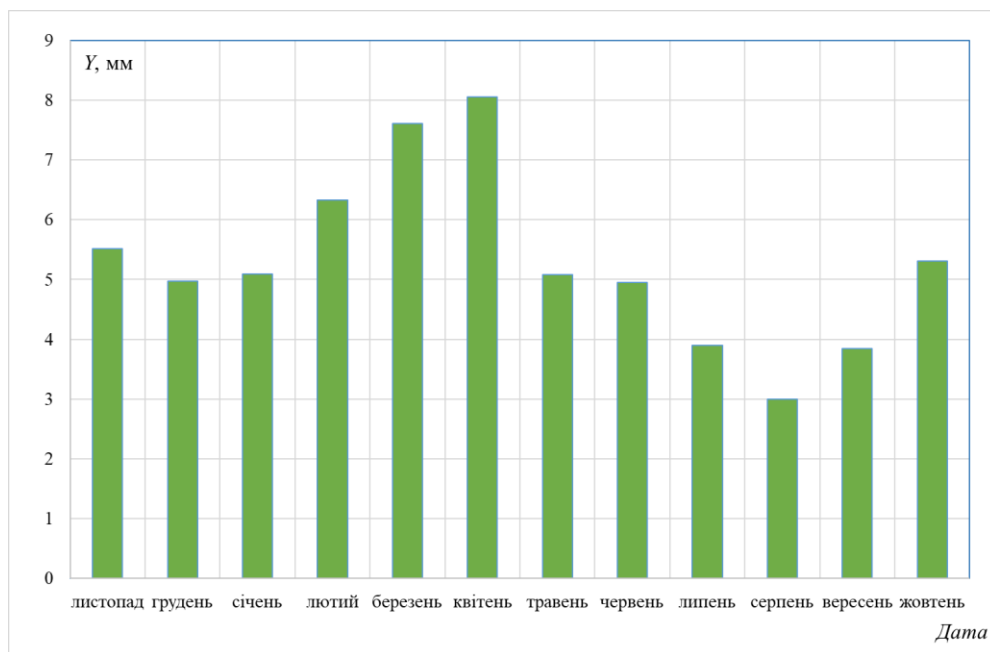


Рисунок 4.18 – Середньобаторічні місячні шари стоку в басейні річки
Південний Буг до с. Тростянчик (2000-2020 рр.)

ВИСНОВКИ

В результаті виконання першого етапу науково-дослідного проекту здійснено аналіз природних і антропогенних умов формування та часових тенденцій рядів стоку річок різних фізико-географічних регіонів України в сучасних умовах клімату і водного режиму при його сезонному перерозподілі в умовах кліматичної зміни; складових водного балансу - метеорологічних та гідрологічних характеристик річного стоку; досліджено характеристики будови річкової мережі з використанням GIS технологій; здійснено опис умов формування гідрохімічного режиму річок Придунайського регіону.

Основні висновки до розділів роботи, одержані авторами проекту наведені нижче.

Висновки до розділу 1.

1.1 Характеристика природних і антропогенних умов формування максимального тало-дощового стоку рівнинних річок Українського Полісся (в межах суббасейну р. Прип'ять) показала, що річки даної території належать до типу рівнинних з переважанням снігового живлення, несталим зимовим режимом з нестійким сніговим покривом у зв'язку з частими відлигами, які призводять до часткового або повного танення снігу і формування зимових паводків різної інтенсивності та водності.

В останні роки у зв'язку з глобальною та регіональною зміною клімату на території України спостерігається внутрішньорічний перерозподіл водних ресурсів, зокрема, на річках суббасейну р. Припять. Повені на річках від танення снігу та випадіння опадів стали виникати в більш ранні, майже зимові періоди року, формуючи максимальний тало-дощовий стік річок. Водночас, зменшення снігового покриву і його танення внаслідок збільшення температур повітря призвели до зменшення повеней за величиною і розповсюдженням по території, однак збільшилась ймовірність катастрофічних сніго-дощових повеней, зокрема, на річках Українського Полісся.

Розглянуті та проаналізовані за літературними джерелами затоплення минулих років, які відбулись у районі суббасейну річки Прип'ять за багаторічний період. Розглядались затоплення територій викликані річковими

водами, які спричинили негативні наслідки дозволили визначити ризики потенційних затоплень. Переважна більшість потенційних затоплень відповідає 3 та 4 рівню ризиків затоплення. З 154 подій пов'язаних із затопленням у районі суббасейну річки Прип'ять 99 подія за механізмом затоплення спричинені перевищенням відміток русло-заплавного коридору.

1.2 Проаналізовано гідрометеорологічні умови формування екстремального весняного водопілля 2022-2023 р. в басейні р. Десна та лівобережжя Середнього Дніпра та здійснене довгострокове прогнозування його максимальних витрат води весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра. При цьому:

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

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

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

1.3 Географічне положення, підстильна поверхня та кліматичні умови території Закарпатської області (в басейні р. Тиса) значною мірою визначають водний режим річок та відносять їх до зони розвиненої зливної діяльності з формуванням значних, часто катастрофічних паводків. Для суббасейну Тиси характерними є паводки змішаного походження, які відбуваються в основному в холодний період року.

Основні антропогенні впливи на стан поверхневих і підземних вод в Закарпатській області є комунальні зворотні (стічні) води, підприємства різних галузей економіки та сільське господарство (особливо підземних вод), які сприяють погіршенню якості підземних і поверхневих вод, а саме збагачення окисного заліза і накопичення його в ґрунтах, побутове забруднення через відсутність в сільських населених пунктах і частково в містах централізованої каналізації з очисткою і скидом побутових стічних вод.

1.4 В останні роки на річках Півдня України та району басейну Південного Бугу спостерігається зростання інтенсивності років з мало- та дуже малою водністю. Згідно даних УкрГМЦ про оперативну оцінку водності основних річок України за листопад 2023 р., нижчою за норму (50-79% норми) водність спостерігалась на рр. Оріль, Самара (суббасейн Нижнього Дніпра), р.Синюха (притока р.Південний Буг); значно нижчою за норму (30-49% норми) водність спостерігалась на р.Південний Буг у створах гідрологічних постів Тростяничик та Підгір'я, а близькою до критерію маловоддя (21-29 % норми) - на р.Південний Буг у створі гідрологічного поста Олександрівка.

Аналіз основних кліматичних чинників формування стоку показав, що за останні 30 років (1991-2020 рр) середньорічна температура повітря суттєво підвищилась у південній нижній частині басейну Південного Бугу; так для м/с Первомайськ це зростання становить 1.3°C , а для м/с Миколаїв 0.8°C . В той же час річна кількість опадів для м/с Первомайськ практично не змінилась, також як і по теплому та холодному періодах окремо. Інша ситуація для м/с Миколаїв – тут спостерігається суттєве зменшення річної кількості опадів (472 до 406 мм) , яке складається з відповідного зменшення кількості опадів по різних періодах року. В холодний період (XI-III) опади зменшились з 182 до 140 мм, а в теплий період (IV-X) – з 290 до 266 мм.

В період літньої межені за період 2007-2015 роки, фактичні середньомісячні витрати води на гідрологічному посту р.Південний Буг – смт Олександрівка були значно менше необхідних мінімальних санітарних витрат. 2015 рік був настільки маловодним, що відразу показав значну кількість раніше непомітних екологічних проблем по всій течії Південного Бугу та більшості його приток. Мінімальні витрати, в меженний період в липні-жовтні місяцях складали від 4,94 до 17,0 м³/с, це тривало у 2007 році – 56 діб, у 2012 році – 58 діб, в 2014 році – 41 добу, в 2015 році склала 116 діб .

Останній раз таке маловоддя у басейні спостерігалось у далекому 1957 році. Гідрологічна посуха (маловоддя) в 2015 році сформувалась на фоні попередньої низької водності весняного періоду в умовах тривалого періоду сухої та жаркої погоди липня-вересня, а тривала низька за рівнями і витратами води літньо-осіння межінь, була одною з найнижчих за весь період регулярних спостережень. Обмеженість у водних ресурсах відчули майже всі галузі економіки – комунальна, сільське господарство та рибництво, енергетика. Маловодість суттєво вплинула і на якість річкової води.

Враховуючи виконаний аналіз природних та антропогенних чинників меженного стоку на річках південного регіону України, визначення розрахункових характеристик мінімального стоку річок та їх ймовірсно-прогностичне моделювання є актуальною науковою задачею для подальших досліджень.

Висновки до розділу 2.

Дане дослідження підтвердило висновки Б.В. Кіндюка щодо залежності топографічної структури річкової мережі від обраного при її картографуванні масштабу. Так, виявлена тенденція до збільшення числа елементарних нерозгалужених водотоків з порядком P_1 (838 – 1:50 000, 273 – 1:100 000, 80 – 1:200 000) та величини порядку водотоку головної річки з P_4 до P_6 лише внаслідок маніпуляцій з масштабуванням водозбору, в даному випадку Сіверського Дінця в межах України. Зазначені вище тенденції пояснюються фундаментальним зв'язком між мікромасштабною складністю та

макромасштабним спрощенням в площині гідрологічної проблематики, яка є мало вивченою.

Також важливим результатом дослідження є впровадження геоінформаційної системи QGIS, і відповідно, сучасніших електронних карт у вивчення будови річкових мереж, що в умовах воєнних дій на території досліджуваного суббасейну Сіверського Дінця є вкрай актуальним й практичним рішенням. Це дозволяє запропонувати якісніші дані щодо характеристик водозбору для відновлення зруйнованих гідротехнічних споруд, дамб, мостових переходів та мостів на його території.

Подальші перспективи розвитку дослідження полягають у використанні характеристик гідрографічної мережі, отриманих з використанням ГІС-технологій, як індикатора змін клімату та його впливу на водні ресурси Сходу України. Так, наприклад, порівняння, топографічних карт різних років видання дозволить прослідити динаміку зникнення малих водотоків та появи нових, антропогенно змінених.

Висновки до розділу 3.

3.1 Проведені дослідження наданих моніторингових даних дозволяють зазначити, що значний вплив на формування гідрохімічного режиму досліджуваних річок Великий Катлабук, Єніка, Аліяга, Киргиз-Китай чинять такі фактори: засолені ґрунтові материнські породи, посушливий клімат і значне антропогенне навантаження.

3.2 Мінералізація води досліджуваних річок є досить значною, зумовлено це в першу чергу характером підземного живлення в якому беруть участь ґрунтові води сульфатно-кальцієвого і сульфатно-натрієвого складу із загальною мінералізацією 5-19 г/дм³. На формування складу хімічних речовин значний вплив здійснюють засолені материнські відклади, багаті солями NaCl і CaSO₄, які дренуються річковими водами, а також значний антропогенний вплив.

Значення мінералізації води коливаються в межах 3000-4000 мг/дм³, а максимальні – до 9600 мг/дм³ р. Аліязі, 8245 мг/дм³ - в річці Великий Катлабук та більше 7000 мг/дм³ - у річці Єніка та Киргиз-Китай. Особливістю зазначених річок є те, що висока мінералізації води залишається стабільною

протягом року, що пов'язане з розчиненням під час водопілля солей, накопичених у верхньому шарі ґрунтів у зоні аерації.

Антропогенний вплив на досліджуваній території дуже значний і стосується він як площі водозбору, так і безпосередньо поверхневих вод річок. Забруднення відбувається органічними, біогенними і навіть небезпечними речовинами.

Висновки до розділу 4.

Основні висновки дослідження складових водного балансу – метеорологічних та гідрологічних характеристик річного стоку в басейні річки Південний Буг:

4.1 Виконано аналіз фізико-географічних характеристик та характеристик водного річного режиму басейну річки Південний Буг. Встановлено, що досліджуваний басейн знаходиться в різних кліматичних і орографічних умовах, тому процеси формування стоку по території мають відмінності у водному режимі. Річний хід рівнів води на річках басейну у різних гідрологічних районах дещо відрізняється.

4.2 В роботі розглянуто теоретичні основи методу водного балансу для рівнинних річок та визначено складові водного балансу в басейні річки Південний Буг (до с. Тростянчик).

Досліджено середньомісячні значення опадів в басейні річки Південний Буг осереднені за 20-річний період (з 2000 по 2020 рр.) для 3 метеостанцій. Встановлено, що найнижчі значення опадів (осереднені за 20-ний період) на досліджуваних метеостанціях спостерігаються у січні – 30,4-35,3 мм. Найвищі значення опадів на досліджуваних метеостанціях спостерігаються у червні і становлять 90,7-97,7 мм

Результати обчислення середньомісячних значень сумарного випаровування за методом А.Р. Константинова для 3 метеостанцій в басейні річки Південний Буг за 20-річний період (з 2000 по 2020 рр.) показали, що найнижчі середньомісячні значення випаровування (осереднені за 20-ний період) спостерігаються у січні і коливаються від 4,4 до 4,9, мм. Найвищі середньомісячні значення випаровування (осереднені за 20-ний період) в

басейні річки Південний Буг до с. Тростянчик на досліджуваних метеостанціях спостерігаються у липні і коливаються від 83,6 до 88,3, мм.

Середньомісячні значення шарів стоку осереднені за період з 2000 по 2020 рр. Встановлено, що найнижчі значення шарів стоку в басейні річки Південний Буг до с. Тростянчик (осереднені за 20-ний період) спостерігаються у серпні – 3 мм. Найвищі значення шарів стоку на досліджуваній спостерігаються у квітні і становлять 8 мм.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

До розділу 1

1. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. Київ, 2006. 240 с.
2. Гребінь В.В., Хільчевський В.К. Ретроспективний аналіз досліджень річкової мережі України та застосування типології річок водної рамкової директиви ЄС на сучасному етапі. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. 2(41) С. 32-47.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. - Т.6. – Ч.1. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 718 с.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6. Украина и Молдавия. Вып.2.Среднее и нижнее Поднепровье / под ред. М.С.Каганера. Ленинград: Гидрометеиздат, 1971. 656 с.
5. Швебс Г.І., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України: навч.-довідк.пос. Одеса: Астропринт, 2003. 392 с.
6. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтногідрологічний аналіз) : монографія. Київ: Ніка-Центр, 2010. 316 с.
7. Національний атлас України / кер. проекту Л.Г. Руденко, В.С. Чабанюк, А.І. Бочковська / Інститут географії Національної академії наук України і Товариство з обмеженою відповідальністю «Інтелектуальні системи ГЕО», 1999–2000. URL: <http://wdc.org.ua/atlas/4070100.html>(дата звернення: 21.01.2018).
8. 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. *Сучасний стан та перспективи розвитку управління водними ресурсами України* :матеріали наук.-практ.конф., 10-11 жовтня. Київ. 2012. С.7-8.

9. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу. Київ: Інтерпрес ЛТД, 2013. 55 с.

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

11. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.

12. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України: монографія / Од. держ. еколог. ун-т; за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса: Екологія, 2011. 696 с. 31.

13. Клімат України: у минулому...і майбутньому?: монографія /Укр. н.-д. гідрометеорол. ін-т, Укр. гідрометеорол. Центр; за ред. М.І. Кульбиди, М. Б. Барабаш. Київ: Сталь, 2009. 234 с. 30.

14. Степаненко С. М. Динаміка та моделювання клімату: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Од. держ. еколог. ун-т. Одеса: Екологія, 2013. 204с.

15. Кліматичний кадастр України (6ч.). Державна гідрометеорологічна служба. Київ: 2006. URL: climate_cgo@inbox.ru(дата звернення: 20.02.2023 р.)

16. Вишневський В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ: Ніка-Центр, 2003. 324 с.

17. Changing climate shift timing of European floods / Blöschl, G. et al. *Science*. 2017. 357 (6351).Pp. 588-590. <https://doi.org/10.1126/science.aan2506>.

18. Changin climate both in creases and decreases European river floods / Blöschl, G. et al. *Nature*. 2019. 573(7772).Pp. 108-111 <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1495-6>

19. Joint trends in flood magnitudes and spatial extents across Europe / Kemter M. et al. *Geophysical Research Letters*. 2020. 46. Pp. 1-8. <https://doi.org/10.1029/2020GL087464>

20. Державний водний кадастр. Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші (за 2011-2015 рр. та весь період спостережень). Ч. 1 : Річки. Вип. 2 : Басейн Дніпра. Київ, 2017. 475 с.

21. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Шакірманова Ж.Р. Розрахунки та довгострокові прогнози характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять: монографія. Одеса: Екологія, 2011. 336 с. <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/8742>

22. Шакірманова Ж.Р., Сіваєв Д. Вплив змін клімату на формування тало-дощового стоку річок Українського Полісся. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти* : збірник матеріалів VI Міжнародної наук.-практ. конф., 15 березня. Київ, 2023 р. С. 144-147. <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/11507>

23. Сіваєв Д.В. Сучасний водний режим максимального тало-дощового стоку річок Українського Полісся. *Матеріали XXI наукової конференції молодих вчених Одеського державного екологічного університету* 23-31 травня, ОДЕКУ, 2023. Одеса. С. 129-130.

24. Сіваєв Д.В. Ландшафтні і кліматичні умови формування максимального тало-дощового стоку річок Українського Полісся. *Матеріали VII Всеукраїнського пленеру з питань природничих наук*, 23-24 червня, ОДЕКУ, 2023. До друку.

25. Сіваєв Д.В., Шакірманова Ж.Р. Прогностичний моніторинг розмірів максимального стоку весняного водопілля річок басейну р. Прип'ять. *Регіональні проблеми охорони довкілля та збалансованого природокористування*: матеріали Міжнародної наукової конференції за участю молодих науковців. Одеса: ОДЕКУ, 2022. С.128-133. <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/11347>

26. Sivaiev D., Shakirzanova Z. Long-term spatial forecasting of maximum melt-rainfall runoff of rivers of Ukrainian Polissya. *International Conference of Young Scientists on Meteorology, Hydrology and Environmental Monitoring (ICYS-MHEM)*, 15-16 November. Kyiv, Ukraine, 2023.

27. Директива 2007/60/ЕС Европейського Парламенту і Ради від 23 жовтня 2007 р. про оцінку і управління ризиками наводнень (Директива про наводнення). URL: <http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/PL/TXT/?uri=CELEX%3A32007L0060>

28. Наказ Міністерства внутрішніх справ України 17.01.2018 № 30 Про затвердження Методики попередньої оцінки ризиків затоплення / Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 07 лютого 2018 р. за № 153/31605 // Офіційний вісник України від 20.03.2018 — 2018 р., № 22, стор. 294, стаття 749, код акта 89374/2018.

29. Operational Hydrology Report № 34. World Meteorological Organization, 1990: Hydrological Models for Water Resources System Design and Operation / WMO–No. 740, Geneva.

30. Шакірманова Ж.Р. Довгострокове прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок та естуаріїв території України: монографія. Одеса: ФОП Бондаренко М.О., 2015. 252 с.

31. Комплексний метод довгострокового прогнозування гідрологічних характеристик весняного водопілля річок : Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології : монографія/ Шакірманова Ж.Р., Докус А.О., Сербова З.Ф., Швець Н.М.; за ред. В.І. Осадчого та ін. Київ: Ніка-Центр, 2019. С.58–74.

32. Shakirmanova Zh., Dokus A. Ecological Significance of River Ecosystems. *Territorial long-term forecasting of hydrological characteristics of spring floods of lowland rivers*/ Edited by Sughosh Madhav, Shyam Kanhaiya, Arun Srivastav, Virendra Singh, Pardeep Singh, Elsevier, 2022. Chapter 17. Pp. 325-350.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85045-2.00020-0>

<https://www.elsevier.com/books/ecological-significance-of-river-ecosystems/madhav/978-0-323-85045-2>

<http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/10851>

33. Методичні вказівки до чергувань з дисципліни «Гідрологічні прогнози» по темі: «Керівництво роботи з автоматизованим робочим місцем гідролога-прогнозиста АРМ-гідро». Одеса: ОДЕКУ, 2012. 59 с.

34. 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». Одеса: ОДЕКУ, 2012. 56 с.

35. Настанова з оперативної гідрології. Прогнози режиму вод суші. Гідрологічне забезпечення і обслуговування / Український гідрометеорологічний центр. Київ, 2012. 120 с.

36. Оцінювання якості методики та точності (справджуваності) прогнозів режиму поверхневих вод суші / Український гідрометеорологічний центр. Київ, 2015. 70 с.

37. Шакірзанова Ж. Р., Перевозчиков І. М., Шевченко О. П. Застосування методу територіальних довгострокових прогнозів для визначення максимальних витрат води в умовах формування весняного водопілля 2022-2023 року в басейні р.Десна. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2023. №31. С.5-21.

<https://doi.org/10.31481/uhmj.31.2023>

<http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/12059>

38. Шакірзанова Ж. Р., Шевченко О. П. Визначення характеристик максимального стоку весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра. *Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: матеріали XIX Міжнародної наук.-практ. конф.*, 14-15 вересня. Харків, 2023. С.383-389. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/12064>

39. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради "Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики" від 23 жовтня 2000 року. URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962 (дата звернення: 10.03.2023 р.)

40. Наказ від 03.03.2017 №103 «Про затвердження Меж районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок». URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0421-17> (дата звернення: 04.04.2023 р.)

41. Водний кодекс України / Відомості Верховної Ради України, 1995, №24,ст.189 (зі змінами та доповненнями протягом 2000-2014рр.).
42. Ресурсы поверхностных вод СССР.Описание рек и озер и расчеты основных характеристик их режима. Т. 6. Украина и Молдавия. Вып. 1. Западная Украина и Молдавия / под ред. М.С. Каганера. Ленинград: Гидрометеиздат, 1969. 884 с.
43. Ресурсы поверхностных вод СССР. Описание рек и озер и расчеты основных характеристик их режима. Т. 6. Украина и Молдавия.Вып. 1. Западная Украина и Молдавия (без бассейна р. Днестр) / под ред. М.С. Каганера. Ленинград: Гидрометеиздат, 1978. 491 с.
44. Розвиток аграрного підприємництва в Закарпатській області в умовах євроінтеграційних процесів (науково-прикладні аспекти і рекомендації) / Газуда Л.М., Балян А.В., Газуда М.В. та ін. Велика Бакта: ТОВ «РІК-У». 2021. 67 с.
45. Проект планууправління річковим суббасейном Тиси (2025-2030). Версія 1.Грудень 2022. 100 с.URL:https://buvrtyisa.gov.ua/newsite/wp-content/uploads/2022/12/Tysa_PURB_2-1-100.pdf (дата звернення 23.05.2023).
46. Заставний Ф.Д. Фізичнагеографія України : підручник. Львів: Обласний інститут освіти, 1996. 231 с.
47. Вишневський В. І. Косовець О. О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ: Ніка-Центр, 203. 324 с
48. Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенка. Кам'янець-Подільський: ПП Галагодза Р.С., 2011. 108 с.
49. Водний фонд Закарпатської області (поверхневі води) / Держводгосп України; Закарпатський облводгосп. Ужгород, 2007. 766 с.
50. Колеснік А.В. Особливості формування паводків у Закарпатті. *Матеріали VI-го Всеукраїнського пленеру з питань природничих наук*, 25-26 червня. Одеса. 2022. С. 42-45.
51. Шакірзанова Ж.Р., Колеснік А.В. Формування паводкового режиму річок Закарпаття в сучасних кліматичних умовах. *Кліматичні зміни та сільське*

господарство. Виклики для аграрної науки та освіти : збірник матеріалів VI Міжнародної наук.-практ. конф., 15 березня. Київ, 2023 р. С. 150-152.
<http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/11481>

52. Сусідко М.М., Лук'янець О.І. Карпати – паводконебезпечний регіон України. Комплексна басейнова система прогнозування паводків у Закарпатті: методична та технологічна база її складових. Київ : Ніка-Центр, 2010. 93 с.

53. Luk'yanets O., Sossedko M. Die Abflussbewertung auf nächste Jahre in den Karpaten unter Berücksichtigung der mehrjährigen Abflussschwankungen. *Sammelband der XIX Konferenz der Donauländer*. Osijek, Kroatien. 1998. P. 393-401.

54. Колеснік А.В., Шакірманова Ж.Р. Попередження про негативні наслідки при проходженні максимальних рівнів води на річках Закарпаття. *Регіональні проблеми охорони довкілля та збалансованого природокористування*: матеріали Міжнародної наук. конф. за участю молодих науковців. Одеса: ОДЕКУ, 2022. С. 74-79. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/epr10854>

55. Колеснік А.В. Методика короткострокового прогнозування паводкового стоку річок Закарпаття. *Матеріали XXII Наукової конференції молодих вчених Одеського державного екологічного університету*, 23 - 31 травня. Одеса : ОДЕКУ. 2023. С. 135-137.

56. Kolesnik A., Shakirzanova Zh. Methodological basics of forecasting floods on the rivers of Transcarpattia. *International Conference of Young Scientists on Meteorology, Hydrology and Environmental Monitoring (ICYS-MHEM)*, 15-16 November. Kyiv, Ukraine, 2023. p.11.

57. Овчарук В.А., Кущенко Л.В. Фактори формування мінімального стоку річок в зоні недостатньої водності України // *Шевченківська весна – 2020: ГЕОГРАФІЯ* : Збірник наукових праць XVIII міжнародної наук. міждисциплінарної конф. студентів, аспірантів та молодих вчених. Київ: Видавництво «Фенікс». 2020. Випуск XVIII. С. - 42-44.

58. Інформаційний портал Українського гідрометеорологічного центру Державної служби України з надзвичайних ситуацій. URL: <https://meteo.gov.ua> (дата звернення: 35.05.2023 р.).

59. Modeling of spring and rain floods at the rivers of Southern Ukraine under conditions of increasing climate aridity / Ovcharuk, V., Shakirzanova, Z., Kichuk, N., Goptsiy, M. et al. *XXVIII General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG)*. Berlin, 2023. <https://doi.org/10.57757/IUGG23-1543>

60. Кретов А.О. Розрахункові характеристики мінімального добового стоку зимової межені в районі річкового басейну Південного Бугу. *Шевченківська весна – 2023: ГЕОГРАФІЯ: Збірник наукових праць XX міжнародної наукової міждисциплінарної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених*. Київ : Видавництво «Фенікс», 2023. Випуск XX. С. 46-49 <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/11552/>

61. Овчарук В.А., Кущенко Л.В. Просторово-часовий аналіз меженного стоку річок зони недостатньої водності України. *Actual problems of natural sciences: moderns cientific discussions : Collective monograph*. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2020. Р. 223-240. doi.org/10.30525/978-9934-26-025-4-11

62. Попередня оцінка ризиків затоплення району басейну річки Південний Буг. URL: <https://dsns.gov.ua/upload/1/2/9/0/3/prognoz-weekly-directivazatopenya-baseini-pivdeniiibug.pdf> (дата звернення: 03.04.2023 р.).

63. Басейн річки Бог / Ворона Є. І. та ін. Київ: Wetlands International, 2009. 128 с.

64. План управління річковим басейном Південного Бугу: аналіз стану та першочергові заходи / Афанасьєв С. та ін. Київ: Вид-во ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2014. 188 с.

65. План управління річковим басейном Південного Бугу (2025-2030) / Державне агентство водних ресурсів України. 2022. 334 с. https://davr.gov.ua/fls18/2_hnbv667Rty44.pdf

66. Екологічний атлас басейну річки Південний Буг / за ред. Гавриков Ю.С., Марушевський Г.Б. Вінниця : ФОП Гуренко А.В., 2009. 20 с. <https://spadok.org.ua/books/ukr0001648.pdf>

67. Південний Буг / Рівненський обласний центр з гідрометеорології. URL: <https://cgm.rv.ua/pivdenniy-bug> (дата звернення: 26.06.2023 р.).

68. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2015 році / Управління екології та природних ресурсів

Миколаївської області державної адміністрації. Миколаїв, 2015. URL: <https://ecolog.mk.gov.ua/store/files/1473057744.pdf> (дата звернення: 11.08.2023 р.).

69. Річний звіт з питань управління водними ресурсами басейну річок Причорномор'я за 2019 рік / Басейнове управління водних ресурсів річок Причорномор'я та Нижнього Дунаю. URL: <https://oouvr.gov.ua/wp-content/uploads/2020/10/Річний-звіт-річок-Причорномор'я.pdf> (дата звернення: 09.09.2023 р.).

70. Кущенко Л.В. Динаміка основних метеорологічних величин на території зони недостатньої водності України за різні кліматичні періоди. *Матеріали XXII Наукової конференції молодих вчених Одеського державного екологічного університету*, 23 - 31 травня. Одеса : ОДЕКУ. 2023. С. 131-132. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/11972>

71. Карти України. Динамічні запаси прісних та слабкомінералізованих підземних вод URL: <https://geomap.land.kiev.ua/water-3.html> (дата звернення: 12.02.2023 р.).

72. I. Semenova, V. Ovcharuk, A. Traskova. Droughts and its relationships with some phases of the streamflow regime for Ukrainian rivers. *European science review*, «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. Vienna. 1-2 (1) 2015, – P. 8-10.

73. Кретов А.О. Статистичний аналіз часових рядів мінімального добового стоку зимової межені в басейні р. Південний Буг. *Матеріали XXII Наукової конференції молодих вчених Одеського державного екологічного університету*, 23 - 31 травня. Одеса : ОДЕКУ. 2023. С. 115-116. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/11965/>

74. Кретов А.О. Розрахункові характеристики мінімального добового та екологічного стоку на річках Півдня України. *Матеріали студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету*, 11-18 травня. Одеса : ОДЕКУ, 2022. С. 196-199. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/11407/>

75. Манукало В.О. Мережа гідрологічних спостережень у басейні річки Південний Буг: історія розвитку, сучасний стан та можливості. *Наук. праці УкрНДГМІ*, 2012, Вип. 263. С 165-181

76. Valeriya Ovcharuk, Maryna Goptsiy. Use the data of the EURO-CORDEX ensemble of regional climate model simulations for probabilistic modeling of the maximum runoff of the spring flood on the rivers of the South of Ukraine. *International Conference on Regional Climate ICRC-CORDEX*. 25-29 September. ICTP, 2023. A3-P-18, p.171. <https://indico.ictp.it/event/10212/material/9/2.pdf>

77. Гебінь В.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.

78. Гопцій М.В., Поздняков Ю.О. Оцінка мінливості водності річок суббасейну Тиси у сучасних умовах. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти* : збірник матеріалів VI Міжнародної наук.-практ. конф., 15 березня. Київ, 2023. С. 125-128. <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/11479/>

79. Поздняков Ю.О., Горковський А.О. Особливості внутрішньорічного розподілу стоку на прикладі деяких річок України. Збірник наукових праць ХХ міжнародної наукової міждисциплінарної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Шевченківська весна – 2023: ГЕОГРАФІЯ». Київ: Видавництво «Фенікс», 2023. С. 57-60 <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/11553>

До розділу 2

1. Основні положення створення та оновлення топографічних карт масштабів 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000. Затверджені наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру України № 156 від 31.12.1999 р. і погоджені з Воєнно-топографічним управлінням Генерального штабу Збройних сил України.

2. Кіндюк Б. В. Система показників для визначення параметрів структури річкової мережі при переході від одного масштабу карт до іншого. *Вісн. геодезії та картографії*. 2003. №4(31). С.26-31.
3. Кіндюк Б. В. Характеристики будови річкової мережі і фактори формування максимального зливового стоку в басейні р. Ріка. *Наук. зап. Він. держ. пед. ун-ту*. 2003. Вип.5. С.103-110.
4. Бірюков О. В. Будова та стік річкової системи Сіверського Донця в межах Харківської області. *Наук. Вісн. Чернівецького нац. ун-ту*. 2016. Географія. С.11-19.
5. Бірюков О. В. Дистанційне дослідження гідрографічної мережі річки Уди. *Наук. зап. Тернопільського національного педагогічного ун-ту імені Володимира Гнатюка. Сер. Географія*. 2012 Тернопіль :Тайп. №3 (33).
6. A. Selehieiev, V. Ovcharuk. Modern hydrographic research: a river basin from an ordered structure of watercourses to a complex co-evolutionary ecosystem. *International Conference of Young Professionals "GeoTerrace-2023"*, 2-4 October.Lviv, Ukraine, 2023.<https://eage.in.ua/wpcontent/uploads/2023/09/GeoTerrace-2023-089.pdf>
7. Киндюк Б.В. Гидрографическая сеть и ливневой сток рек Украинских Карпат: монография. Одесса: ТЭС. 2003. 222 с.
8. Selehieiev A., Ovcharuk V., Hryb O. Study of the influence of the scale of topographic maps on the values of hydrological characteristics of the river network using GIS technologies. *Geodesy, cartography and aerial photography*. Lviv, 2023. Vol. 97. Issue 97. P. 32-45. <https://doi.org/10.23939/istcgcap2023.97.032>
9. Часковський О., Андрейчук Ю., Ямелинець Т. Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS: навч. посіб. Львів:Простір-М. 2021. 228 с.
10. Селегєєв А. Історія виникнення та методи ідентифікації сучасної гідрографічної мережі Сіверського Донця. *Матеріали студент. наук. конф. ОДЕКУ*, 15-18 квітня. Одеса, 2019. С. 152-153.

11. Вишневецький В. І., Косовець О. О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ: Ніка-Центр, 2003. 324 с.
12. Sivapalan M. From engineering hydrology to Earth system science: milestones in the transformation of hydrologic science. *Hydrology and Earth System Sciences*. 2018. Vol. 22, no. 3. P. 1665–1693. <https://doi.org/10.5194/hess-22-1665-2018>

До розділу 3

1. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. Київ, 2006. 240 с.
2. Річний звіт Дунайського РОВР з питань управління водними ресурсами басейну нижнього Дунаю за 2018 рік. Одеса, 2018. 92 с.
3. Паспорт річки Киргиз-Китай. Одеса: Укрпівдендипроводгосп, 1993. 119 с.
4. Швебс Г.І., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України : навч.- довідк. пос. Одеса: Астропринт, 2003. 390 с
5. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії : підручник. Київ: Ніка-Центр, 2012. 312 с.
6. Panin N. Danube Delta: genesis, evolution and sedimentology. Denube Delta - Black Sea system under global changes impact. *Bucuresti-Constanta: GEO-ECOMARINA, RCGGM*, 1996. Т. 1. Р. 11-34
7. Чорноземи масивів зрошення Одещини : монографія. / за ред. Є.Н. Красехи, Я.М. Біланчина. Одеса: Одеський національний університет імені І.І. Мечнікова, 2016 р. 194 с
8. Біланчин Я.М. Тенденції та закономірності процесів сучасної зміни чорноземів масивів зрошення південного заходу України. *Вісник Одеського національного університету*. 2004. Т. 9. Вип. 9. С. 7-13.

9. Кічук І. Д. Про сучасний стан і використання зрошуваних земель у Одеській області. *Причорноморський екологічний бюлетень*. 2009. 2(32) С.127-131
10. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ: Видавництво Раєвського, 2003. 234 с.
11. Loboda N., Bozhok Y. Impact of Climate Change on Water Resources of North-Western Black Sea Region. *International Journal of Research In Earth and Enviornmental Sciences*. 2015. Vol 02. No. 9. P. 1-6.
12. Feyen L., Dankers R. Impact of global warming on stream flow drought in Europe. *Geophys. Res.* 2009. V. 114. 17 p.
13. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ланшафтно-гідрологічний аналіз). Київ: Ніка-Центр, 2010. 316 с
14. Екологічний паспорт Одеської області за 2018 р. 133 с.
15. Осадча Н.М., Клебанова Н.С., Осадчий В.І., Набиванець Ю.Б. Адаптація системи моніторингу поверхневих вод державної гідрометеорологічної служби МНС України до положень водно рамкової директиви ЄС. *Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту*. 2008. Вип. 257. С. 146-161.
16. Шакірманова Ж.Р., Кічук Н.С. Гідрохімія річок і водойм України : навч. пос. Одеса : ОДЕКУ. 2019. 124 с.
17. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Регіональна гідрохімія України: підручник. Київ: ВПЦ "Київський університет". 2019. 343 с.
18. Осадчий В.І Ресурси та якість поверхневих вод України в умовах антропогенного навантаження та кліматичних змін. *Вісник НАН України*. 2017. № 8. С. 29-45.
19. Осадчий В.І., Набиванець Б.Й., Линник П.М. Процеси формування хімічного складу поверхневих вод. Київ: Ніка-Центр, 2013. 240 с.
20. Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M., Sherstyuk N.P. Chemical composition of different types of natural waters in Ukraine. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2018. 27 (1). P. 68-80.

21. Хільчевський В.К., Курило С.М. Аналіз багаторічної трансформації хімічного складу річкових вод України. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2014. Т.2 (33). С. 17-28.

22. Кічук Н.С., Шакірзанова Ж.Р., Медведєва Ю.С., Курілова І.В. Формування гідрохімічного режиму та оцінка якості води у Придунайських озерах. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т. 3(42). С.56-63.

23. Ovcharuk V., Kichuk N., Lutai D., Kushchenko L., Myroshnychenko M. Hydrochemical regime and water quality of the Danubian lake Katlabukh. *Acta Hydrologica Slovaca*. 2022. Vol. 23, No. 1, p. 109 - 116, doi: 10.31577/ahs-2022-0023.01.0012

24. Lutai D., Kichuk N. Water quality assessment of Katlabukh lake and inflowing rivers. *International Conference of Young Scientists on Meteorology, Hydrology and Environmental Monitoring (ICYS-MHEM)*, 15-16 November. Kyiv, Ukraine, 2023. p. 12.

25. Крутенко І.В. Умови формування гідрохімічного режиму річок, що гідрологічно пов'язані з Придунайськими озерами. *Матеріали студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету*, 11-18 травня. Одеса : ОДЕКУ, 2022. С. 207-209.

26. Крутенко І.В. Визначення головних факторів формування гідрохімічного режиму річок, які впадають в Придунайські водосховища: *Матеріали XXII Наукової конференції молодих вчених Одеського державного екологічного університету*, 23 - 31 травня. Одеса: ОДЕКУ, 2023. С. 117-118.

До розділу 4

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6. Украина и Молдавия. Вып.1. Западная Украина и Молдавия / [под ред. М.С. Каганера]. Ленинград: Гидрометеиздат, 1969. 884 с.

2. Географічні карти України. URL: <http://geomap.land.kiev.ua>.

3. Атлас України. Інститут географії Національної академії наук України, 1999-2000, [електронний ресурс] <https://atlas.igu.org.ua/>.
4. Атлас: географія України [CD-розробок]. Інститут передових технологій, 2004.
5. План управління річковим басейном Південного Бугу: аналіз стану та першочергові заходи / За ред. С. Афанасьєва, А. Петерс, В. Сташука та О. Ярошевича. Київ: Видавництво ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2014. 188 с.
6. Звіт з оцінки впливу на довкілля «Очистка частини р. Південний Буг на території м. Вінниці Вінницького району Вінницької області». м. Вінниця, 2019. 143 с.
7. Шакірзанова Ж.Р., Докус А.О. Довгострокове прогнозування характеристик весняного водопілля в басейні р. Південний Буг: монографія / Одеса: ФОП Бондаренко М. О., 2021. 244 с. ISBN 978-617-8005-42-9. <http://eprints.library.odetu.edu.ua/id/eprint/9674/>
8. Правила эксплуатации каскада водохранилищ бассейна Южного Буга. Приложение 1. Климатические условия и гидрометеорологическая характеристика бассейна реки Южный Буг / ОАО «Укргидропроект». Харьков, 2008. 206 с
9. Горбачова Л.О. Сучасний внутрішньорічний розподіл водного стоку річок України. *Український географічний журнал*, 2015, № 3. С. 16-23.
10. Erik Karlsson, Lionel Pomade Methods of estimating potential and actual evaporation. *Department of Water Resources Engineering*. 11 с.
11. Офіційний сайт Colorado State University [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.colostate.edu>2003-10-02.
12. Monteith, J. L. 1985. Evaporation from land surfaces: Progress in analysis and prediction since 1948. In Proc. National Conf. on Advances in Evapotranspiration, 4-12. St. Joseph, Mich.:ASAE.
13. Руководство по гидрологической практике. Том I. Гидрология: от измерений до гидрологической информации ВМО, № 168). Шестое изд. 2011. 314 с.
14. Гидрологические и водно-балансовые расчеты / Под ред. Н.Г. Галущенко. Київ: Вища школа, 1987. С. 56-84.

15. Докус А.О., Волкова С.Ю., Кочев Б.С. Огляд методів для розрахунку випаровування з поверхні річкових водозборів. *Тези XVIII Всеукраїнської наукової on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології»* 06 жовтня 2022 року. Житомир: Житомирська політехніка, 2022. С. 73.
16. Кожем'якін Д.В., Чорноморець Ю.О. Просторова та часова динаміка складових водного балансу басейну річки Дністер до міста Заліщики. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 21-30. 2019.
17. Чорноморець Ю.О., Лук'янець О.І. Вплив сучасних змін у співвідношенні снігодошового живлення річок на структуру водного балансу їх басейнів (на прикладі річкового басейну Ворскли). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, № 4 (55), 2019. С. 40-52
18. Кожем'якін Д.В., Чорноморець Ю.О. Водний баланс басейнів річок Дністра до міста Заліщики. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2018. №1 (48). С. 24-36.
19. Бесараб Ю. С., Лук'янець О. І. Водний баланс басейну р. Велика Вись та сучасні зміни його складових. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2019. № 2. С. 101-105.
20. Докус А., Скороход Д., Волкова С. Випаровування з поверхні водозбору в басейні річки Південний Буг та малих річок між Дністром і Південним Бугом. *Збірник матеріалів VI Міжнародної науково-практичної конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти»*, 15 березня 2023 року. С. 132-135.
<http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/11480/>
21. Докус А.О., Больбот Г.В., Скороход Д.В. Вплив змін клімату на внутрішньорічний розподіл складових водного балансу в басейні річки Південний Буг. *Матеріали VII-го Всеукраїнського пленеру з питань природничих наук*. Одеса, 2023. С. 28-31.
22. Water Budgets: Foundations for Effective Water-Resources and Environmental Management By Richard W. Healy, Thomas C. Winter, James W. LaBaugh, and O. Lehn Franke. U.S. Geological Survey, Reston, Virginia: 2007.

23. Thornthwaite, C.W., and Mather, J.R., 1955, The water balance: Publications in Climatology, v. VIII, no. 1, Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, 86 p.

24. Scanlon, B.R., Healy, R.W., and Cook, P.G., 2002, Choosing appropriate techniques for quantifying groundwater recharge: Hydrogeology Journal, v. 10, p. 18-39.

25. Докус А.О., Антонов Д.Я., Бовдуй В.В. Водний баланс річкових водозборів рівнинних річок. *Тези XVIII Всеукраїнської наукової on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології», 06 жовтня 2022 року. Житомир: Житомирська політехніка, 2022. С. 72.* <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/11373/>

26. Докус А.О., Скороход Д.В. Аналіз вихідних даних та методів для розрахунку випаровування з поверхні водозборів в басейні річки Південний Буг. *Матеріали XXII наукової конференції молодих вчених Одеського державного екологічного університету, ОДЕКУ, Одеса, 2023. С. 138-139.* <https://odeku.edu.ua/wp-content/uploads/materiali-hhii-naukovo%D1%97-konferenczi%D1%97-molodih-vchenih-odeku-23-31-travnya-2023-roku.pdf>

27. Anhelina Dokus, Hanna Bolbot, Dmitry Skorokhod. Research of the Pivdenny Buh river basin hydrometeorological characteristics time trends in the conditions of modern climate change. *International Conference of Young Scientists on Meteorology, Hydrology and Environmental Monitoring (ICYS-MHEM)*, Kyiv, Ukraine, November 15-16, 2023. Book of Abstracts. Kyiv. 2023. p. 8.