

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ГІДРОЛОГІЇ ТА ГІДРОЕКОЛОГІЇ

На правах рукопису
УДК 556.06

Кваліфікаційна робота магістра
Спеціальність 103 – Науки про Землю
Освітня програма «ГІДРОЛОГІЯ»

**Тема: «ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ ПАРАМЕТРІВ
СЕРЕДНЬОГО БАГАТОРІЧНОГО СТОКУ ВОДИ РІЧОК БАСЕЙНУ
ПРИП'ЯТІ В МЕЖАХ УКРАЇНИ»**

Виконав

студент 2-го курсу магістратури
кафедри гідрології та гідроекології
Сокольчук Костянтин Ігорович

Науковий керівник

канд. геогр. наук,
асистент кафедри гідрології та гідроекології
Почаєвець Олена Олександрівна

Робота рекомендується до захисту (протокол № 12 засідання кафедри
гідрології та гідроекології від 16 квітня 2021 р.)

Завідувач кафедри гідрології та
гідроекології

професор,
доктор географічних наук
Гребінь Василь Васильович

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ СТОКУ НА ТЕРИТОРІЇ ПРАВОБЕРЕЖЖЯ ПРИП'ЯТІ.....	6
1.1 Загальна гідрографічна характеристика басейну.....	6
1.2 Фізико-географічна характеристика басейну.....	8
1.2.1 Геологічна будова та рельєф.....	8
1.2.2 Гідрогеологічна будова.....	11
1.2.3 Кліматичні умови території басейну.....	13
1.2.4 Ґрунтовий та рослинний покрив.....	15
1.3 Загальна характеристика водного режиму.....	16
1.4 Характеристика господарського комплексу на території правобережжя Прип'яті.....	18
Висновки до розділу 1.....	20
РОЗДІЛ 2. ГІДРОЛОГІЧНА ВИВЧЕНІСТЬ ПРАВОБЕРЕЖНОЇ ЧАСТИНИ БАСЕЙНУ ПРИП'ЯТІ. МЕРЕЖА СПОСТЕРЕЖЕНЬ.....	21
2.1. Розвиток гідрологічних досліджень басейну.....	21
2.2. Історія функціонування мережі гідрологічних спостережень	23
2.3. Сучасний стан мережі спостережень.....	24
Висновки до розділу 2.....	27
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СЕРЕДНЬОГО РІЧНОГО СТОКУ ВОДИ РІЧОК ПРАВОБЕРЕЖЖЯ ПРИП'ЯТІ.....	28
3.1. Методологічна основа дослідження.....	28
3.2. Оцінка просторової та часової репрезентативності рядів спостережень	32
3.3. Оцінка достовірності та незміщеності параметрів розподілу середнього річного стоку води.....	36
Висновки до розділу 3.....	40

РОЗДІЛ 4. АЛГОРИТМ РОЗРАХУНКУ СЕРЕДНЬОРІЧНОГО СТОКУ ВОДИ В БАСЕЙНІ ПРАВОБЕРЕЖЖЯ ПРИП'ЯТІ ДЛЯ НЕВИВЧЕНИХ ВОДОЗБОРІВ.....	41
4.1. Регіональні залежності середнього річного стоку води річок від гідрографічних характеристик їх басейнів.....	41
4.2. Розрахунок перехідних коефіцієнтів від фактичних норм стоку до стоку води розрахункових забезпеченостей.....	48
Висновки до розділу 4.....	51
РОЗДІЛ 5. ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ ПАРАМЕТРІВ СЕРЕДНЬОРІЧНОГО СТОКУ ПО ДОСЛІДЖУВАНІЙ ТЕРИТОРІЇ.....	52
5.1. Розподіл фактичних параметрів середнього річного стоку.....	52
5.2. Просторовий розподіл середніх багаторічних модулів стоку води різної забезпеченості.....	56
Висновки до розділу 5	62
ВИСНОВКИ.....	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ТА ДЖЕРЕЛ.....	68

ВСТУП

Водність річки та певної території є важливою характеристикою як для подальших наукових досліджень, так і для використання річок з практичною метою. Аналіз водності річок та окремих її параметрів дозволяє створити основу для вирішення різноманітних завдань, зокрема гідрологічних розрахунків, прогнозів, планів управління територіями. Це зумовлює **актуальність** оцінки водності річок правобережжя Прип'яті, особливо, з огляду на господарський розвиток регіону та екологічну ситуацію. Дослідження недостатньо гідрологічно вивчених територій необхідне також для подальшого проведення на території басейну Прип'яті робіт з оцінки впливу на довкілля, оптимізації управління водними ресурсами у відповідності до законодавства ЄС на рівні локальних БУВРів. Враховуючи транскордонність Прип'яті, результати роботи можуть бути використані для виконання міжнародних проектів та моніторингу.

Об'єктом дослідження є річкова мережа басейну Прип'яті, річкові водозбори в межах досліджуваної території. **Предметом дослідження** є середній річний стік річок, що є показником їх водності, його мінливість та імовірність появи тих чи інших значень, просторовий розподіл параметрів стоку, чинники, що впливають на розподіл параметрів стоку, розподіл та роль різних параметрів водозборів у формуванні особливостей їх середньорічного стоку.

Метою дослідження є створення картосхем просторового розподілу параметрів середньорічного стоку різної забезпеченості та аналіз їх просторового розподілу. Також було створено розрахунковий алгоритм, який дозволить на основі методів математичної статистики та теорії ймовірностей визначити статистичні параметри стоку води для річок правобережжя Прип'яті, невивчених у гідрологічному відношенні.

Основними завданнями, що були визначені для цієї роботи, є:

- аналіз фізико-географічних характеристик досліджуваної території для визначення можливості просторових узагальнень по території
- дослідження історії гідрологічного вивчення басейну Прип'яті
- оцінка сучасного стану мережі гідрологічних спостережень
- оцінка репрезентативності рядів спостережень за середнім річним стоком води річок правобережжя Прип'яті,
 - аналіз достовірності та незміщеності параметрів розподілу середньорічного стоку;
 - оцінка параметрів водності та особливостей їх просторового розподілу,
 - побудова картосхем просторового розподілу середньорічного стоку;
 - створення алгоритму для розрахунку параметрів середнього річного стоку невивчених водозборів;
 - визначення перехідних ординат до стоку різної забезпеченості,
 - створення картосхем розподілу модулів стоку різної забезпеченості,
 - визначення локальних зон, для яких характерні аномальні для території параметри стоку.

Окремі результати, отримані при виконанні даної роботи, було представлено на наукових конференціях та опубліковано у фахових виданнях.

Методи досліджень – методи аналізу, систематизації та узагальнення вихідних гідрометеорологічних даних; статистичні методи розрахунку імовірностей та забезпеченостей; кореляційні методи; методи математичної статистики для визначення допустимих похибок отриманих результатів; просторова інтерполяція даних.

Для розрахунків використовували програмні засоби Excel, StokStat, різні інструменти ГІС.

Основою для проведеного дослідження є дані інструментальних вимірювань за багаторічний період на гідрологічних витратних постах. Використовувались довідкові матеріали по басейну Прип'яті, картографічні матеріали, атласи, звіти з дослідження даної території, дані з томів «Гідрологічна вивченість», «Гідрологічний щорічник», супутникові знімки.

Структура та обсяг роботи. Робота складається з вступу, п'яти розділів, висновку та переліку посилань.

РОЗДІЛ 1

ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ РІЧКИ ПРИП'ЯТЬ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВОДНОГО РЕЖИМУ

1.1. Загальна гідрографічна характеристика басейну

Прип'ять - річка в Україні (у Волинській, частково у Рівненській, Київській областях) та у Білорусі, найбільша за площею басейну, довжиною і водністю права притока Дніпра (впадає в Київське водосховище). Площа басейну Прип'яті оцінюється в 121 тис.км.кв, довжина- 761 км (на території України - 261 км). На білоруську частину басейну припадає 43% площі водозбору, на українську- 57% [44]. При цьому рівнинний характер річки та незначні похили водної поверхні створюють труднощі при визначенні параметрів річки та басейну, через що в літературі зустрічаються інші значення площі басейну та довжини річки [52].

Прип'ять бере початок поблизу с. Голядина Любомильського району Волинської області, висота витoku становить 165 м над рівнем моря. При цьому на даний момент в результаті меліоративних робіт витік змістився, і за деякими даними сьогодні він знаходиться між с. Будники та Рогові Смоляри [42]. Тече Прип'ять переважно Поліською низовиною, де річка має низькі заболочені береги, напрямок руху від витoku до Пінська (Білорусь) північно-східний. Після проходження Пінська Прип'ять повертає на південний схід, і цей напрямок зберігається до впадіння в Київське водосховище (Україна).

Басейн Прип'яті займає практично всю північно-західну частину України. Понад 70% річок басейну мають довжину понад 25 км, і понад 1/7 – річки з довжиною до 100 км. Басейн знаходиться в межах двох фізико-географічних зон, є одним з найбільш заболочених та залісених в Україні. Форма басейну наближається до квадратної, з деякою розчленованістю вододільної лінії [44, 52].

Межі басейну річки Прип'ять та інших річкових басейнів у межах України представлено на рисунку 1.1.

Басейн Прип'яті має добре розвинуту гідрографічну сітку, що налічує близько 10,5 тис. річок та ручаїв [53]. Правобережні притоки течуть, в основному, територією України, лівобережні — територією Білорусі. Головні правобережні притоки - Турія, Стохід, Стир, Горинь, Ствига, Уборть, Словечна, Солонь, Уж.

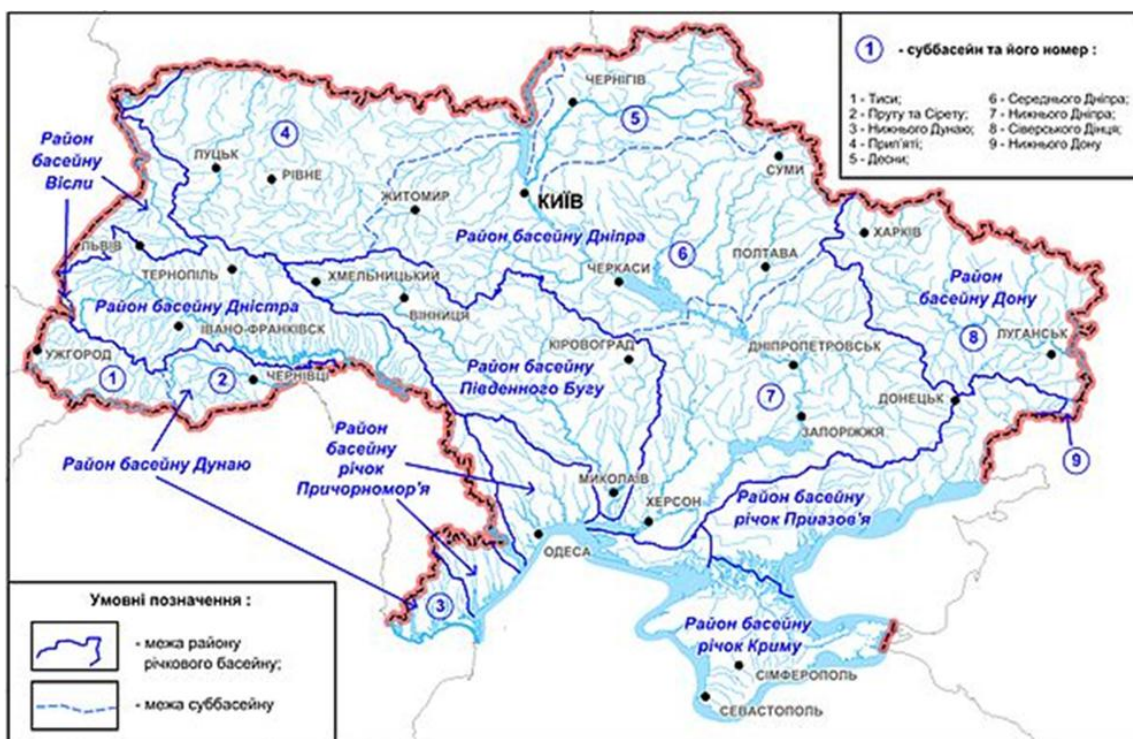


Рис. 1.1 Гідрографічне районування України [40]

Більшість річок правобережжя басейну Прип'яті належить до типових рівнинних річок. Вони мають широкі долини із заболоченими заплавами. Подекуди в долинах оголюються ділянки кристалічних порід, тоді річка тече глибокою ущелиною [7]. Річки здебільшого мають незначні глибини, швидкості течії та малий похилу, в річищах відмічають значну кількість нестійких піщаних перекатів.

У розвитку гідрографічної мережі Західного, Центрального та Східного Полісся є свої особливості. Вододілами річок Західного Полісся (річки Турія,

Стохід, Стир, Горинь та ін.) слугують піщані гряди. Річки течуть широкими, слабо розробленими неглибокими долинами, мають широкі заплави із значною кількістю боліт та стариць. Прибережні ділянки досить часто заболочені.

У Центральному та Східному Поліссі особливості морфологічної будови та ґрунтових порід сприяють утворенню вузьких глибоких врізаних долин, в окремих місцях - каньйоноподібної форми [7].

1.2 Фізико-географічна характеристика басейну

1.2.1. Геологічна будова та рельєф

Більша частина басейну Прип'яті в межах України знаходиться на території Українського Полісся. Воно складається з двох відокремлених Волинською височиною і дещо відмінних частин: більшої — власне Полісся, що знаходиться на півночі (в межах Поліської низовини) і меншої — Малого Полісся, яке лежить на південь у басейнах Верхнього Бугу і Стиру (між Волинською і Подільською височинами) [54].

Характерною ознакою Українського Полісся є переважання низовинної, заболоченої та залісної території. З підвищених територій в Українському Поліссі виділяється Словечансько-Овруцький кряж на півночі Житомирщини, що має максимальну абсолютну висоту 316 м. Від нього на південь простягається підвищення, яке сполучається з північними відрогами східної частини Волинської височини. На північному сході Українського Полісся є невисокі порізані ярами південно-західні відроги Середньоруської височини [57].

У північній частині Українського Полісся значну площу займають регіони, що були змінені під час льодовикового періоду. Льодовикові відклади відрізняються за походженням та складом порід, впливом на формування сучасних форм рельєфу. Найтипівішими льодовиковими формами, що

трапляються у рельєфі Українського Полісся, є піщані зандрові поля, які утворилися на краю льодовика під дією талих вод. Часто зустрічаються залишені льодовиком різноманітні відклади (пісок, глина, гравій), довгі пасма, ози, довжиною до 20-30 км, що утворювалися переважно в тріщинах льодовика, по яких стікали його води, а також принесені льодовиками відшліфовані валуни та кам'яні розсипи.

Характерною для водозбору Прип'яті є наявність невеликих западин блюдцеподібної форми, які, заповнюючись водою, утворюють чисельні озера. Скупчення таких озер має місце в верхів'ї Прип'яті та Горині [37].

Українське Полісся в геоструктурному відношенні пов'язане з Галицько-Волинською западиною, Волино-Подільською плитою, Українським щитом, частково з Дніпровсько-Донецькою западиною. Подекуди на поверхню виходять кристалічні породи (особливо на Житомирщині і Рівненщині).

В межах Волинської височини беруть початок праві притоки Прип'яті різного порядку, зокрема Турія та Стохід. Біля підніжжя Подільської височини знаходяться витoki річок Стир, Ікви, Вілії та Горині.

На заході та північному заході басейну знаходиться Волино-Подільська плита. Це геологічна структура Західної України, в межах Волинської, Рівненської, Тернопільської та Хмельницької областей. Фундамент її складається з магматичних і метаморфічних гірських порід архейського та раннього протерозойського віку, розділених на окремі блоки. У структурному відношенні плита поділяється на моноклінальний схил Українського щита і палеозойський прогин — Галицько-Волинську синеклізу, в межах якої фундамент залягає на глибині 7000 м. У геоморфологічному відношенні в межах Волино-Подільської плити виділяються Волинська і Подільська височини, Поліська низовина [46].

В межах Волино-Подільської плити починаються річки Случ, Хомора, Смілка та знаходиться більша частина річки Горинь.

Рельєф правобережної частини басейну Дніпра представлений на рисунку 1.2.

Значна частина басейну Прип'яті знаходиться в межах Українського щита. Український щит, також Український кристалічний масив — піднята південно-західна частина фундаменту Східноєвропейської платформи. Простягається з північного заходу на південний схід, приблизно на 1000 км від ріки Горині до Азовського моря. Найбільша ширина 250 км, площа в контурах виходу докембрійських утворень становить 136500 км², при загальній площі (з врахуванням схилів) 256600 км² [38, 58].

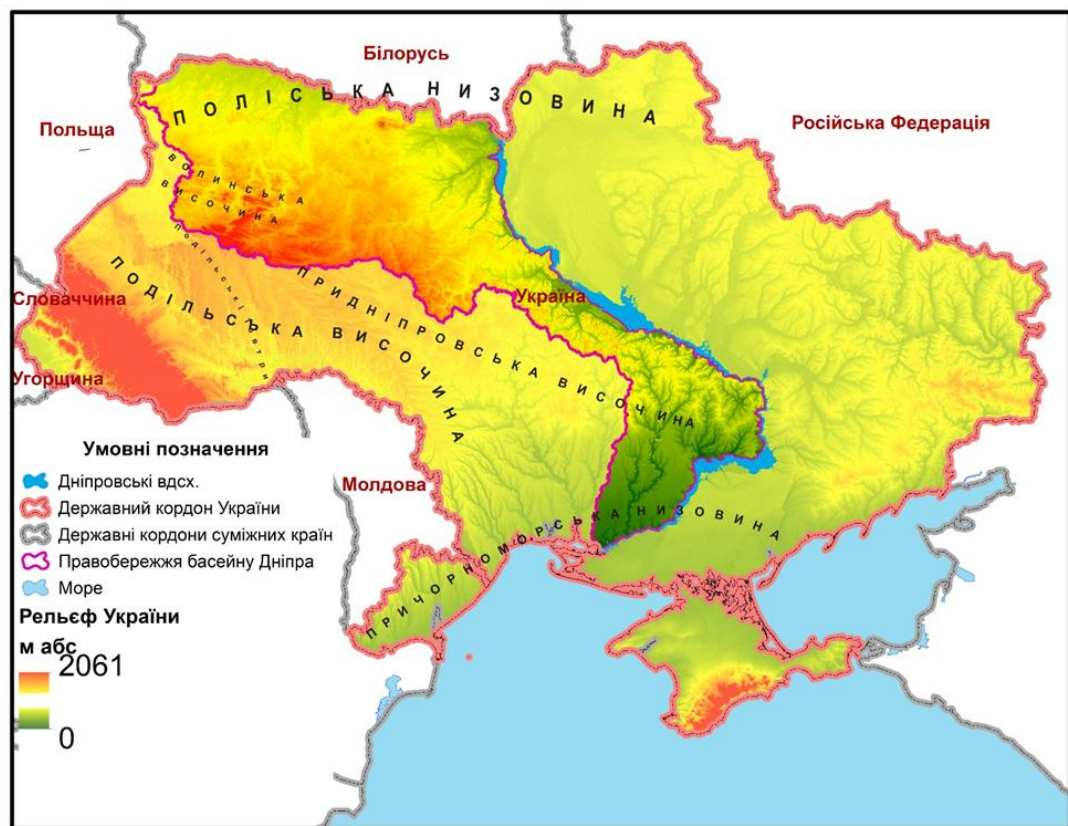


Рис. 1.2 Рельєф правобережжя басейну Дніпра [12].

Кристалічні породи в межах українського кристалічного масиву виступають вище базису ерозії, зокрема утворюючи скелі та пороги (так званий гранітовий красвид). Поверхня українського кристалічного масиву ускладнена тектонічними рухами та процесами денудації.

Більша частина щита перекрита палеоген-неогеновими та четвертинними піщано-глинястими відкладами. Невелика потужність цих осадових відкладів

свідчить про тенденцію Українського щита до підняття протягом усієї геологічної історії. З геологічною будовою Українського щита пов'язані родовища залізних, марганцевих, нікелевих руд, графіту, каоліну [10].

1.2.2. Гідрогеологічна будова

В межах України виділено п'ять мегарегіонів: I – Український масив тріщинних вод (Український щит як геологічна структура III порядку), який є виходом фундаменту Східно-Європейської платформи; II – Артезіанська область Східно-Європейської платформи та Скіфської плити, що об'єднує кілька великих артезіанських басейнів; III – Донецька гідрогеологічна складчаста область (Донецька палеозойська складчаста структура); IV – Карпатська гідрогеологічна складчаста область (альпійська складчаста структура Карпат); V – Кримська гідрогеологічна складчаста область (альпійська складчаста структура Криму) [43].

На території України знаходиться три артезіанські басейни: Дніпровсько-Донецький, Волино-Подільський та Причорноморський. Правобережжя басейну Дніпра охоплює різною мірою всі три басейни, а також складчасту область Українського щита.

Правобережна частина басейну річки Прип'ять знаходиться в межах Волино-Подільського артезіанського басейну та провінції Українського щита, а на крайньому сході – Дніпровсько-Донецький артезіанський басейн.

Дніпровсько-Донецький артезіанський басейн є найбільшим в межах України, в його надрах знаходиться половина експлуатаційних запасів підземних вод.

Дніпровсько-Донецький басейн приурочений до однойменної тектонічної западини, заповненої потужною (до 11-18 км) товщею осадових порід девонської-четвертинної доби [19].

Найперспективніші для водопостачання водоносні горизонти і комплекси олігоцен-четвертинних, еоценових, турон-сенонських, сеноман-альбських,

юрських, кам'яновугільних відкладів. В усій товщі мезокайнозойських порід є прісні води, що залягають до глибини 350 - 400 м. На значних глибинах поширеними є високо-мінералізовані води та розсоли. Для водопостачання найбільше використовують високоякісні води палеогенових, крейдових і юрських відкладів. Води здебільшого напірні, місцями самовиливні.

Величина напору до 800 м, водопровідність від 20-30 до 300-1000 м³/доб. Дебіт свердловин змінюється від 15 до 55 л/с. Води прісні, рідко з мінералізацією 1-3 г/л [14].

Волино-Подільський артезіанський басейн – басейн підземних вод на північному заході України. Лежить у межах Поліської низовини, Волинської та північної частини Подільської височин, на території Волинської, Рівненської, Тернопільської, Хмельницької та Львівської областей. Басейн охоплює структури південно-західного краю Східноєвропейської платформи (Ковельсько-Ратнівський виступ, Волино-Подільська монокліналь, Львівський палеозойський прогин). Неоднорідний тектонічний розвиток території в період альпійської складчастості сприяв утворенню різних за походженням, складом та потужністю кайнозойських відкладів. Це зумовлює складну гідрогеологічну структуру Волино-Подільського артезіанського басейну. На заході основні запаси прісних підземних вод пов'язані із зоною тріщинуватості крейдово-мергелевої товщі верхньокрейдového віку, яка виходить на поверхню або перекрита тонким шаром водопроникних відкладів [1].

На Малому Поліссі основними колекторами підземних вод є антропогенові алювіальні та моренно-зандрові піски. Решта території характеризується наявністю поверхів водоносних комплексів прісних підземних у зоні тріщинуватості ефузивно-осадової товщі порід від докембрію до неогенового віків. Зона активного водообміну досягає глибин 300–350 м [1].

У межах басейну найбільш сприятливими для формування підземних вод як ресурсу є умови Волинської та Подільської височин, де верхньокрейдіві та домезозойські породи залягають поруч з земною поверхнею і мають значну зону тріщинуватості. Вона спричинена активізацією тектонічних розломів,

неотектонічними рухами, що відбувались при утворенні височин, а також інтенсивними процесами вивітрювання порід при розвитку сучасної ерозійної і річкової мережі. Верхні водоносні горизонти живляться атмосферними опадами, які випадають на вододільних просторах і на схилах, а розвантажуються – в долинах річок. Через гідравлічний зв'язок цих водоносних горизонтів відбуваються процеси живлення і розвантаження водоносних горизонтів юрських, кам'яновугільних, девонських, силурійських, кембрійських та верхніх палеозойських відкладів на глибини до 1000–1500 м [14].

Волино-Подільський артезіанський басейн містить досить значні прогнозні ресурси підземних вод – 13 млн м³/добу, при цьому на крейдовий водоносний горизонт припадає майже 9 млн м³/добу. Об'єм добового водозабору – 1 млн м³. За рахунок підземних вод басейну здійснюється водопостачання Луцька, Рівного, Львова, Хмельницького, Тернополя [1].

Гідрогеологічна провінція складчастої області Українського щита — природний бар'єр між артезіанськими басейнами, що прилягають до неї. В її гідрогеології істотне значення мають тріщинно-жильні води в кристалічних і метаморфічних породах. Водонасиченість порід зменшується в південному напрямку. Дебіти свердловин становлять 1,5 - 3,0 л/с, а в межах тектонічних порушень досягають 15 - 23 л/с [36].

1.2.3. Кліматичні умови території басейну

Басейн Прип'яті знаходиться у двох природних зонах, Поліссі та лісостеповій зоні, по межі яких можна визначити основні характеристики клімату.

Клімат Українського Полісся помірно континентальний та м'який. Помітний вплив на формування внутрішньозональних кліматичних відмінностей має і висота над рівнем моря, яка на Поліссі значно менша від абсолютної висоти прилеглих з півдня височин. Різниця у висотах між

Поліссям і Волинською височиною близько 100-150 м, між Малим Поліссям і Подільською височиною — 200 м.

Незначна абсолютна висота поліських територій сприяє м'якому клімату. Так у південних районах Поліської низовини і на прилеглих територіях росте теплолюбний абрикос, тоді як на розміщеній на південь Подільській височині цієї садової культури майже немає.

Клімат Українського Полісся має незначні відмінності на півночі і півдні, зокрема в дещо теплішому кліматі північних територій внаслідок зменшення тут абсолютних висот, а також трохи іншого складу ґрунтоутворюючих порід (пісок на півночі нагрівається швидше, ніж лес чи лесовидний суглинок на півдні).

Різниця в річній температурі повітря між усіма частинами Українського Полісся незначна; вона лише частково зменшується в східному і північно-східному напрямі (на заході у Володимирі-Волинському $+7,1^{\circ}\text{C}$; на сході цей показник дорівнює: в Овручі $+6,4^{\circ}\text{C}$, в Новгород-Сіверському $+5,7^{\circ}\text{C}$) [28].

Середні температури січня змінюються із заходу на схід від $-4,5\text{...}-5^{\circ}\text{C}$ до $-7\text{...}-8^{\circ}\text{C}$, липня — відповідно від $+17$ до $+19,5^{\circ}\text{C}$. Безморозний період триває 160—180 днів. У зоні мішаних лісів випадає найбільше опадів на рівнинній частині країни, їх річні суми становлять 600—700 мм. Загалом у східних районах випадає значно менше опадів (близько 450 мм), ніж у західних (до 750 мм). Посухи трапляються рідко, практично не буває суховіїв. Стійкий сніговий покрив тримається 90—100 днів. Великі хуртовини бувають лише на північному сході (30 і більше днів за рік) [11].

Клімат у лісостеповій зоні помірно континентальний, його континентальність збільшується у східному напрямку. Тепле літо і помірно холодна зима. Середня температура січня становить на заході -4°C , на сході -8°C , а липня — відповідно $+16$ і $+22^{\circ}\text{C}$. Опадів випадає менше, ніж у зоні мішаних лісів, але більше, ніж у степах. Кількість опадів змінюється у східному напрямку від 600 до 500 мм, але майже стільки ж води випаровується. В окремі роки у зоні, особливо в її південній частині, бувають посухи [11].

1.2.4. Ґрунтовий та рослинний покрив

Ґрунтовий та рослинний покрив території басейну Прип'яті є різноманітним. Найвідчутніші зміни при просуванні по меридіональному напрямку. За рослинним та ґрунтовим покривом територія умовно поділена на дві частини, Полісся та лісостеп, що змінюють одна одну з півночі на південь.

Типовими для Українського Полісся є дерново-підзолисті піщані ґрунти. Вони поширені майже на всій поліській території, але найбільші площі займають на Волинському і Київському Поліссі. На слабо дренованих вододілах і терасах річок сформувалися дернові (здебільшого оглеєні) ґрунти, переважають вони зокрема на сході Рівненщини і заході Житомирщини. Південно-західну частину центральної території Полісся займають дерново-середньо-підзолисті ґрунти [56].

У заплавах річок, а також на приозерних пониззях утворилися торфово-болотні ґрунти і торфовища. У краще дренованих заплавах Горині, Стиру, Тетерева поширені лучні ґрунти з високопродуктивними сіножатями [28].

Дещо відмінний ґрунтовий покрив має Мале Полісся, що займає південь та південний захід Рівненської областей, а також, частково, північ Тернопільської та Хмельницької областей [9]. Крім дерново-підзолистих значну площу займають дерново-карбонатні ґрунти, що утворилися переважно на мергелях.

Полісся належить до зони мішаних лісів, найпоширенішими видами флори є сосна звичайна, дуб звичайний та верес звичайний. Є значна кількість болотистих та болотних угідь, поширені також луки. Зустрічається значна кількість унікальних чи рідкісних екологічних угруповань, на базі яких

створено ряд заповідних територій. В них зустрічаються в тому числі і рідкісні рослини, мохи та лишайники, а також водорості.

Західноукраїнська зона лісостепу не має чітко виражених меж, в ній переважають широколистяні ліси.

1.3. Загальна характеристика водного режиму

Більшість річок басейну Дніпра, в тому числі і Прип'ять з притоками, належать до рівнинного типу і живиться переважно талими водами. За класифікацією В.Д. Зайкова більшість приток Дніпра, як і сам Дніпро, належать до східноєвропейського типу річок з весняним водопіллям. Східноєвропейський тип річок характеризується високим весняним водопіллям, низькою літньою або літньо-осінньою межінню (з періодичними дощовими паводками), підвищеним осіннім стоком за рахунок дощів та зимовою межінню [35].

Для правобережжя Прип'яті характерне водопілля в березні-квітні, літньо-осіння межень з деяким зростанням витрати води до початку зими. Середня тривалість літньо-осінньої межені річок басейну складає 120-180 діб, зимової- 60-80 діб. Сприятливі умови для формування дощових паводків у межах Волинської та Подільської височин і на Поліській низовині (Львівська, Волинська, Рівненська й Житомирська області). Тому небезпечні ситуації виникають на цій території як при проходженні весняного водопілля, так і під час паводків [50].

Живлення змішане, головним джерелом живлення річок басейну Прип'яті є талі води. Їх частка перевищує 50% річного стоку. У верхній частині басейну переважає снігове живлення (близько 50%), на дощове та підземне припадає, відповідно, 20% та 30% [51]. На деяких річках Волино-Подільської височини (в межах карстових областей) частка підземного живлення може досягати 50%. Нижче, в межах степової зони, частка снігового живлення зростає до 85-90%,

підземного - зменшується до 10-15%, дощове майже відсутнє (1%). При цьому на півдні басейну, внаслідок занурення підземних вод на велику глибину і зменшення глибини врізу річкових долин, частка підземного живлення також може значно скорочуватись - до 0,1% [51].

Максимальні витрати води в басейні Прип'яті визначаються географічним положенням водотоків, сезонністю переважаючого живлення. В цілому, максимальні витрати води від танення снігів перевищують максимуми від дощів, але на малих водозборах буває навпаки. Максимальні витрати від танення снігів формуються в березні-квітні. Максимальні модулі стоку коливаються в межах від 36 до 360 л/с км².

Мінімальний стік річок правобережної частини басейну Дніпра спостерігається в літні та осінні місяці. Середньомісячні модулі мінімального стоку у верхній частині басейну (Полісся) становлять 0,35-0,85 л/с км² [12].

Абсолютні значення елементів водного балансу, а саме атмосферних опадів, температури повітря, випаровування, поступово зменшуються з півночі на південь по території басейну внаслідок зміни кліматичних умов та впливу внутрішніх азональних факторів: заболоченості, ґрунтових та геологічних умов.

В період до 1989 року структура видів живлення річок басейну Правобережжя Прип'яті із зменшенням водності року змінювалась наступним чином: скорочувались частки снігового живлення, яке визначало водність року і забезпечувало поповнення запасів вологи в ґрунті, і внутрішньо ґрунтового живлення, а зростали, відповідно, частки дощового і постійного підземного живлення. У теперішній період ситуація є іншою: немає чіткої залежності часток снігового та дощового живлення від водності року, але відбувається певний перерозподіл між внутрішньо ґрунтовим та постійним підземним живленням (частка першого зменшується, а другого – зростає із зменшенням водності року) [24].

Скорочення частки снігового та зростання частки повного підземного живлення у стоці річок басейну, впродовж останніх двох десятиліть, сприяє

зменшенню максимального, зростанню меженного стоку та загальному вирівнюванню внутрішньорічного його розподілу [24].

На гідрологічний режим річок басейну значний вплив має антропогенна діяльність.

1.4 Характеристика господарського комплексу на території правобережжя Прип'яті

В межах української правобережної частини басейну Прип'яті розміщено повністю 2 та частково ще 6 областей. Притоки Прип'яті протікають по території важливих промислових центрів, населених пунктів, використовується для забезпечення водою міських жителів та сільського господарства.

Як і басейн Дніпра загалом, басейн Прип'яті має високий рівень господарського освоєння: до 80% поверхні басейну мають цілком змінений природний ландшафт. Зокрема, це стосується південної та центральної частини правобережжя.

Згідно з визначенням, водогосподарська діяльність це діяльність громадян та юридичних осіб, що пов'язана з використанням, відновленням та охороною водних об'єктів [8]. У басейнах середніх і малих річок басейну можуть бути одночасно розвинуті декілька видів господарської діяльності, що можуть по різному впливати на гідрологічний режим річок [5, 13].

Разом з тим, важливим чинником впливу на гідрологічні характеристики є водоспоживання та водовідведення. При цьому найбільша частка забору води припадає на виробничі потреби, дещо менша - на господарсько-питні, найменша - на зрошення. Окрім забору води, йде скид води в водні об'єкти басейну, який частково перекриває забори, але зазвичай ця вода має інші характеристики і може бути джерелом хімічного, теплового або інших видів забруднення [55].

На більшості річок басейну зони мішаних лісів забори води складають 5-10% середнього річного стоку, скиди - 1-5%, безповоротне використання - 1-2%. Безповоротне водокористування на річках Стохід та Случ становлять 6-20%, на інших - не перевищує 1-2% річного стоку.

За рахунок господарської діяльності в межах басейну Дніпра середній річний стік та стік в маловодні роки змінився більше ніж на 10-20%

Враховуючи транскордонність басейну Прип'яті та її незначну природну мінливість, вся територія даного водозбору входить до складу одного з найбільших еко-регіонів Європи- Східні рівнини [6].

Висновки до розділу 1

Басейн Прип'яті в зв'язку з своїм територіальним положенням та значною площею має досить різноманітні природні умови, які однак доволі легко піддаються узагальненням та генералізації.

Найбільшу частину досліджуваної території займає Українське Полісся, для якого характерним є помірно-континентальний клімат, рівнинний рельєф з окремими підвищеннями та значна частка заліснених та заболочених територій. Другим регіоном є лісостеп на півдні басейну Прип'яті.

Основною геологічною структурою є Український щит, з окремими виходами кристалічної структури на поверхню. До нього приурочені також основні запаси підземних вод досліджуваної території.

Річкова мережа є розгалуженою, річки басейну живляться переважно талими водами, характерним є весняне водопілля. В басейні активно проводились меліоративні роботи, що може мати суттєвий вплив на середньорічний стік. Загалом господарська діяльність відіграє важливу роль на досліджуваній території, змінюючи річкові русла, умови формування стоку та регулюючи стік з допомогою ставків та водосховищ.

РОЗДІЛ 2

ГІДРОЛОГІЧНА ВИВЧЕНІСТЬ ПРАВОБЕРЕЖНОЇ ЧАСТИНИ БАСЕЙНУ ПРИП'ЯТІ. МЕРЕЖА СПОСТЕРЕЖЕНЬ

2.1 Історія розвитку гідрологічних досліджень

У руських книгах X-XII століть, зокрема у літописі «Повесть временных лет» та у відомому поетичному творі «Слово о полку Игореве», зафіксовано перші вітчизняні відомості про річки басейну Дніпра. Загальні відомості про Дніпро та річки басейну вперше були опубліковані в «Книге Большому Чертежу» (1627 р.) [34]. Цінні відомості про річки басейну Дніпра можна знайти і в «Описі України» французького військового інженера Гільйома Лавассера де Боплана та доданих до нього картах, виданих у Руані у 1651 р. [15]. Відомості про характер і тривалість весняних повеней, скресання і завданий народному господарству збиток на Дніпрі, Прип'яті, Десні, Стирі з 1845 р. друкувалися у журналі Міністерства внутрішніх справ. Розвиток промисловості, річкового транспорту, а також будівництво залізниць у XIX ст. активізували проведення гідрологічних досліджень на річках басейну Дніпра.

Планомірні гідрологічні дослідження виконували партії Навігаційно-описової комісії (1875–1898), «Західна експедиція з осушення боліт» під орудою полковника Генерального Штабу Йосипа Жилінського, що діяла у 1873–1898 роках «для потреб осушення Полісся». У 1925–1930 роках Українською метеорологічною службою була створена стаціонарна гідрологічна мережа з вивчення режиму поверхневих вод, розпочато випуск «Гідрологічного щорічника».

Засновником гідрології в Україні був академік АН України Є.В. Оппоков (1869–1937), який дав оцінку гідрологічній ролі боліт, дослідив режим стоку в басейні Верхнього Дніпра та залежність висоти рівнів води у річках від атмосферних опадів. Найважливішими науковими працями Є.Оппокова є

«Речные долины Полтавской губернии» (1901), «Режим речного стока в бассейне Верхнего Днепра и его составных частях в период 1876-1908 гг.» ч. 1–2 (1904–1914), «Водные богатства Украины» (1925), «Сільськогосподарська гідротехніка» (1925), «Проблеми Великого Дніпра» в книзі «Водне господарство України» (1932) [27].

У радянський період гідрологічні дослідження мали плановий, комплексний характер. З 1917 р. у басейнах Прип'яті і Десни працювало більш ніж 100 експедицій Управління внутрішніх водних шляхів і шосейних доріг при Міністерстві шляхів сполучення. У 1920 році за планом ГОЕЛРО почалося комплексне обстеження Дніпра та його притоків у зв'язку з проектуванням ГЕС у басейні Дніпра, яке тривало до 1930 р. За цей час було проведено топографічні і геодезичні роботи, промірні та гідрометричні роботи, вперше здійснено аерофотозйомку Дніпра від гирла Прип'яті до Херсона. Розвитку гідрологічних досліджень сприяла зокрема надзвичайна посуха, що сталася 1921р. і охопила величезну територію не лише України, а і за її межами [4]. Починаючи з 1920-1921 рр., в Україні працює багато дослідницьких, проектних і науково дослідних організацій, серед яких – Управління будівництва Дніпрогесу, Управління досліджень на Нижньому Дніпрі (пізніше Дніпровод) та інші [5].

Великий обсяг експедиційних досліджень виконано наприкінці 80-х років в зв'язку з вивченням наслідків аварії на Чорнобильській АЕС. У ці та наступні роки експедиції по каскаду дніпровських водосховищ набули регулярного характеру. Було виконано значний обсяг експедиційних робіт в гирлові ділянці Прип'яті, що виявилася особливо забрудненою внаслідок аварії [4].

Важливим джерелом даних про водні об'єкти правобережжя Дніпра є експедиційні дослідження, які виконувались протягом десятиліть такими установами, як: Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут (УкрНДГМІ), Інститут гідротехніки та меліорації (УкрНДГіМ), Інститут водогосподарсько-екологічних проблем (УНДІВЕП), Інститут гідромеханіки, та іншими.

За участю Глобального фонду з навколишнього середовища (GEF) і завдяки гранту канадського Центру Дослідження Міжнародного розвитку (IDRC), а також за фінансового сприяння Програми Розвитку ООН (UNDP), з 1996 р. по березень 2006 р. проводилось екологічне обстеження Дніпра від витоків до гирла за програмою його екологічного оздоровлення ПРООН ГЕФ. Росія, Білорусь та Україна стали учасниками програми. Отримані результати гідрохімічного, радіоекологічного, гідробіологічного обстеження Дніпра і Прип'яті дозволили визначити джерела забруднення та створити базу даних, що включає 36 показників забруднюючих речовин. Експерти з трьох країн виробили спільні пропозиції з розвитку мережі моніторингу трансграничного забруднення басейну Дніпра [23].

2.2 Історія функціонування мережі гідрологічних спостережень

На р. Прип'ять регулярні спостереження почали проводити у 1881р. на г/п Мозир [17]. Однак, згідно з іншими даними, першим відкритим постом був пост «Чорнобиль»: 7 червня 1877 року [20].

Практично у всіх постів, відкритих до першої світової війни, не було з самого початку повного набору спостережень, на окремих постах навіть не проводились спостереження за рівнями води. Спостереження за температурою, товщиною льоду, стоком води та наносів, а також хімічним складом додавались в наступні періоди. Витрати води на Дніпрі почали вимірювати ще у 1878 р., на річках басейну Прип'яті – у 1925 і 1926 рр.,

Перша світова та громадянська війна викликали тимчасовий занепад гідрологічних досліджень, після якого гідрологічна мережа почала швидко відновлюватись [4].

В період до 1963-го року в межах досліджуваної території діяло 144 гідрологічні пости. В межах басейну Прип'яті найбільшу мережу спостережень мали п'ять найбільших приток - це басейни річок Стохід, Стир, Горинь, Случ та Уж.

В межах басейну річки Стир діяла найбільша мережа спостережень, яка становила 32 гідрологічних постів, з яких 18- на головній річці Стир. У той же час гідрологічні пости поділялись відносно спостережень за різними елементами водного режиму. Так, із загальної кількості постів в басейні річки Стир на 25-ти постах велись спостереження за температурою води, на 28-ми – за товщиною льоду, на 15-ти- за стоком води, на 1- за стоком наносів та на 4-х – за хімічним складом води.

В басейні річки Горинь діяло 26 гідрологічних постів, з яких на головній річці - 14 постів. Практично на всіх постах окрім рівнів води проводились спостереження за температурою води та товщиною льоду. Тільки 60% постів мали спостереження за стоком води. Значно менша була мережа спостережень за стоком наносів (2 пости) та хімічним складом води (9 постів).

В басейні річки Случ налічували 18 гідрологічних постів, з яких на самій річці Случ - 10 постів. 11 гідрологічних постів діяло в басейні річки Стохід.

2.3 Сучасний стан мережі спостережень

Як було вже зазначено в попередньому пункті, історія мережі спостережень на річках досліджуваного басейну бере свій початок ще з кінця XIX сторіччя, і впродовж тривалого часу до сьогодні зазнала значних змін.

Перший пост було відкрито ще у 1877 році на річці Прип'ять, с. Чорнобиль, після чого почались перші систематичні спостереження у басейні Прип'яті, і на 1900 рік існувало вже чотири гідрологічні пости. Ця кількість не змінилась протягом десяти років, і на 1910-й рік на всьому Правобережжі Дніпра спостереження проводились на 4-х гідрологічних постах. На 1920-й рік на території верхнього Придніпров'я діяло лише 6 гідрологічних постів.

Протягом наступних десяти років відбувалося швидке розширення мережі спостережень, особливо на Поліссі. Воно було зумовлено, серед іншого, підготовкою до побудови Дніпровської ГЕС, першої на Дніпрі. Верхнє Придніпров'я на 1930-й рік охоплювала моніторингова мережа з 71 поста.

Кількість постів продовжувала зростати, і вже на 1940-й рік існувало 127 гідрологічних постів. Понад дві третини з них, а саме 87 постів, припадало на Верхнє Придніпров'я.

На 1960-й рік по всій правобережній частині басейну Дніпра функціонувало 82 гідрологічні пости, 34 припадало на середнє та нижнє Придніпров'я, 48- на верхнє. Кількість постів продовжила зменшуватись, і в 1970-му році існував вже 71 пост: 41 - верхнє, 30 - середнє та нижнє Придніпров'я. У 1980 ситуація залишилась майже незмінною: 71 пост на Правобережжі Дніпра, однак в цей рік 42 пости діяли на верхньому Придніпров'ї.

У 1988р. за вказівкою Держкомгідромету СРСР в Україні, як і в інших республіках, здійснено значне (на 30%) скорочення мережі і на Дніпрі їх залишилося лише 112 водпостів (обидва береги). На досліджуваній території закрили 23,8% постів, і вже на 1990-й рік залишилось лише 32 гідрологічних пости [20-22, 26].

Скорочення мережі далеко не скрізь виявилось обґрунтованим, в окремих місцях були втрачені можливості оперативного реагування та передбачення надзвичайних ситуацій, зокрема паводків [5].

Оптимізація мережі спостережень продовжилась, і у 2000-му році діяло 28 гідрологічних постів на верхньому Придніпров'ї.

Станом на 2010-й рік діяв 51 гідрологічний пост. Розподіл гідрологічної мережі є нерівномірним в межах басейну. Найбільша кількість постів спостережень відповідає найбільшим притокам досліджуваного басейну. Так, у басейні Прип'яті функціонувало 30 постів.

Практично всі пости басейну включають спостереження за рівнями, витратами води, температурою води та товщиною льоду. Спостереження за мутністю та крупністю наносів проводяться лише на 20 % постів басейну.

Більша частина постів з спостереженнями за мутністю води (8 з 10) знаходяться в басейні Прип'яті: по два на річках Случ та Стир, по одному на річках Вижівка, Горинь, Уборть та Уж.

Висновки до розділу 2

На основі проведених досліджень мережі гідрологічних спостережень в межах правобережних приток Дніпра проаналізована її історія розвитку та сучасний стан мережі. За результатами досліджень можна зробити наступні висновки:

Дослідження басейну Прип'яті як частини басейну Дніпра розпочалося ще здавна, відомості про окремі річки є в руських літописах. У XVIII-му столітті відбулось багато експедиційних досліджень, було започатковано спостереження за водним режимом річок. В кінці XIX- на початку XX-го століття розпочалися регулярні спостереження на річках досліджуваного басейну. Розширення та удосконалення мережі гідрологічних спостережень зумовлювались розвитком господарської діяльності.

Найменш поширеними моніторинговими показниками були спостереження за хімічним складом води та мутністю, а також за крупністю донних наносів.

Максимальна кількість гідрологічних постів, зосереджених у басейні Прип'яті, діяла в середині XX ст.. Починаючи з цього періоду відбувалось поступове та не завжди обґрунтоване скорочення мережі спостережень, і станом на 2010 рік функціонувало 30 гідрологічних постів, підпорядкованих Українському гідрометеорологічному центру, з них 28- витратних, що використовувались для подальших досліджень.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СЕРЕДНЬОГО РІЧНОГО СТОКУ ВОДИ РІЧОК ПРАВОБЕРЕЖЖЯ ПРИП'ЯТІ

3.1. Методологічна основа дослідження

Водність річок — кількість води, що несуть річки за певний період часу (кілька років, рік, місяць, декаду, сезон). Залежить від фізико-географічних умов території, здебільшого від кліматичних (кількість опадів) та орографічних (форма рельєфу) факторів [29].

Для визначення водності річок мною було досліджено середньорічні витрати води за даними спостережень з 26 гідрологічних постів басейну Прип'яті. Однак порівняння середньої витрати води не є показовим, адже пости розташовані на річках різних порядків, з різними фізико-географічними умовами формування стоку та площами басейнів. Тому для порівняння даних всіх постів між собою середньорічні витрати води було перетворено в модулі стоку. Модуль стоку було розраховано за формулою:

$$M = \frac{Q \cdot 10^3}{F}, \quad (3.1)$$

де Q- витрата води, F- площа басейну, в км².

В якості характеристик, що описують статистичні закономірності рядів гідрометеорологічних даних, та, відповідно, аналітичні криві розподілу, використовуються параметри статистичного ряду випадкової змінної величини. Вони характеризують її центри розподілу і ступінь змінності. Параметри статистичного ряду діляться:

- На центри групування (розподілу). Серед них середня арифметична величина (норма) \bar{x} , медіана M_e , мода M_o , середня геометрична величина ϕ , середня гармонійна величина H .

- Міри розсіяння (варіювання), серед яких амплітуда коливання змінної величини (розмах варіювання) A , середнє абсолютне відхилення d , дисперсію σx^2 , середнє квадратичне відхилення (стандарт) σ_x , коефіцієнт варіації C_v , коефіцієнт асиметрії C_s [41].

З зазначених параметрів основними, які визначають певні статистичні показники досліджуваних рядів, ординати їх емпіричних та аналітичних функцій розподілу є норма (середня арифметична величина), стандарт, коефіцієнти варіації та асиметрії.

Дисперсія випадкової величини – це середнє арифметичне значення з суми квадратів відхилень змінної величини x_i від її норми x (при цьому $(x_i - x) = \Delta x_i$)

$$\sigma x^2 = \frac{\sum (x_i - x)^2}{n} = \frac{\sum \Delta x_i^2}{n}. \quad (3.2)$$

Для характеристики ступеня мінливості змінної величини використовують середнє квадратичне відхилення випадкової величини. Цей показник називають стандартом і він розраховується за формулою:

$$\sigma x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x)^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum \Delta x_i^2}{n}} \quad (3.3) [41]$$

У розрахунках часто виникає необхідність порівняння ступенів мінливості рядів, які утворені з дуже різних у кількісному вираженні характеристик. У цьому випадку середні квадратичні відхилення, хоча й характеризують варіювання конкретного ряду, але виявляються такими, які не можна порівняти, зіставити для різних рядів значень змінних величин. Співставлення мінливості подібних рядів здійснюються за допомогою коефіцієнту варіації C_v , який являє собою відношення середнього квадратичного відхилення випадкової величини до середнього арифметичного (тобто стандарту до норми):

$$C_v = \frac{\sigma_x}{x}. \quad (3.4)$$

Коефіцієнт варіації є безрозмірним параметром мінливості статистичного ряду [41]. Інколи його виражають у відсотках від норми.

Коли члени ряду змінної величини розташовуються симетрично відносно норми, різні за величиною додатні та від'ємні відхилення від середнього повторюються однаково часто. Тобто якщо ряд симетричний, то відхилення, які виходять з різними знаками, взаємно урівноважуються та їх сума дорівнює нулю. В інших випадках додатні відхилення (наприклад, роки з дуже високими максимальними витратами води під час весняного водопілля) можуть повторюватися рідше, ніж від'ємні, в цьому випадку значення моди змінної величини виявляється менше норми. Це випадок додатної асиметрії. У протилежному випадку можна спостерігати від'ємну асиметрію і результат буде мати від'ємний знак.

Щоб отримати безрозмірний вираз для характеристики асиметрії ряду, середнє значення кубів відхилень ділять на куб стандарту. Це відношення називається коефіцієнтом асиметрії та обчислюється за формулою:

$$Cs = \frac{\sum \Delta x_i^3}{n \cdot \sigma x^3}. \quad (3.5)$$

Тобто коефіцієнт асиметрії - числова характеристика розподілу ймовірностей дійсної випадкової величини [41].

Гідрологічні явища, як правило, обумовлені досить великою кількістю факторів, повне врахування яких практично неможливе і в більшості випадків недоцільне. Тому при встановленні різного роду причинно-наслідкових зв'язків в аналізі включають лише ті фактори, які на підставі загальних фізичних міркувань про закономірності та особливості утворення стоку можуть розглядатися як головні, що вносять основний вклад у процеси формування гідрологічних характеристик. Ці головні фактори й визначають основний вид зв'язку, а менш впливові та менш суттєві причини утворюють так зване поле розсіювання. Тому в дослідженні також було використано статистичні зв'язки (в основному кореляційні) для визначення залежності між площею водозбору та середньорічними витратами води, а також зв'язок між коефіцієнтом асиметрії та коефіцієнтом варіації.

Кореляційні зв'язки виражаються у формі кореляційних рівнянь або рівнянь регресії, які бувають лінійними та нелінійними. У гідрологічній практиці найбільше застосування для прогнозів та розрахунків отримала парна кореляція (лінійна кореляція між двома змінними) [41]. Одна змінна (Y) виражається в залежності від іншої (X1) або інших (X1, X2, X3...). Змінна Y умовно називається залежною змінною, в той час як інші - незалежними. Залежна змінна також називається предиктантом, а вихідні, незалежні - предикторами.

Парна кореляція може бути представлена у вигляді графічної залежності або визначена аналітично. Виявлення зв'язку між гідрометеорологічними характеристиками здійснюється на основі співставлення двох сукупностей, X та Y. Кореляційно-регресійна модель взаємозв'язку являє собою рівняння регресії, яке у загальному вигляді записується наступним чином:

$$Y=f(X) \rightarrow y=a*x+b . \quad (3.6)$$

Характеристикою такого зв'язку є коефіцієнт парної кореляції r. Якщо змінні X та Y незалежні між собою, то коефіцієнт кореляції дорівнюватиме нулю. У тому випадку, коли зв'язок між змінними функціональний та лінійний, коефіцієнт кореляції дорівнюватиме ± 1 . За наявності кореляційного зв'язку та в залежності від його тісноти величина коефіцієнта парної кореляції коливається від -1 до +1.

Поряд з коефіцієнтом кореляції використовується ще один критерій, за допомогою якого також вимірюється щільність зв'язку між двома або більше показниками та перевіряється адекватність (відповідність) побудованої регресійної моделі реальній дійсності [39]. Тобто дається відповідь на запитання, чи дійсно зміна значення у лінійно залежить саме від зміни значення x, а не відбувається під впливом різних випадкових факторів. Таким критерієм є показник апроксимації. Його ще називають величиною вірогідності апроксимації або рівнем надійності. Показник апроксимації R^2 – це відношення дисперсії, що пояснюються регресійним аналізом, до загальної дисперсії [2].

Для лінійних залежностей цей показник дорівнює квадрату коефіцієнта кореляції.

3.2. Оцінка просторової та часової репрезентативності рядів спостережень

Дані інструментальних вимірювань на мережі гідрологічних спостережень є основою гідрологічних розрахунків та прогнозів. Просторова репрезентативність даних залежить від щільності гідрологічної мережі, яка обумовлює гідрологічну вивченість території, точність визначення водних ресурсів. Від часової репрезентативності залежать можливості комплексного дослідження басейнів, визначення основних закономірностей формування стоку води та подальше використання цих результатів з науковими та практичними цілями. В практиці гідрологічних розрахунків та прогнозів в якості моделі для опису гідрометеорологічних явищ часто використовуються випадкові величини, функції розподілу яких залежать від невеликого числа параметрів, зазвичай, від математичного сподівання ряду випадкових величин, його варіації та асиметрії [48].

При оцінці репрезентативності рядів спостережень та вибірових параметрів розподілу середнього річного стоку води річок на правобережній частині басейну Прип'яті використовували дані багаторічних спостережень Державної гідрометеорологічної служби ДСНС України за середніми витратами води річок з 28 гідрологічних постів за весь період спостережень – від їх початку до 2015 р. включно, а також інформацію по гідрологічній вивченості регіону, картографічні та довідкові матеріали.

Площа басейну Прип'яті (в межах України) складає 65150 км² [30], при цьому станом на 2015- рік діяла мережа з 28-ми гідрологічних постів. Тобто,

щільність мережі спостережень для української частини басейну Прип'яті складає 1 пост на 2327 км². Оптимальна щільність для рівнинної території (за ВМО) - 1 пост на 1875 км², тобто щільність мережі спостережень досліджуваної території є недостатньою. Згідно з даною нормою ВМО, оптимальна кількість гідрологічних постів для правобережної частини басейну Прип'яті складає 35 постів проти теперішніх 28-ми. Більше того, ця цифра відображає лише формальну сторону запитання, не враховуючи нерівномірність розміщення гідрологічних постів по території, і можливі зміни фізико-географічних чи антропогенних умов, за яких дані з посту перестають бути репрезентативними.

Гідрологічні пости за площею водозбору розміщені нерівномірно, лише 2 припадає на водозбори понад 10000 км² (табл. 3.1). Найбільш освітленими є водозбори площею від 500 до 5000 км², 16 постів з 28-и (понад 57%).

Таблиця 3.1.

Розподіл гідрологічних постів за площами водозбору в замикальних створах спостережень

Кількість постів в замикальних створах	Площа водозбору, км ²				
	<500	500-1000	1000-5000	5000-10000	>10000
у абсолютних величинах	5	8	8	5	2
у %	17	29	28	17	7

Середня тривалість безперервних спостережень (включаючи відновлені дані) на річках правобережної частини басейну Прип'яті складає 64 роки. З 28 гідрологічних постів, на яких ведуть спостереження за витратами води, 53% (15 постів) мають довжину безперервного ряду спостережень понад 70 років, 39% (11 постів) – від 50 до 70-ти років, і 7% – до 40 років.

Для порівняння точності визначення норми річного стоку води річок різної водності використовується відносне значення середньої квадратичної похибки σ_n , виражене у відсотках (3.7):

$$\sigma_n = \pm 100 \cdot C_v / \sqrt{n} \quad (3.7)$$

де C_v - коефіцієнт варіації, n - тривалість безперервних спостережень.

Коефіцієнти варіації середнього річного стоку води для річок басейну правобережжя Прип'яті за спостереженими даними знаходяться в межах $C_v = 0,23-0,65$. Середнє значення складає $C_v = 0,43$, що показує невелику мінливість з року в рік середніх річних витрат води на досліджуваних річках, в межах приблизно $\pm 40\%$ від норми водного стоку. Коефіцієнти асиметрії за спостереженими даними знаходяться в межах $C_s = -0,08 \div 2,53$, що свідчить про переваження в рядах середнього річного стоку води для річок басейну правобережжя Прип'яті значень менше норми.

Ряд спостережень за середньорічним стоком вважається репрезентативним для визначення норми стоку, якщо величина відносної середньої квадратичної похибки σ_n (1) не перевищує 5-10% [41]. На 16 постах на річках правобережної частини басейну Прип'яті похибка розрахунку норми стоку води σ_n знаходиться в межах від 5 до 10%, на інших 12 постах - не перевищує 5%. Найбільші відносні похибки визначення норми у рядах спостережень постів на р. Прип'ять-Річиця та р. Норин-Славенщина (8,8 та 7,9% відповідно), для яких характерні найбільші коефіцієнти варіації стоку.

Щодо часової мінливості водності річок, то порушення умов стаціонарності рядів середнього річного стоку води може проявлятися в утворенні в їх хронологічному перебігу більш високих і більш низьких значень. Найбільш поширеним способом для виявлення таких тенденцій полягає у графічному аналізі різницевої інтегральної кривої. Для аналізу багаторічних коливань водності побудовано різницеві інтегральні криві середніх річних витрат води з досліджуваних басейнів річок, ординати яких представлено у вигляді стандартної нормованої величини.

За отриманими часовими функціями, узагальненими для західної та східної частин правобережжя Прип'яті (рис. 3.1), визначено, що за період спостережень внутрішні циклічні коливання водності річок досліджуваної

території мають ідентичну структуру, вони циклічні, можна виділити два повних цикли водності тривалістю у середньому приблизно 30 років.

Синхронні зміни водності притаманні для всієї території правобережжя Прип'яті з певними азональними особливостями коливань для малих водозборів. Синхронність та межі циклів були уточнені також за методом зваженої фільтрації, і загальні тенденції обох методів оцінки збігаються (див. рис. 3.2), що свідчить про достатню достовірність кожного з них [47].

Перед порівнянням необхідно також звернути увагу, що при зваженій фільтрації осереднювались значення за 5 суміжних років, відповідно 2014 та 2015-й не можуть бути представлені на ній через відсутність даних для осереднення. Для порівняння ці роки були виключені і при побудові різницевої інтегральних кривих.

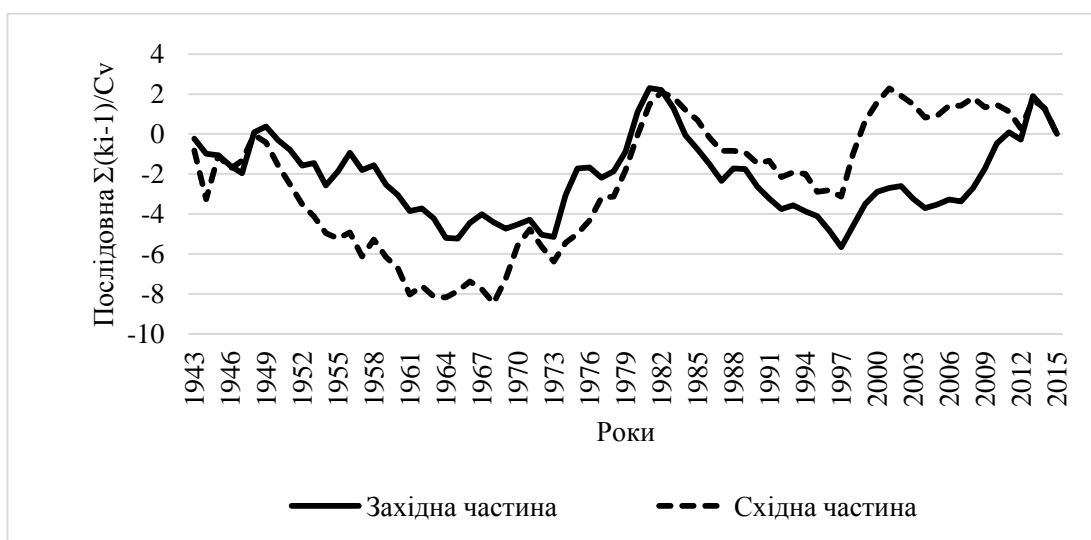


Рис. 3.1 Різницеві інтегральні криві середніх річних витрат води західної та східної частин правобережжя Прип'яті

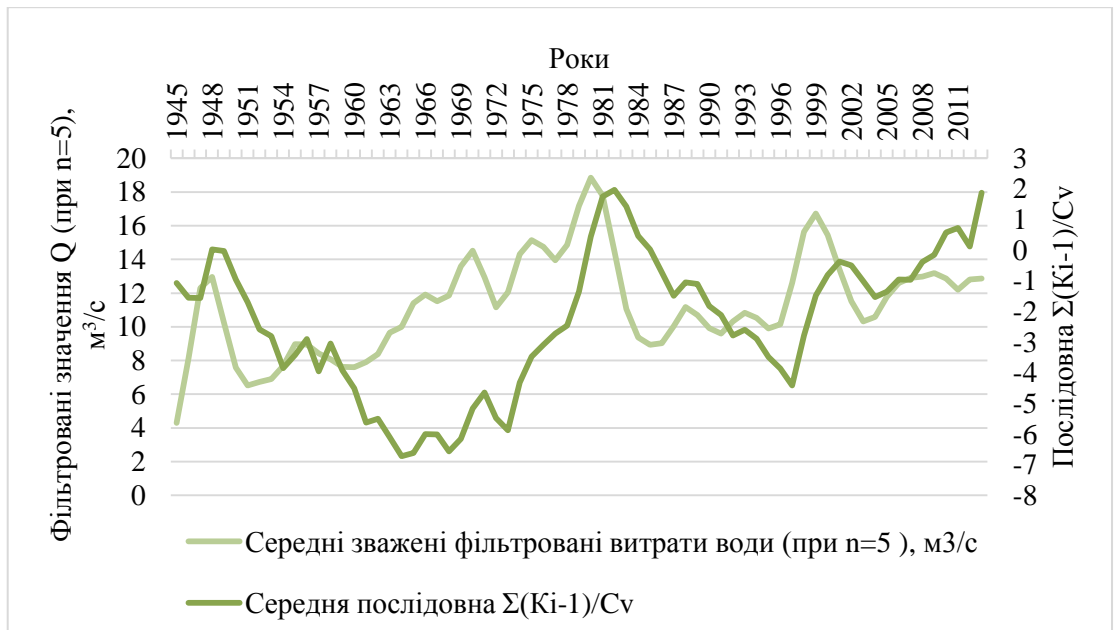


Рис. 3.2 Сумісна оцінка циклічності стоку для досліджуваної території за зваженим фільтром та різницевими інтегральними кривими.

Аналіз форми кривих та тривалості циклів водності дозволяє зробити припущення, що на даний момент водність річок досліджуваної території знаходиться на початку маловодної фази [47] .

Перевірка статистичних гіпотез однорідності часових послідовностей проводилась за стандартними параметричними критеріями: Стьюдента – для перевірки значущості середніх значень (статистика t), і Фішера- для перевірки відношення дисперсій (статистика F). Результати перевірки за обома критеріями при рівні значимості $2\alpha=5\%$ показали, що гіпотези однорідності рядів за обома параметрами не спростовуються лише для 17 гідрологічних постів. Для 6 рядів спостережень гіпотеза однорідності спростовується за статистикою F , для 4 - за статистикою t , і для посту на р. Норин - с. Славенщина гіпотеза про однорідність спростовується за обома критеріями.

Також оцінка однорідності за статистиками t і F була проведена при рівні значимості $2\alpha=1\%$. За такого рівня значимості гіпотеза про однорідність підтвердилась для 26 рядів спостережень, однак для двох, а саме для рядів середньорічних витрат на постах р. Прип'ять- Річиця та р. Норин-Славенщина, гіпотеза про однорідність була спростована за статистикою F .

3.3. Оцінка достовірності та незміщеності параметрів розподілу середнього річного стоку води

Для згладжування та екстраполяції емпіричного розподілу випадкових величин в практиці гідрологічних розрахунків використовуються аналітичні криві забезпеченості (ймовірностей перевищення), які по відношенню до емпіричного розподілу виконують роль своєрідного гідрологічного лекала. Для отримання аналітичних кривих розподілу випадкових величин необхідно, в основному, оцінити три основних параметра – норму \bar{Q} (математичне сподівання), коефіцієнти варіації Cv та асиметрії Cs . Коефіцієнти варіації Cv і асиметрії Cs є статистичними параметрами міри мінливості та ступеня симетричності розсіяння досліджуваної стокової характеристики за багаторічний період [16, 18]. Мінливість стоку враховується при створенні мережі спостережень та від неї ж залежить і мінімальна тривалість спостережень, необхідна для уникнення значних похибок.

При цьому бажано, щоб їх оцінка відповідала вимогам достовірності та незміщеності. Використовують декілька методів розрахунку оцінок параметрів розподілу - аналітичні, графоаналітичні, графічні. Серед аналітичних методів для завдань роботи було виділено метод моментів та метод найбільшої правдоподібності. Метод моментів базується на використанні моментів емпіричного розподілу – першого початкового, другого та третього центрального, тобто параметри \bar{Q} , Cv , Cs визначаються за вихідними даними. При застосуванні методу найбільшої правдоподібності найбільша вага у середніх членів вибірки, які мають найбільшу ймовірність. При застосуванні метода моментів найбільший внесок складають крайні члени ряду. Такий розподіл також підкреслює бажаність застосування обох методів разом. У методі найбільшої правдоподібності розрахункові значення Cv та Cs визначаються у залежності від статистик λ_2 та λ_3 за допомогою номограм [41, 46].

Після розрахунку значень Cv та Cs середнього річного стоку води річок правобережжя Прип'яті окремо за методами моментів та найбільшої правдоподібності було побудовані лінійні кореляційні залежності між визначеними параметрами за двома методами (див. рис. 3.3).

Між коефіцієнтами варіації Cv розрахованими за двома методами, існує дуже тісний зв'язок ($R^2=0,9985$). Лінія регресії проходить по лінії рівних значень (див. рис. 3.3.а), це свідчить про високу достовірність та незміщеність в оцінці даного параметра до емпіричних даних.

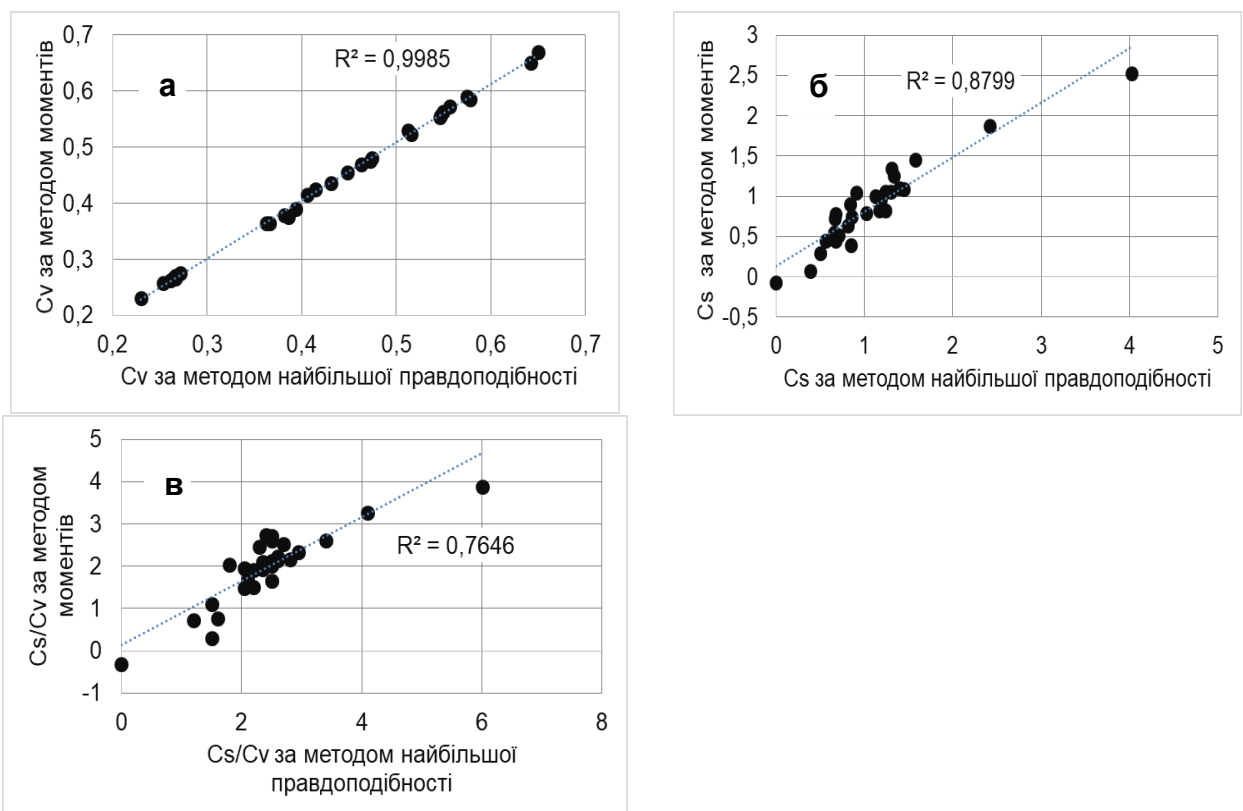


Рис. 3.3. Кореляція параметрів розподілу середнього річного стоку води річок правобережжя Прип'яті, що розраховані за методами моментів

та найбільшої правдоподібності: а – коефіцієнтів варіації C_v ; б – коефіцієнтів асиметрії C_s ; в – співвідношення C_s/C_v .

Для коефіцієнтів асиметрії C_s , в загальному, характерне зміщення в їх оцінках за двома аналітичними методами – більший ступінь асиметрії стоку річок за методом найбільшої правдоподібності, ніж той, що розрахований за методом моментів (див. рис. 3.3.б). Так, середній коефіцієнт асиметрії для правобережжя Прип'яті за спостереженими даними складає $C_s = 0,88$ проти $C_s = 1,10$, визначеного за методом найбільшої правдоподібності [49].

Узагальнене співвідношення за методом моментів $C_s/C_v = 1,78$, що свідчить про помірно-асиметричний розподіл у послідовностях середніх річних витрат води досліджуваних річок (див. рис. 3.3.в). При цьому розраховане значення співвідношення за методом найбільшої правдоподібності буде мати вище значення, $C_s/C_v = 2,19$, ніж за методом моментів.

Аналітично розрахований коефіцієнт варіації перевищує фактичне значення лише на 1,5%. Аналітично розрахована асиметричність ряду є дещо вищою за фактичне значення, складаючи 1,1 проти фактичного значення 0,88. Це вказує на потенціал до зростання асиметричності в розподілі середньорічних норм стоку на 25,4%, а показника співвідношення C_s/C_v - на 23%. Однак, враховуючи природу показника асиметричності можна сказати, що наявна різниця не вказує на недостовірність даних, і з продовженням спостережень різниця нівелюється.

Висновки до розділу 3

Для дослідження статистичних параметрів стоку існує загальноживана та досить детально розроблена методика, що базується на дослідженні фактичного стоку, визначенні його коливань та гіпотетично можливих значень для нівелювання недостатньої тривалості спостережень та неможливості фіксації всіх умов, що впливають на формування умов стоку. Існує також ряд інструментів, в тому числі програмні засоби, що дозволяють проводити аналіз вже наявних даних на їх достовірність та репрезентативність.

Оцінка просторової та часової репрезентативності рядів спостережень середнього річного стоку води на правобережній частині басейну Прип'яті показала, що щільність гідрологічних спостережень в досліджуваному басейні недостатня, гідрологічні пости за площею водозбору розміщені дещо нерівномірно. При цьому ряди спостережень за середньорічним стоком, маючи середню довжину ряду 64 роки, за аналізом величин відносної середньої квадратичної похибки та перевіркою їх на однорідність є репрезентативними, тобто їх можна використовувати для практичних розрахунків. В 64 роки включено відновлені з допомогою статистичних методів дані. Параметри розподілу середнього річного стоку води річок правобережжя Прип'яті, особливо коефіцієнти варіації, також є достовірними та не зміщеними по відношенню до аналітично розрахованих значень [48].

РОЗДІЛ 4

АЛГОРИТМ РОЗРАХУНКУ СЕРЕДНЬОРІЧНОГО СТОКУ ВОДИ В БАСЕЙНІ ПРАВОБЕРЕЖЖЯ ПРИП'ЯТІ ДЛЯ НЕВИВЧЕНИХ ВОДОЗБОРІВ

4.1. Регіональні залежності середнього річного стоку води річок від гідрографічних характеристик їх басейнів

При створенні моделі розподілу параметрів річкового стоку по території дослідження, яка дасть можливість визначати характеристики для кожного водозбору в межах території, необхідно оцінити особливості розподілу параметрів стоку по території водозбору. При цьому для більшої точності подальших розрахунків виключимо з дослідження дані постів Прип'ять-Річиця та Норин-Славенщина через неоднорідність даних цих рядів спостережень.

Середні багаторічні витрати води (норми) на річках Правобережжя Прип'яті за даними спостережень коливаються від 0,609 м³/с на річці Вижівка, село Руда, до 52,838 м³/с на гідрологічному пості у місті Сарни, річка Случ, тобто просторова амплітуда середньої витрати води складає понад 52 м³/с. З зазначеного бачимо, що спостережена найбільша середня багаторічна витрата води в більш ніж 50 разів перевищує найменшу. Амплітуда коливань модулів стоку води річок Правобережжя Прип'яті за даними спостережень складає 3,836 л/с*км², від найбільшого його значення 5,936 л/с*км² для річки Радоставка вище Трійці, північно-західна частина басейну, до найменшого – 2,10 л/с*км² у верхів'ї Прип'яті (Люб'язь), східна частина басейну. Площа басейну не має переважаючого впливу на модуль стоку, в основному ця характеристика залежить від фізико-географічних умов території.

Однак для оцінки водності, розподіли норм витрати води та модулю стоку є лише вихідними даними. Тим більше, що виміряні середні багаторічні витрати води напряму залежать від положення гідрологічного поста. Важливе

значення для оцінки водності мають, як вже було сказано вище, міри розсіяння, тобто мінливості характеристик стоку та імовірностей появи певної величини.

Дисперсія та середнє квадратичне відхилення прямо залежні між собою, і особливості розподілу обох величин співпадають. Стандарт σ коливається в межах від 0,3 до 23,7 м³/с, при цьому можна визначити чіткі залежності стандартного відхилення σ від площі водозбору і від витрати води.

Середні річні витрати води та їх статистичні параметри мають чіткі взаємозв'язки між собою та з площею водозбору, що простежується, зокрема, і на досліджуваній території. Значущість парних залежностей між деякими з них представлено в додатку 1. Лише окремі пари мають досить значущі зв'язки, більшість мають задовільні або слабкі залежності між зазначеними в таблиці характеристиками, при яких відома визначає невідому змінну менше, ніж у 40% випадків. Однак такий перебіг речей є природнім, і для попереднього визначення параметрів стоку води річок є залежності з достатньо високою апроксимацією та, відповідно, можна створити модель їх розрахунку для невивчених річок Правобережжя Прип'яті.

За основну відому характеристику водозбору приймемо його площу. Саме від площі водозбору для багатьох характеристик зв'язок є значущим, і її визначення не потребує гідрологічної інформації про водотік чи водозбір, лише картографічну основу.

Залежність норми стоку та стандартного відхилення від площі представлено на рис. 4.1.

Як бачимо, залежності є дуже сильними, відповідно норму стоку та стандарт можна визначити з допомогою відповідних рівнянь, знаючи лише площу водозбору.

$$Q=0,004*F-0,3419 \quad (4.1)$$

$$\sigma=0,0013*F+0,0694 \quad (4.2)$$

З усіх представлених кореляційних зв'язків лише ці три мають коефіцієнт кореляції понад 0,9, відповідно дані, отримані на цьому етапі, є найбільш достовірними.

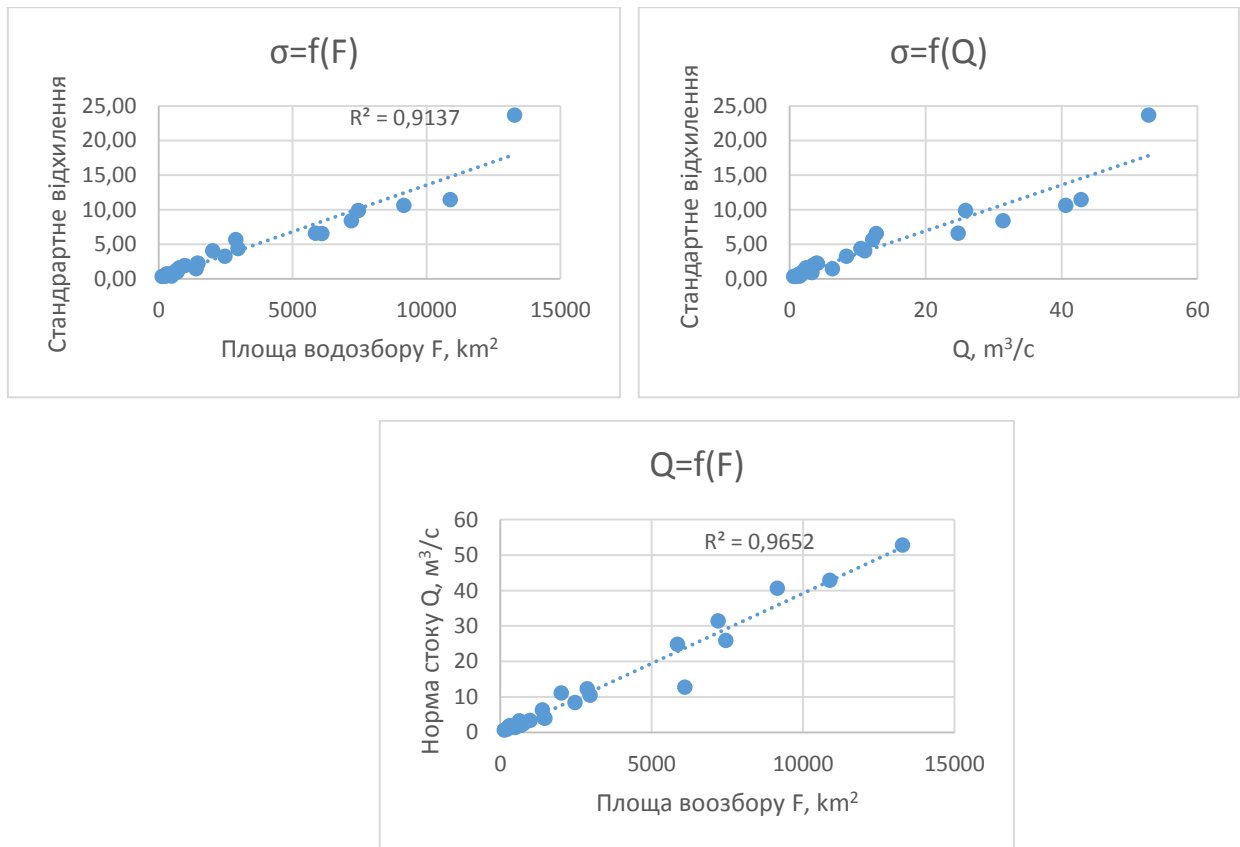


Рис. 4.1. Графіки залежності між різними характеристиками на річках Правобережжя Прип'яті за даними спостережень

Наступним етапом є визначення варіативності стоку для недосліджених річок, що доцільно виконувати через розрахунок коефіцієнту варіації C_v .

Після визначення норми та середнього квадратичного відхилення за наведеними вище рівняннями коефіцієнт варіації можна розрахувати.

При цьому для коефіцієнту варіації, як видно з рисунку 4.2, також можна побудувати достовірні залежності від площі водозбору, норми стоку і розрахованого після визначення останньої модулю стоку. Коефіцієнти кореляції та рівняння розрахунку представлено в таблиці 4.2.

Залежність коефіцієнту варіації закономірно є сильнішою від модулю стоку. Окрім лінійної залежності було використано також поліномальні криві тренду 2-го порядку, які зазвичай використовуються при одному максимумі та мінімумі. Для трьох представлених нижче залежностей нелінійним зв'язкам притаманні дещо вищі коефіцієнти детермінації, ніж лінійним.

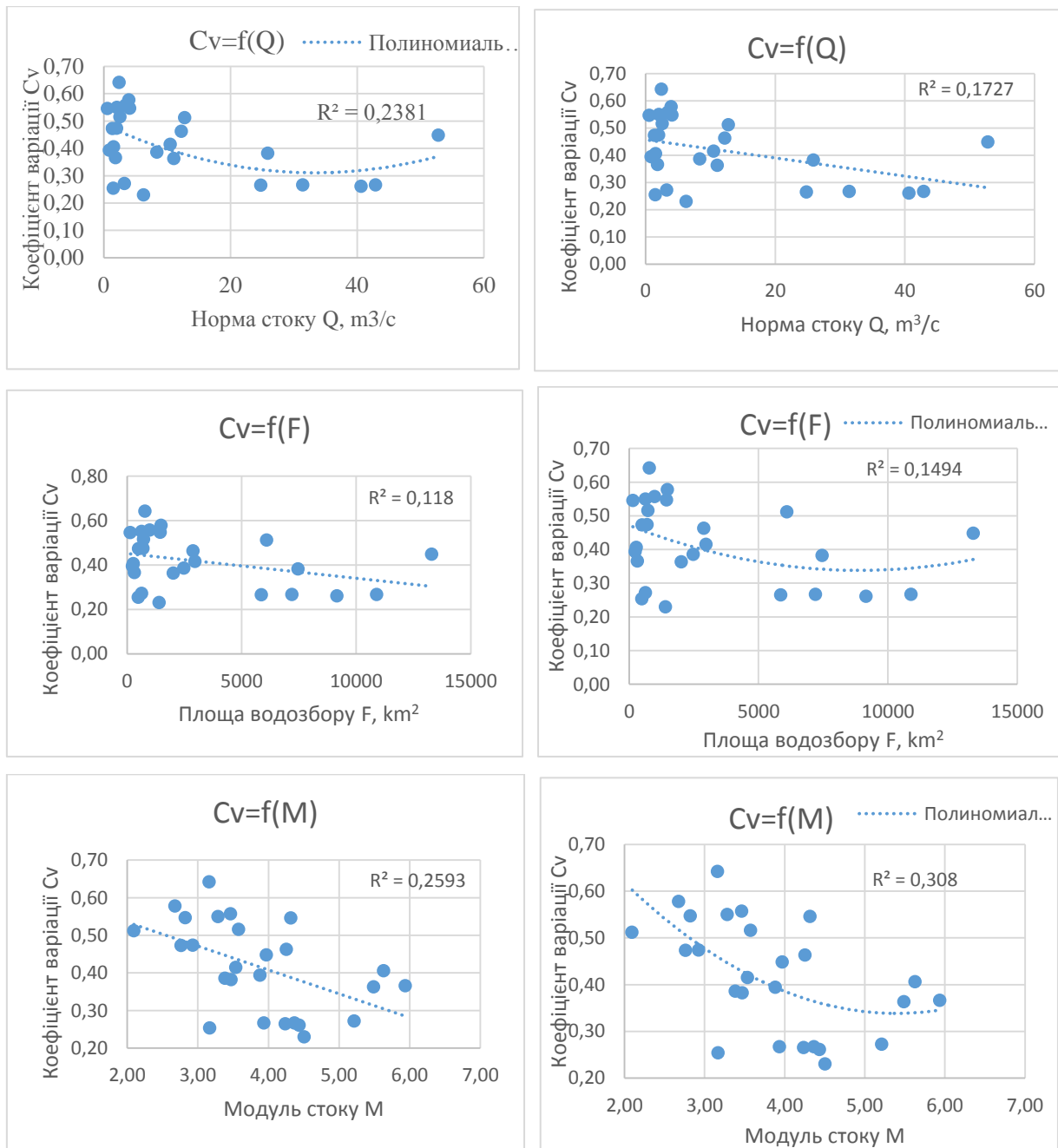


Рис. 4.2. Лінійні та поліномальні кореляційні зв'язки на річках Правобережжя Прип'яті за даними спостережень

Аналізуючи апроксимацію отриманих залежностей, можна констатувати, що варіативність стоку води річок лише на 26 % залежить від модулю стоку як характеристики, яка включає в себе площу водозбору та норму стоку. Як видно з таблиці 4.1, коефіцієнт варіації на досліджуваній території залежить також від географічного положення водозбору, а саме- від використаної для побудови

даної залежності географічної широти посту, з коефіцієнтом кореляції понад 0,3.

Таблиця 4.1.

Характеристики та рівняння окремих кореляційних залежностей на річках Правобережжя Прип'яті за даними спостережень

Тип	Показник	Залежність		
		Модуль стоку- Коефіцієнт варіації	Норма стоку- Коефіцієнт варіації	Площа водозбору- Коефіцієнт варіації
Лінійна регресія	Коефіцієнт апроксимації R ²	0,259	0,173	0,118
	Коефіцієнт парної кореляції R	0,509	0,416	0,343
	Рівняння	$C_v = -0,0636 * M + 0,6611$	$C_v = -0,0033 * Q + 0,4567$	$C_v = -1E-05 * F + 0,4513$
Поліноміальні криві	Коефіцієнт апроксимації R ²	0,317	0,238	0,149
	Коефіцієнт парної кореляції R	0,664	0,545	0,409
	Рівняння	$C_v = 0,0263 * M^2 - 0,2786 * M + 1,0749$	$C_v = 0,0002 * (Q^2) - 0,0105 * Q + 0,4863$	$C_v = 2E-09 * F^2 - 3E-05 * F + 0,4716$

Коефіцієнти кореляції для парних зв'язків між іншими представленими характеристиками гідрографії не дають підстав для визначення невідомих показників з рівнянь, визначених за кореляційними співвідношеннями через їхню незначну величину. Зв'язки слабкі або такі, що лише намічаються.

Окремо було проаналізовано деякі залежності множинної кореляції для визначення норми стоку та коефіцієнту варіації з врахуванням особливостей території водозбору, а саме висоти водозбору (через $h_{\text{вдзб}}$ - середня висота водозбору, в метрах), заболоченості та залісненості (через $K_{\text{заб}}$ та $K_{\text{зал}}$, у % від площі водозбору). Загальні коефіцієнти кореляції представлені в таблиці 4.2.

Як видно з аналізу коефіцієнтів множинної кореляції, залежність норми стоку не має виграшу в точності з введенням додаткових випадкових характеристик, тоді як для визначення коефіцієнту варіації врахування

одночасно більшої кількості змінних має досить вагоме значення. Як і раніше, більш чіткі взаємозв'язки прослідковуються з модулем стоку, однак їх значущість достатньо сильно зростає при внесенні другим членом рівняння показників заболоченості і, особливо, залісненості. В визначенні коефіцієнта варіації за залежністю $C_v=f(F, K_{зал})$ останні мають вплив на варіативність у понад 40% проти 26 та 31% при його визначенні лише через модуль стоку.

Таблиця 4.2.

Коефіцієнти множинної кореляції зв'язків параметрів стоку та характеристиками гідрографії на річках Правобережжя Прип'яті за даними спостережень

Залежність	Коефіцієнт кореляції R	Показник апроксимації R ²
$Q=f(F, h_{вдзб})$	0,984	0,968
$Q=f(F, K_{зал})$	0,982	0,965
$Q=f(F, K_{заб})$	0,987	0,973
$C_v=f(F, K_{заб})$	0,431	0,186
$C_v=f(M, K_{заб})$	0,549	0,301
$C_v=f(F, K_{зал})$	0,435	0,189
$C_v=f(M, K_{зал})$	0,644	0,414

Для розрахунку коефіцієнту варіації з врахуванням залісненості або заболоченості басейну було виведено наступні рівняння:

$$C_v = -0,06 * M + 0,006 * K_{заб} + 0,6137146 \quad (4.3)$$

$$C_v = -0,076 * M + 0,003 * K_{зал} + 0,652246 \quad (4.4)$$

де C_v - коефіцієнт варіації, M -модуль стоку, л/с*км², $K_{заб}$ та $K_{зал}$ - відповідно коефіцієнти заболоченості та залісненості території, подані у %.

При цьому, варто зазначити, що при виведенні залежності $C_v=f(M, K_{зал})$ використовували дані 25 постів проти 26 в інших через відсутність даних про залісненість водозбору р.Устя-Корнин на момент написання роботи.

За розробленим розрахунковим алгоритмом було проведено перевірку з метою визначення точності результатів. Перевірка проводилась шляхом порівняння отриманих даних з фактичними значеннями.

На першому етапі було перевірено точність визначення норми та стандартного відхилення. На рисунку 4.3 представлені графіки відповідності розрахованих і фактичних значень норми стоку та стандартного відхилення на досліджуваних ділянках. Як бачимо, точки розташувались біля лінії однакових значень, кут якої 45° , однак в середньому розрахована багаторічна норма стоку є дещо завищеною у порівнянні з фактичною, тоді як стандарт- навпаки, в середньому на 4% менше ніж фактичне значення. Похибка визначення норми стоку в середньому- 22%, стандарту- 20% від фактичного значення.

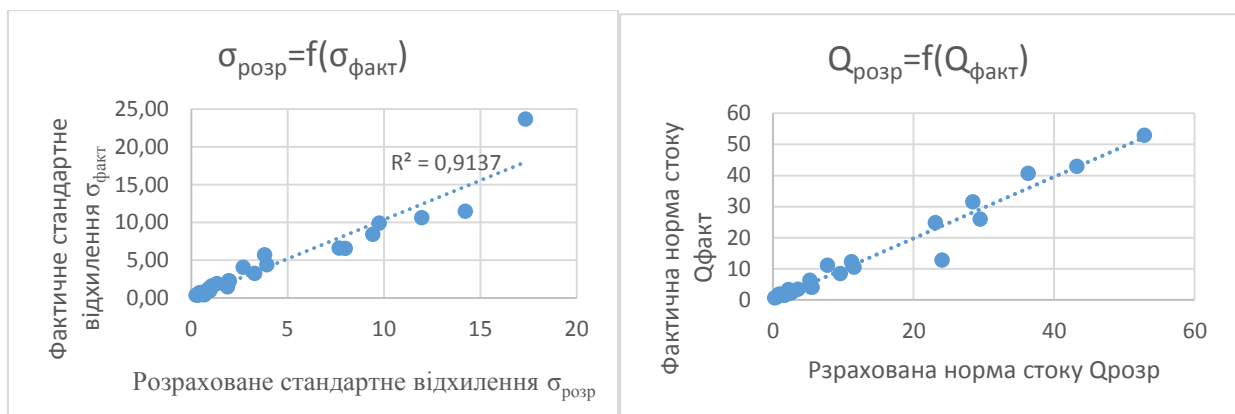


Рис. 4.3. Графіки відповідності фактичних та розрахованих норм стоку та стандартних відхилень на річках правобережжя Прип'яті

Розраховані коефіцієнти варіації мають середню похибку в 28,5-33,9% від фактичного значення, залежно від методу розрахунку. Найвищу похибку має прямий розрахунок шляхом ділення стандарту на норму, найменшу- розрахунок з врахуванням залісненості території. При цьому для трьох функцій, а саме $C_v = f(M)$ лінійної та поліномальної, а також $C_v = f(M, K_{\text{зал}})$, характерним є перевищення розрахованого C_v над фактичним значенням, тоді як для розрахунку за стандартом- середнє значення варіативності по басейну майже співпадає з фактичним. Це може свідчити зокрема про недостатню тривалість

фактичних спостережень та тенденцію до зростання варіативності рядів середньорічного стоку з подальшими спостереженнями.

4.2. Розрахунок перехідних коефіцієнтів від фактичних норм стоку до стоку води розрахункових забезпеченостей

Окрім безпосереднього визначення параметрів стоку, його мінливості, для практичних та наукових цілей важливим є визначення водності річок різної забезпеченості. Вихідні дані є достовірними і не мають значного зміщення (див. розділ 3.4), що дозволяє проводити узагальнення ординат стоку для досліджуваної території.

Розрахунок перехідних коефіцієнтів від норм стоку до стоку води розрахункових забезпеченостей проводився за двома методами, моментів та найбільшої правдоподібності. Використовувались дані спостережень на 26 гідрологічних постах, для кожного з яких визначались ординати розподілу K_p різної забезпеченості. Осереднені ординати розподілу K_p різних забезпеченостей, а також похибки їх розрахунку для інших водозборів, представлено в таблиці 4.3.

На окремих гідрологічних постах визначені за емпіричними та аналітичними методами ординати кривих розподілу можуть відрізнятися від осереднених більш ніж вдвоє. При цьому метод моментів дає схожий розподіл, дещо знижуючи водність річок крайніх забезпеченостей порівняно з розрахованими за методом найбільшої правдоподібності ординатами.

Ймовірне відхилення розрахованих ординат кривих розподілу для заданих забезпеченостей $\sigma_{\text{ймов}}$ визначалось як $\sigma_{\text{ймов}} = 0,674\sigma$, де σ - стандартне відхилення.

Якщо проаналізувати відносні значення ймовірних відхилень, то найбільші вони для забезпеченості 99% - 37% для методу найбільшої правдоподібності, 73% для методу моментів. Ймовірні відхилення ординат

кривих розподілу закономірно зменшуються від крайніх забезпеченостей 0,01% та 99,9% до центральної ординати забезпеченості 50% (табл. 4.3).

Таблиця 4.3.

Осереднені ординати кривих розподілу K_p за методами моментів та найбільшої правдоподібності для річок Правобережжя Прип'яті та ймовірні відхилення їх розрахунку

Метод розрахунку		Найбільшої правдоподібності			Метод моментів		
Показник		Ордината K_p	ймовірне відхилення K_p	відхилення у % від K_p	Ордината K_p	ймовірне відхилення K_p	відхилення у % від K_p
З а б е з п е ч е н і с т ь , %	0,01	3,650	0,725	19,86	3,341	0,611	18,28
	0,1	2,965	0,500	16,87	2,795	0,444	15,89
	1	2,283	0,298	13,05	2,214	0,277	12,52
	3	1,948	0,206	10,59	1,914	0,196	10,27
	5	1,784	0,165	9,24	1,769	0,160	9,05
	10	1,557	0,108	6,97	1,555	0,107	6,91
	25	1,228	0,035	2,89	1,237	0,038	3,08
	50	0,941	0,025	2,68	0,943	0,024	2,51
	75	0,696	0,060	8,69	0,698	0,060	8,59
	90	0,530	0,079	14,86	0,520	0,081	15,60
	95	0,448	0,085	19,03	0,432	0,091	21,05
	97	0,401	0,088	21,84	0,378	0,096	25,47
	99	0,325	0,089	27,27	0,290	0,106	36,47
	99,9	0,228	0,084	36,85	0,170	0,124	73,23

Як видно з таблиці 4.3, ординати кривих розподілу, визначені за методом найбільшої правдоподібності мають значно менші ймовірні відхилення при використанні їх для визначення стоку крайніх забезпеченостей, і близьку або трохи більшу- для стоку середніх забезпеченостей. Дослідження показали, що в просторі найближче до фактичної норми стоку середньо забезпечений стік (50% забезпеченості) наближається на півдні та в центрі басейну, з максимальною перехідною ординатою, що дорівнює одиниці для водозбору річки Горинь, пост Ямпіль. Від центру на північний схід та захід середньорічний стік 50% забезпеченості зменшується по відношенню до фактичної норми стоку. Найбільше відхилення – на замкненій гідрологічним постом Річиця частині водозбору Прип'яті, на 17% менше від норми.

Для ординат розподілу стоку 90% забезпеченості характерні схожі тенденції просторової зміни, однак найменше відношення до норми зміщується на північний схід, до басейну річки Уборть, спостереження на пості Рудня-Іванівська.

Що стосується розрахованих ординат K_p , що менше 50%, то їм притаманний зворотній розподіл екстремальних значень. Для найменш забезпеченого середньорічного стоку з забезпеченістю 0,01% найменше перевищення норми спостерігається на півдні та в центральній частині басейну Прип'яті, з значеннями в межах до 3-4 норм стоку. На північному сході басейну менший максимум, норма стоку перевищена в 7 разів, а на крайньому північному заході - вищий максимум з перевищенням норми у понад 10 разів для Прип'яті, пост Річиця.

Висновки до розділу 4

Середні річні витрати води та їх статистичні параметри на досліджуваній території мають чіткі взаємозв'язки між собою та з площею водозбору. Найкраща залежність за даними спостережень виявлена між нормами середньої річної витрати річок правобережжя Прип'яті та площами їх водозборів, а також залежність стандарту від площі водозбору. Слабшими є залежності між модулем стоку, гідрографічними показниками та коефіцієнтом варіації. Однак за ними можна провести оцінку водності річок при відсутності гідрологічної інформації, що особливо актуально зважаючи на недостатню щільність мережі спостережень на правобережній частині басейну Прип'яті.

Загалом, тенденції просторової зміни значень перехідних ординат середнього річного стоку показують, що умови досліджуваної території дозволяють проводити певні просторові узагальнення гідрологічних даних. Перехідні ординати K_p мають просторовий розподіл, схожий на такий для фактичних показників стоку, а саме модулів стоку, відповідно можна проводити просторові узагальнення для середньорічного стоку різної забезпеченості.

Для його визначення для річок досліджуваної території доцільним є використання ординат K_p , що розраховані за методом найбільшої правдоподібності. Для уточнення ординат K_p можна використати залежності ординат від параметрів стоку води і характеристик водозбору та гідрологічного посту (координат його положення), адже між ними можна виділити кореляційні зв'язки різної міцності.

РОЗДІЛ 5

ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ ПАРАМЕТРІВ СЕРЕДНЬОРІЧНОГО СТОКУ ВОДИ

5.1. Розподіл фактичних параметрів середнього річного стоку

При створенні моделі розподілу параметрів річкового стоку по території дослідження, яка дасть можливість визначати характеристики для кожного водозбору в межах території, необхідно оцінити особливості розподілу статистичних параметрів стоку по території водозбору. Для оцінки особливостей просторового розподілу статистичних параметрів середнього річного стоку води зокрема було побудовано та проаналізовано карти розподілу відповідних величин мінливості стоку, а також модулю стоку, по басейну Прип'яті.

На основі всіх зібраних даних було створено картосхеми ізоліній ординат стоку, наочне їх порівняння та виявлення аномальних зон та зон з особливими умовами формування стоку. Вихідними даними слугували ряди спостережень на 28 гідрологічних постах, з метою просторового узагальнення прив'язували дані до центрів водозборів, замкнених гідрологічними постами. З огляду на особливості зміни гідрологічних характеристик у просторі, а саме на відсутність різких коливань мінливості стоку в масштабі даної роботи, недостатню кількість пунктів гідрологічних спостережень та виконані розрахунки похибок отриманих даних, вирішено використати інтерполяцію методом зворотного зважування. В результаті цього ізолінії мають м'якші контури та були виділені в межах всього басейну, а не лише його частини між центрами водозборів. Похибка знятих з отриманих картосхем даних до фактичних становить менше 5%.

Середні багаторічні витрати води (норми) на річках Правобережжя Прип'яті за даними спостережень коливаються від 0,609 м³/с на річці Вижівка,

село Руда, до $52,838 \text{ м}^3/\text{с}$ на гідрологічному пості у місті Сарни, річка Случ, тобто просторова амплітуда середньої витрати води складає понад $52 \text{ м}^3/\text{с}$. З зазначеного бачимо, що спостережена найбільша середня багаторічна витрата води в більш ніж 50 разів перевищує найменшу. Амплітуда коливань модулів стоку води річок Правобережжя Прип'яті за даними спостережень складає $3,836 \text{ л/с*км}^2$, від найбільшого його значення $5,936 \text{ л/с*км}^2$ для річки Радоставка вище Трійці, північно-західна частина басейну, до найменшого – $2,10 \text{ л/с*км}^2$ у верхів'ї Прип'яті (Люб'язь), східна частина басейну. Просторовий розподіл середніх багаторічних модулів стоку представлено на рисунку 5.1.

Площа басейну не має переважаючого впливу на модуль стоку, в основному ця характеристика залежить від фізико-географічних умов території. Однак для оцінки водності розподіли норм витрати води та модулю стоку є лише вихідними даними. Тим більше, що виміряні середні багаторічні витрати води напряму залежать від положення гідрологічного поста. Важливе значення для оцінки водності мають, як вже було сказано вище, міри розсіяння, тобто визначення мінливості характеристик стоку та імовірностей появи певної величини.

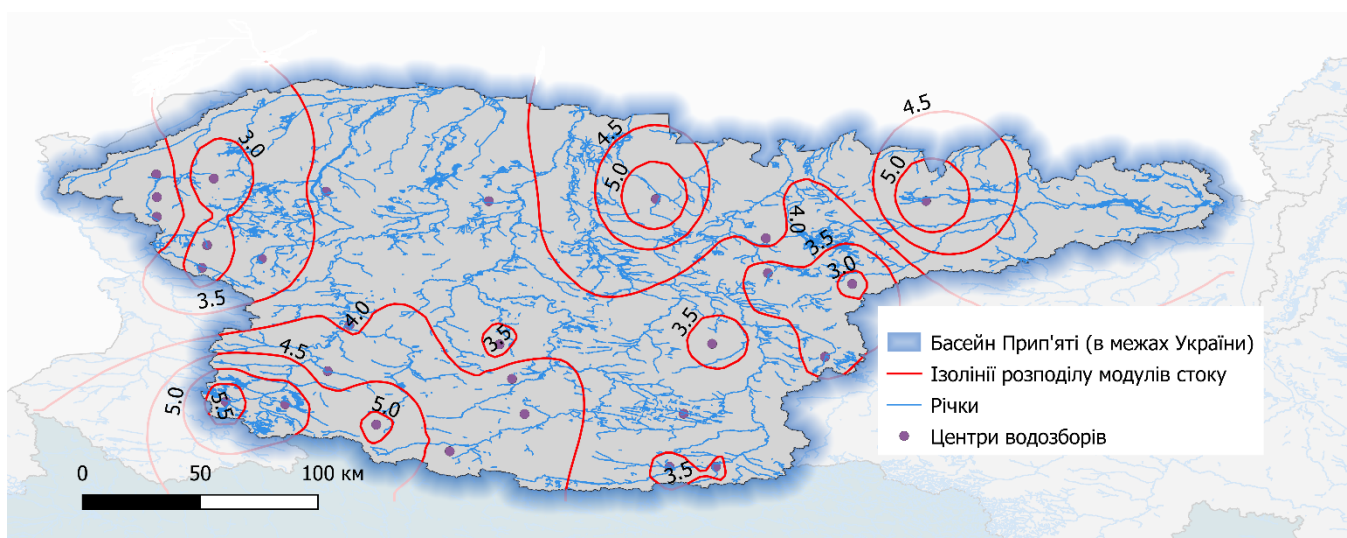


Рис. 5.1. Просторовий розподіл середньорічного модулю стоку, $\text{л}/(\text{с*км}^2)$

Як вже було зазначено в розділі 3, коефіцієнти варіації середнього річного стоку води для річок басейну правобережжя Прип'яті коливаються в межах $C_v = 0,23-0,65$; при цьому середнє значення складає $C_v = 0,43$, що показує невелику мінливість з року в рік середніх річних витрат води на досліджуваних річках. Коефіцієнти асиметрії за спостереженими даними коливаються в межах $C_s = -0,08 \div 2,53$, що свідчить про переваження в рядах середнього річного стоку води для річок басейну правобережжя Прип'яті значень менше норми.

Розподіл коефіцієнту варіації та коефіцієнту асиметрії по території дослідження представлено на рисунках 5.2 та 5.3.

Як видно з рисунку 5.2, коефіцієнт варіації має максимальні значення на північному заході та на сході басейну, де значення C_v перевищує 0,5. Мінливість має мінімальні значення в центрі та, особливо, на півдні території дослідження, де коефіцієнт варіації знижується до 0,3 і нижче, що, імовірно, пов'язано з кліматом та більшим впливом господарської діяльності людини, зокрема на менших за водністю верхніх ділянках річок.

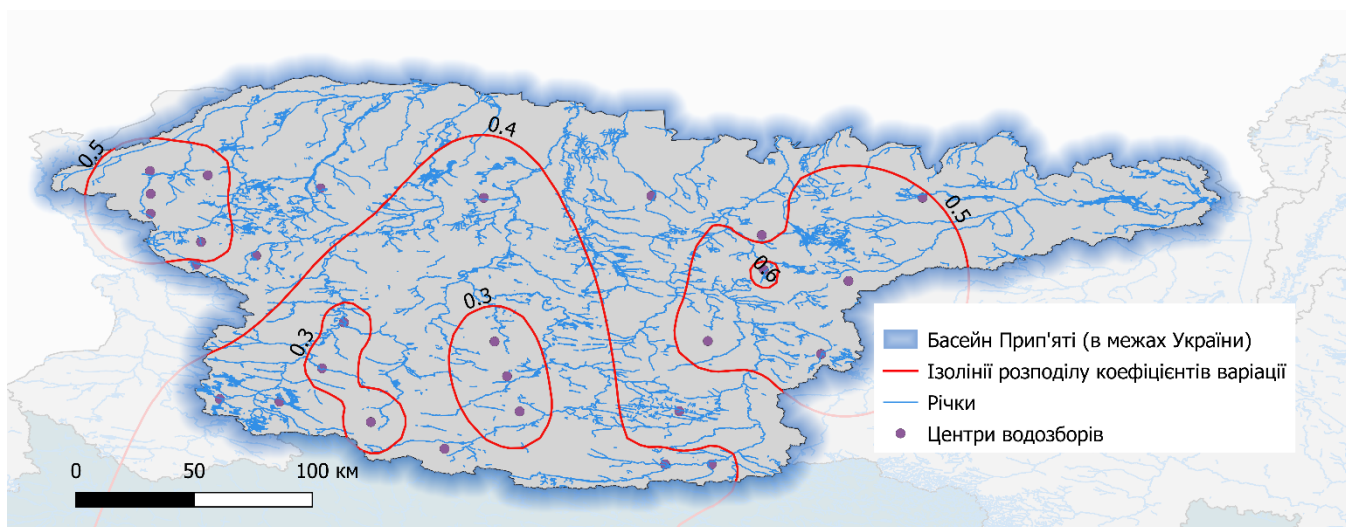


Рис. 5.2. Просторовий розподіл коефіцієнту варіації C_v

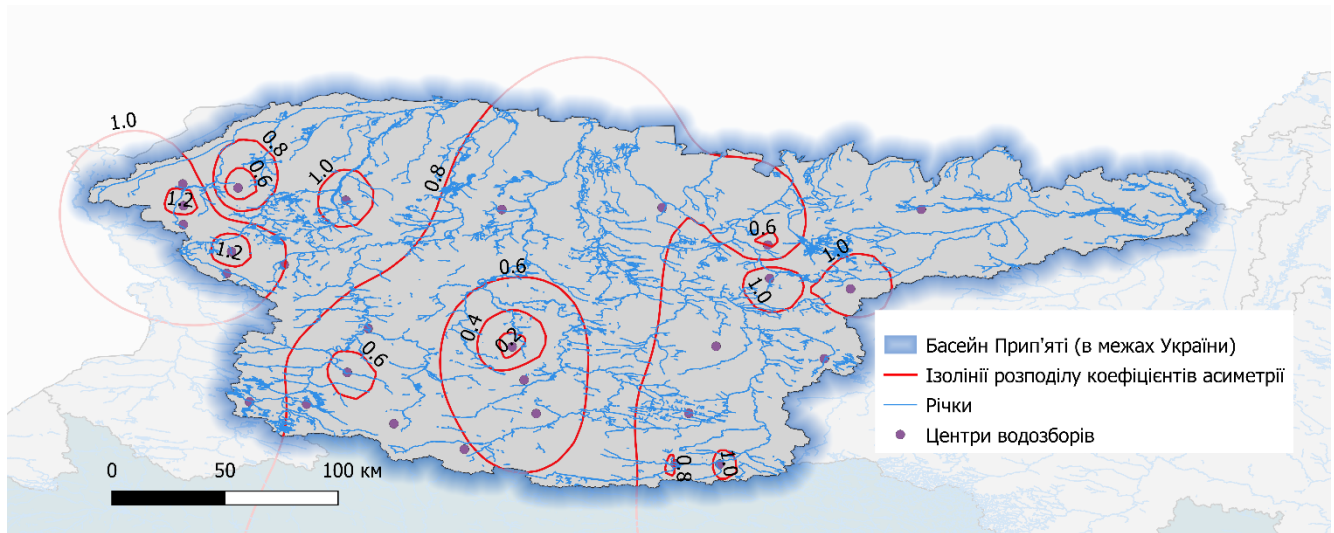


Рис. 5.3. Просторовий розподіл коефіцієнту асиметрії C_s

Для коефіцієнту асиметрії характерний розподіл по території басейну, схожий за закономірностями з коефіцієнтом варіації. Менша асиметричність здебільшого в центрі та на півдні басейну, зростає на північний захід та схід. Однак асиметричність розподілу середнього річного стоку змінюється в значно більших межах.

Від'ємна асиметрія ($C_s = -0,08$) за даними цього дослідження характерна лише для одного ряду спостережень, а саме для поста Горинь-Ямпіль. Цей пост знаходиться на одній з найбільших висот басейну, водозбір мало заболочений та залісений. Для всіх інших пунктів характерна додатна асиметрія. Коефіцієнт асиметрії $C_s = 2,53$, тобто понад 2, також характерний лише для одного гідрологічного посту, на річці Прип'ять, с. Річиця. Однак цей пост був виключений з дослідження просторового розподілу параметрів, як і пост на річці Норин, с. Славенщина через неоднорідність даних. З представлених рядів спостережень максимальна асиметричність ($C_s = 1,46$) притаманна ряду спостережень на гідрологічному посту р. Турія, м. Ковель.

5.2. Просторовий розподіл середніх багаторічних модулів стоку води різної забезпеченості

Ступінь мінливості водності є важливою характеристикою як для наукових досліджень, так і для використання території з практичною метою. Для досягнення мети роботи було створено картосхеми, на яких показано просторовий розподіл модулів стоку різної забезпеченості. Розрахунок перехідних коефіцієнтів від норми стоку до стоку води розрахункових забезпеченостей проводився за двома методами, моментів та найбільшої правдоподібності [41, 46]. Оцінка ординат проводилась для приведених у підрозділі 4.2. 14 значень ймовірностей перевищення (забезпеченостей) в діапазоні стоку від 0,01 до 99,9%. В роботі представлено три з чотирнадцяти картосхем, що найяскравіше демонструють особливості розподілу різних за забезпеченістю модулів стоку по досліджуваній території.

Враховуючи, що основні тенденції зміни значень ординат K_p розподілу середньорічного стоку води, визначених за різними методами, є схожими, для побудови картосхем використовувались ординати K_p , розраховані за методом найбільшої правдоподібності, ймовірне відхилення розрахунку яких в середньому на 3,4% менше, ніж у визначених за методом моментів (див. 4.2).

На рисунку 5.4 зображено просторовий розподіл середньорічних модулів стоку води 50% забезпеченості в межах досліджуваної території. Середні модулі стоку мають найвищі значення на південному заході. Найменші модулі стоку – на замкненій гідрологічним постом Люб'язь частині водозбору Прип'яті, $1,93 \text{ л/с*км}^2$.

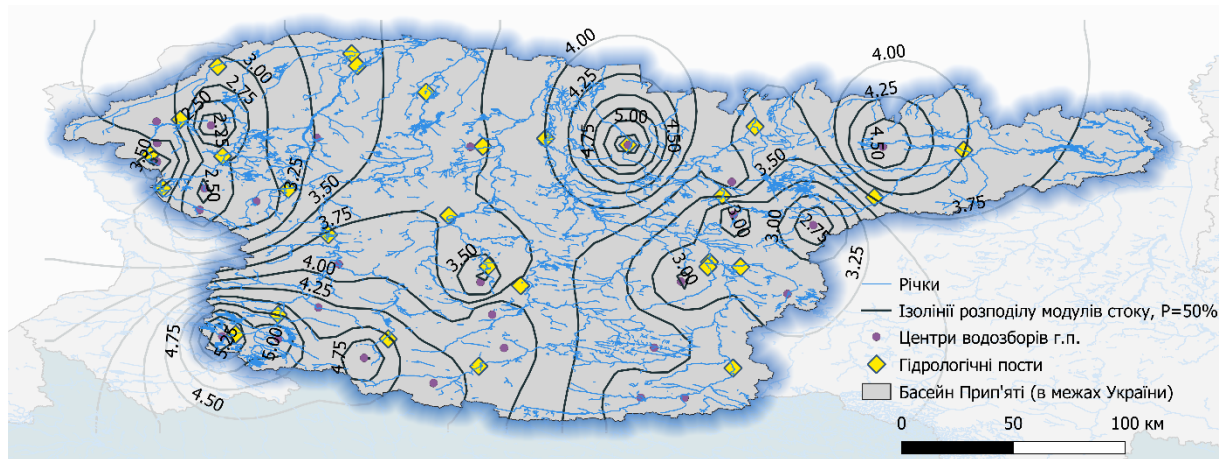


Рис. 5.4. Просторовий розподіл середніх багаторічних модулів стоку 50% забезпеченості в басейні Прип'яті в межах України

Для модулів стоку 90% забезпеченості характерні схожі тенденції просторової зміни, як для стоку 50%. Та варто відмітити, що зміни відбуваються значно плавніше, і також відсутнє яскраво виражене зростання модулів стоку на північ від центру досліджуваної території (рис.3.7).

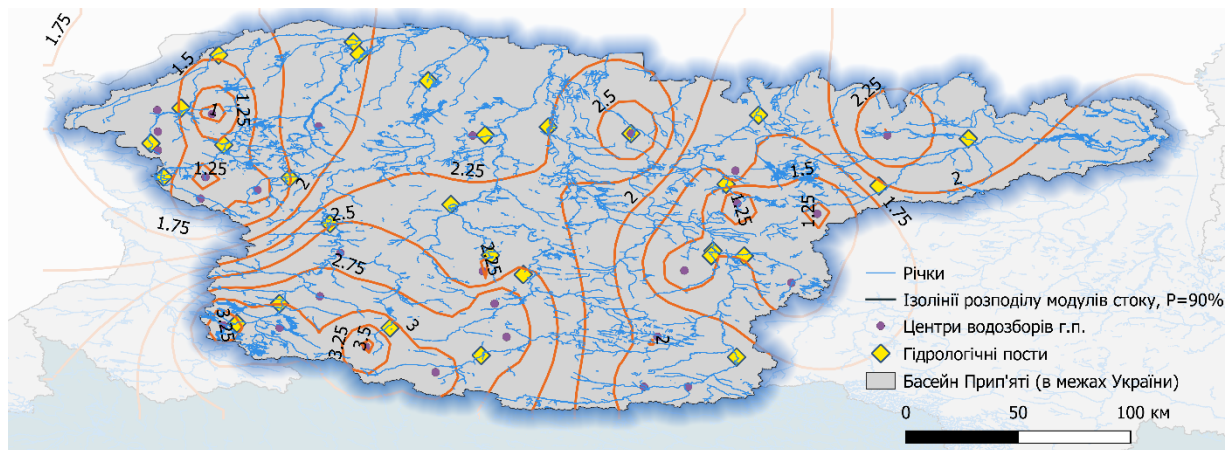


Рис. 5.5. Просторовий розподіл середніх багаторічних модулів стоку 90% забезпеченості в басейні Прип'яті в межах України

Також було побудовано картосхему розподілу середніх річних модулів стоку для найбільш багатоводного року з обраних, їх забезпеченість складає 0,01%. Однак варто враховувати особливості отриманих за статистичними розрахунками параметрів в гідрології. Для отримання найбільш точних та

надійних гідрологічних характеристик імовірних подій необхідно використовувати ряди спостережень з найбільшою кількістю різноманітних характерних подій. Зокрема, в практиці гідрологічних розрахунків розглядають наступні повторюваності значної водності: 1 раз в 2, 10, 25, 50, 100 та 500 років. При цьому вже не можна бути впевненим в надійності отриманих значень з повторюваністю 1 раз в 500 років. Тож не рекомендується прогнозувати максимальний стік, повторюваність якого більш ніж вдвоє перевищує тривалість ряду спостережень, в нашому випадку- понад 130 років. Однак це не заважає провести спробу аналізу розподілу стоку малих забезпеченостей, особливо враховуючи ймовірно більшу стабільність середньорічного стоку ніж паводкового, для якого методика краще розроблена. Та варто врахувати, що 0,01%-ва забезпеченість була обрана для ілюстрації характерних значень, та для гіпотетичної оцінки подібного стоку, а не для використання з практичною метою.

Загалом, для всіх розрахованих модулів стоку з забезпеченістю, меншою за 50%, притаманний зворотній розподіл екстремальних значень. Для стоку з забезпеченістю 0,01%, представленого на рисунку 5.6, найменші модулі стоку спостерігаються на півдні та в центральній частині басейну Прип'яті, з значеннями в межах 10-15 л/с*км². Лише на крайньому південному заході досліджуваної території модуль стоку перевищує 17 л/с*км². На крайньому північному заході та північному сході басейну Прип'яті в рік, екстремально забезпечений водними ресурсами, середній річний модуль стоку перевищить для окремих територій відмітку в 41 л/с*км². Ці значення однак, розраховані для постів Прип'ять-Річиця та Норин-Славенщина, для даних з яких характерними є неоднорідність стоку та значні ймовірні похибки. На інших постах цих частин водозбору Прип'яті значення модулів стоку 0,01% забезпеченості не перевищує 22 л/с*км², що однак співставно з модулями стоку навіть гірських територій.

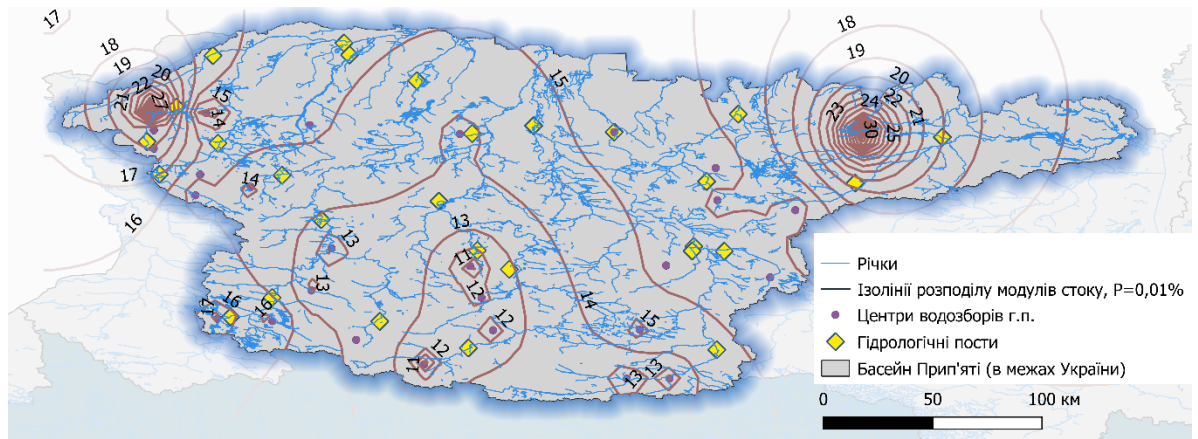


Рис. 5.6. Просторовий розподіл середніх багаторічних модулів стоку 0,01% забезпеченості в басейні Прип'яті в межах України

Як видно з розподілу модулів стоку на всіх представлених схемах, на досліджуваній території можна виділити дві зони з особливо значною щільністю ізоліній. Ці зони розташовані в районі водозборів, замкнених гідрологічними постами Прип'ять-Річиця та Норинь-Славенщина. Тобто на даних водозборах можуть існувати локальні особливості, що спричиняють значну інтенсифікацію змін параметрів середньорічного стоку порівняно з іншою територією.

Розглянемо детальніше кожен з цих річок та їх водозбори.

Річка Норинь протікає в Житомирській області України, це ліва притока Ужа. Довжина річки становить 84 км, повна площа водозбірного басейну — 832 км² [33]. Заплава на окремих ділянках заболочена. Річище помірно звивисте, подекуди відрегульоване, долина має круті береги та незначну ширину. При цьому для річки характерні окремі досить значні відмінності від більшої частини басейну Прип'яті. Зокрема, це одна з небагатьох значних річок басейну, похил якої перевищує 1,0 м/км, в межах Словечансько-Овруцького кряжу становить 1,5 м/км [25].

В басейні р. Норинь площа орних земель складає 344,12 км² (42,39%), пасовищ 149,8 км² (18,5%), лісів 245,08 км² (30,2%). Площа лісових смуг складає 0,13%, а площі ріллі — 0,31% [45].

Було проведено пошук попередніх досліджень, що стосуються антропогенного впливу на водозбір. Аналіз ходу стоку води у часі показує, що поверхневий стік має тенденцію до збільшення, а ґрунтовий – до зменшення. Є відомості щодо зникнення води у багатьох криницях населених пунктів, що підтверджує зменшення ґрунтового стоку. Отож поверхневий стік збільшується, переважно, за рахунок екстремальних витрат води повеней та паводків. Це в свою чергу говорить про нераціональність природокористування і зменшення забезпечення водними ресурсами у критичні періоди (літньо-осіння межень, зимова межень) [3]. Окремі автори стверджують, що це відбулось за рахунок значного зарегулювання стоку річок ставками та водосховищами. Так, на водозборі Норині понад 60 ставків, їх сумарний об'єм близько 7,24 млн м³. Вони ж впливають на коливання мутності води [32]. Відмічається також певна загальмованість тренду коливань водності річок досліджуваної території, що починається з кінця 80-х – початку 90-х років ХХ-го століття [32]. Процеси зміни структури середньорічного стоку відбуваються на фоні зменшення активності меліоративних робіт, з погіршенням стану існуючих мереж, а також на фоні загальних змін клімату.

Для Прип'яті, а саме для верхньої частини водозбору, характерні дещо інші умови. Гідрологічний пост Прип'ять-Річиця розташований в Ратнівському районі Волинської області, і в гідрологічному плані цей район є одним із найскладніших в області. На території району розташовано 32 озера, поблизу Ратного у Прип'ять впадає річка Виживка, а також проходить кілька крупних магістральних каналів. Волинська область загалом та Ратнівський район зокрема мають значні показники заболоченості. Загалом на території Волинської області наявні 1523 болота і заболочені ділянки, які займають площу 114593,3 га, заболоченість становить 5,56% [31]. В Ратнівському районі вона становить 6,72%, і він є третім за відносним показником в області. При цьому заплава до Ратного осушена, створено систему меліоративних споруд для регулювання водного режиму, яка поглинула і частину малих річок.

Незначні похили місцевості на Поліській низовині, а також зменшення пропускної здатності русел і заплав через їх заростання в теплий період року перешкоджають переміщенню водних мас під час дощових паводків, що призводить до тривалого утримання високих рівнів води в річках [50]. Затяжний характер повеней на Волинському Поліссі було описано ще в 1880-х роках під час організації меліоративних робіт. Під час підйому води є ризик підтоплення чи затоплення житлових та господарських будівель. Особливо виділяються в хронологічному ряді середніх річних витрат води 1998 та 1999 років. Так в 1999 році всі 365 днів була затоплена заплава Прип'яті, що перевищило показник 1926 року, коли заплава була затоплена 333 дні, що супроводжувалось (та випереджалось) зростанням середньої витрати води та спричинило неоднорідність статистичних даних. Тож для даної частини досліджуваної території основний вплив мають фізико-географічні особливості регіону та господарська діяльність. Значний вплив мають закинуті меліоративні системи та заростання русел річок.

Однією з імовірних причин «аномальних значень» може бути потрапляння в ряди спостережень цих двох постів років, середня водність яких мала набагато меншу повторюваність, ніж для інших водозборів досліджуваної території. Це підтверджується тим, що аномальність помітна саме на картосхемах, де модуль стоку має забезпеченість менше 50%.

Висновки до розділу 5

Отже, в даному розділі було ще раз підтверджено, що на території басейну Прип'яті в межах України фізико-географічні умови дозволяють проводити певні просторові узагальнення гідрологічних даних, і також є достатньо репрезентативні ряди спостережень та достовірні параметри стоку.

Базуючись на даних багаторічних спостережень, в ході роботи було створено картосхеми ізоліній, що дозволять визначити модулі стоку різних забезпеченостей для водозборів з відсутніми стаціонарними спостереженнями. Також попередньо було виділено дві зони з більш екстремальними відносними значеннями екстремального стоку, що потребують детальнішого вивчення, а саме на крайньому північному заході досліджуваної території та в районі с. Славенщина (річка Норин).

Використання даних картосхем з врахуванням похибок та з доповненням у вигляді отриманих рівнянь дозволить проводити різнопланові дослідження гідрологічно невивчених річок басейну Прип'яті. Картосхема просторового розподілу модулів стоку 0,01% забезпеченості була створена з ілюстративною метою та для теоретичних наукових досліджень, адже через недостатню тривалість наявних рядів спостережень неможливо гарантувати достатню для практичних цілей точність. Для років з високою водністю є розраховані дані і для інших забезпеченостей, достовірність яких для практичних цілей є вищою.

ВИСНОВКИ

Поставлені завдання магістерської роботи виконано, а саме: було охарактеризовано фізико-географічні умови та річкову мережу басейну Прип'яті; досліджено історію вивчення території та її гідрологічну вивченість сучасний стан та ретроспективний аналіз мережі спостережень. Проаналізовано наявні дані гідрологічних спостережень, оцінено достовірність та репрезентативність рядів середнього річного стоку води. Досліджено параметри середньої річної водності і їх просторовий розподіл по басейну Прип'яті (в межах України), створено ряд рівнянь для визначення параметрів стоку для гідрологічно невивчених водозборів та визначено імовірні похибки розрахунку. Створено та проаналізовано ряд картосхем, що показують розподіл параметрів водності по досліджуваній території. Враховано перехідні ординати до стоку різної забезпеченості та визначено їх просторовий розподіл. Попередньо вивчено окремі локальні зони досліджуваної території. В зв'язку з цим можна стверджувати, що основної поставленої мети роботи було досягнуто.

За виконаними роботами можна зробити наступні висновки:

1. Басейн Прип'яті має значну площу та щільність річкової мережі, що зумовлює необхідність проведення гідрологічних узагальнень, а також фізико-географічні умови, що дозволяють її проводити. Основною геологічною структурою є досить однорідний за проявом Український кристалічний щит, що має лише окремі виходи на поверхню. Територія рівнинна, з окремими підвищеннями та послідовним незначним підвищенням на південь. Басейн Прип'яті знаходиться практично в межах двох зон, що послідовно змінюють одна одну з півночі на південь- лісова зона Українського Полісся та лісостепова зона. Змінюються кліматичні умови, рослинний покрив. Порівняно значні розбіжності по території є у відносній заболоченості та ґрунтовому покриві, однак їх зміни також здебільшого відповідають певній загально-басейновій тенденції. Значний вплив на водозбірні умови та гідрологічні об'єкти має господарська діяльність, зокрема меліоративні роботи та сільське господарство.

2. Відомості про Прип'ять та річки її басейну почали збирати ще в часи Русі, коли річки використовували зокрема для судноплавства. Був також ряд іноземних дослідників та подорожуючих, що описували в тому числі річки басейну Дніпра та Прип'яті. Багато експедиційних досліджень, що були ближче до сучасних стандартів, відбулось у XVIII-му столітті, тоді ж було започатковано спостереження за водним режимом річок. Значний розвиток мережі спостережень відбувся в кінці XIX-на початку XX століття, коли розпочалися регулярні спостереження на річках досліджуваного басейну. Методики як промірних робіт, так і експедиційних досліджень було розроблено також в цей період, і значно покращено- в часи Радянського союзу, коли розширення та удосконалення мережі гідрологічних спостережень зумовлювалось розвитком господарської діяльності. З нею також пов'язана значна кількість експедиційних досліджень, своєрідна друга хвиля яких була викликана аварією на ЧАЕС, і продовжилась вже в час незалежності України.

3. Середні вимірні витрати води коливаються по басейну в широких межах, розмах їх варіювання до більш ніж $50 \text{ м}^3/\text{с}$, що дає можливості для розвитку різних галузей. При цьому не враховується більша частина річки Прип'ять, середня річна витрата якої, окрім верхньої течії, об'єктивно вже не може бути включена для узагальнення в ряд своїх приток за параметрами. Амплітуда середніх багаторічних значень модулю стоку в межах досліджуваного басейну складає $3,8 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$.

4. Оцінка просторової та часової репрезентативності рядів спостережень середнього річного стоку води на правобережній частині басейну Прип'яті показує, що щільність гідрологічних спостережень в досліджуваному басейні недостатня. Менша їх кількість зокрема в центральній частині досліджуваної території. При цьому за площею водозбору вони також розподілені нерівномірно. Однак ряди спостережень за середньорічним стоком за аналізом величин відносної середньої квадратичної похибки та перевіркою їх на однорідність можна вважати репрезентативними для визначення норм стоку води, тобто достатньо достовірними для практичних розрахунків.

5. Параметри розподілу середнього річного стоку води річок правобережжя Прип'яті, особливо коефіцієнти варіації, також є достовірними та не зміщеними по відношенню до аналітично розрахованих значень. Аналітично розрахований коефіцієнт варіації перевищує фактичне значення лише на 1,5%, розрахована асиметричність ряду також є вищою за фактичне значення на 25,4%. Показника співвідношення C_s/C_v , в свою чергу, згідно з статистичними даними може зрости на 23% порівняно з фактичним на даний момент.

6. Визначено, що середні річні витрати води та їх досліджувані статистичні параметри очікувано мають видимі взаємозв'язки між собою та з характеристиками водозборів, що відповідає загальним гідрологічним закономірностям. Найсильнішою є залежність між нормами середньої річної витрати річок правобережжя Прип'яті та площами їх водозборів. Слабшими є залежності між модулем стоку, гідрографічними показниками та коефіцієнтом варіації. Дані закономірності можуть порушуватись азональними проявами фізико-географічних умов басейну та у разі значного антропогенного впливу на водозбір. Характерно, що площа басейну не має переважаючого впливу на модуль стоку.

7. Отримані картосхеми дозволяють проаналізувати просторовий розподіл середньорічних модулів стоку. Північно-західна частина має найбільші значення модулів стоку, $5,936 \text{ л/с*км}^2$ для річки Радоставка вище Трійці, найменші середні багаторічні модулі стоку, до $2,10 \text{ л/с*км}^2$ включно, характерні для верхів'я Прип'яті, а саме водозбору, замкненого постом Прип'ять-Люб'язь, східна частина басейну. Міжрічна мінливість водності річок в межах досліджуваної території коливається в межах від 23 до 65% від норм стокових величин. Коефіцієнти варіації мають найменші значення в центрі та на півдні території дослідження, що говорить про те, що на зазначених територіях середній річний стік води річок більш стабільний, і зростають при просуванні на схід та захід від центру. Більш різким є просторовий розподіл

коефіцієнтів асиметрії. Для переважної більшості території басейну, за винятком крайнього півдня, характерна додатна асиметрія,

8. Амплітуда коливань модулів стоку води річок Правобережжя Прип'яті за даними спостережень складає 3,836 л/с*км², від найбільшого його значення 5,936 л/с*км² для річки Радоставка вище Трійці, північно-західна частина басейну, до найменшого – 2,10 л/с*км² у верхів'ї Прип'яті (Люб'язь), східна частина басейну.

9. Розраховані за двома методами перехідні ординати мають близькі тенденції просторового розподілу. Визначено, що для більшості забезпеченостей доцільніше використовувати ординати K_p , розраховані за методом найбільшої правдоподібності, ймовірні відхилення розрахунку знаходяться в межах від 2,7 до 37% залежно від заданої забезпеченості стоку. Відхилення розрахунку для розрахованих за методом моментів K_p знаходяться в ширших межах, від 2,5 до понад 75%, однак для стоку з екстремально низькими забезпеченостями (менше 1%) їх імовірні похибки все ж трохи менші, ніж у K_p , розрахованих за методом найбільшої правдоподібності.

10. Створені картосхеми ізоліній, на яких продемонстровано модулі стоку різних забезпеченостей, доцільно використовувати при вивченні чи діяльності на водозборах з відсутніми стаціонарними спостереженнями. Визначено, що загалом розподіл модулів стоку різних забезпеченостей нагадує розподіл фактичних середніх багаторічних модулів стоку. Характер розподілу змінюється на протилежний при порівнянні між собою стоку з забезпеченостями вище та нижче 50%, особливо для екстремально низьких та високих забезпеченостей, що контрастують між собою.

11. Аналіз джерел та картографічних матеріалів дозволив попередньо визначити, що причинами для нехарактерних досліджуваній території особливостей просторового розподілу параметрів середнього річного стоку для двох «аномальних» зон можуть бути сукупність наступних факторів: антропогенна діяльність, пов'язана з меліорацією, а також з погіршенням чи припиненням обслуговування меліоративних систем; значна кількість ставків

(Норинь-Славенщина); особливості кліматичних умов території та її заболоченість (Прип'ять-Річиця). При цьому якщо для крайнього заходу досліджуваної території загалом притаманні гідрологічні особливості, зокрема тривалі повені, відмічені навіть до початку стаціонарних спостережень, що впливає на однорідність рядів середньої річної витрати води, то для Норині даних значно менше.

Загалом, можна сказати, що створені картосхеми разом з розрахунковими рівняннями можуть мати як наукове, так і практичне значення. Додаючи отримані в ході роботи дані до результатів польових досліджень можна отримати чіткішу картину стосовно можливих витрат води, гідрохімічних та гідроекологічних показників, тощо. Це можна використовувати для уточнення планів по водокористуванню, при оцінці гідроенергетичного потенціалу, можливостей водозабору тощо. В свою чергу це дозволить оптимізувати плани подальшого використання водних ресурсів басейну Прип'яті.

Дану роботу можна використовувати як базу для подальших досліджень басейну Прип'яті, і отримані результати вказують на можливі пріоритетні теми досліджень в майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ТА ДЖЕРЕЛ

1. А. В. Яцик. Волино-Подільський артезіанський басейн // Енциклопедія Сучасної України: електронна версія [веб-сайт] / гол. редкол.: І.М. Дзюба, А.І. Жуковський, М.Г. Железняк та ін.; НАН України, НТШ. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2006. URL: http://esu.com.ua/search_articles.php?id=27558 (дата звернення: 24.04.2021)
2. Айвазян С. А. Прикладная статистика и основы эконометрики / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – М. : Юнити, 1998. – 1024 с.
3. Буднік С.В. Стан водних об'єктів у контексті природокористування в басейнах малих річок // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції “Управління водними ресурсами в умовах змін клімату”. 21 березня 2017 р. Національна академія аграрних наук. Інститут водних проблем і меліорації. м.Київ. С. 187-188.
4. Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання: Монографія. - К.: Віпол, 2000. - 376с.
5. Вишневський В.І., Токар Н.Ф. Мережа спостережень- основа функціонування галузі // Наук. праці УкрНДГМІ.- 1998.- Вип. 246. – С.5-20.
6. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. - К., 2006. - 240 с.
7. Водне господарство в Україні / За ред. А. В. Яцика, В. М. Хорева. – К.: Генеза, 2000. 456с.
8. Водогосподарська діяльність // Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. — Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. — С. 41.
9. Географічна енциклопедія України : у 3 т. / редколегія: О. М. Маринич (відпов. ред.) та ін. — К. :, 1989.
10. Географія України: Підруч. для 9 кл. серед. загальноосвіт. шк. / А. Й. Сиротенко, Б. О. Чернов. - К.: Благовіст, 2000. - 256 с.: іл.

11. Географічна енциклопедія України : [у 3 т.] / редкол.: О. М. Маринич (відповід. ред.) та ін. — К., «Українська радянська енциклопедія» ім. М.П. Бажана, 1989—1993. — 33 000 екз. — ISBN 5-88500-015-8.

12. Гідроекологічна оцінка енергетичного потенціалу басейну Дніпра (в межах України) в умовах змін клімату: проміжний звіт про НДР/ Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка; О.Г. Ободовський, В.В. Онищук, К.Ю. Данько, С.І. Сніжко [та ін.]. — К., 2016. — 192 с.— N16БП050-01

13. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ / [А. И. Денисова, В. М. Тимченко, Е. П. Нахшина и др.; Отв. ред. М. А. Шевченко]; АН УССР, Ин-т гидробиологии. - Киев : Наук. думка, 1989. - 210,[2] с. : ил.; 23 см

14. Гірничий енциклопедичний словник : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Східний видавничий дім, 2004. — Т. 3. — 752 с

15. Гійом Левассер де Боплан. Опис України, кількох провінцій Королівства Польського, що простягаються від кордонів Московії до Трансильванії, разом з їхніми звичаями, способом життя і веденням воєн - Київ : ФОП Стебеляк, 2017. - 168 с.

16. Гидрологические и водно-балансовые расчеты/ Под ред Н.Г. Галущенко. К.: Вища школа., 1987. С.56-84.

17. Гидрометеорологическая служба Украины за 50 лет советской власти // Л.: Гидрометиздат, 1970. -272с.25.

18. Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты. Л.:Гидрометеиздат, 1979. С. 42-157.

19. Гошовський С. В., Саніна І. В., Люта Н. Г. Технічний звіт “Ідентифікація та розмежування підземних водних об’єктів у басейні річки Дніпро в Україні”, 2019. https://www.euwipluseast.eu/images/2019/04/GWB-Delineation-DNIPRO_UA_final.pdf

20. Государственный водный кадастр. Гидрологическая изученость, том 5/ под ред. Л.Л. Мордухай-Болтовского. – Л.: Гидрометиздат. 1963 г.

21. Государственный водный кадастр. Гидрологическая изученость, том 6/ под ред. Л.Л. Мордухай-Болтовского. - Л.: Гидрометиздат. 1963 г. - Вып. 2

22. Государственный водный кадастр. Гидрологический ежегодник / под ред. Федоровича Е. К., Бархан С. Г., Жербицкого Л. Б. – 1990. – Вып. 2

23. Грищенко О., Пронь Т. Можливості участі української гідрографії у проєкті RIS (річкова інформаційна система). Вісник Держгідрографії, № 2 (10), червень 2005 р.

24. Гребінь В.В., Василенко Є.В. Аналіз сучасних змін факторів формування та характеристик весняного водопілля річок басейну Прип'яті (в межах України). Фізична географія та геоморфологія, 2012. Т.2(66). с. 161-167.

25. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В.Гребінь. – К. : Ніка-Центр, 2010. – с.

26. Державний водний кадастр. Гідрологічний щорічник / під ред. О.О. Косовця. – 2000. – Вип. 2

27. Євген Володимирович Оппоков - засновник практичної та наукової гідрології (до 145-річчя від дня народження) / О. Косовець, В. Хільчевський, М. Довгич та ін. // Дослідження з історії техніки. - 2013.- Вип. 17. - С. 42-48.

28. Заставний Ф.Д. Фізична географія України: Підручник для 8 класів серед, загальноосвіт. шк. — К. : Форум, 2000. — 239с.: іл., карти.

29. Загальна гідрологія / За ред. В. К. Хільчевського і О. Г. Ободовського — 2-ге вид., доповнене. — К.: ВПЦ «Київський університет», 2008. — 399 с. - ISBN 978-966-439-016-0

30. Звіт про науково-дослідну роботу «Гідроекологічна оцінка енергетичного потенціалу річок басейну Дніпра (в межах України) в умовах змін клімату» № ДР 0116U004827, 2017. С. 49-60.

31. Ільїна О.В. Гідрогенні ландшафти Волині // Матеріали VII Міжн. наук.- практич. конф. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2004. – Т. 57. Географія і геологія. – С. 41.

32. Ибад-Заде Ю.А. Наносный режим рек. М., Стройиздат, 1989, 323 с.

33. Каталог річок України / Уклад. Галина Іванівна Швець, Н.І. Дрозд, Сергій Пилипович Левченко ; Відп. ред. В.І. Мокляк . – Київ : Видавництво АН УРСР, 1957 . – 192 с. : карт.

34. Коротка історія освоєння Дніпра // Яцик А. В., Яковлев Є. О., Осадчук В.О. До питання щодо спуску Київського водосховища / За ред. А. В. Яцика. — К.: Оріяни, 2002. — С. 6-12.

35. Лисогор С.М. (ред.) Загальна гідрологія, Підручник. - К.: Фітосоціоцентр, 2000р. - 264 с. - ISBN 966-7459-57-8

36. Маринич О.М., Ланько А.І., Щербань М.І., Тищенко П.Г. Фізична географія Української РСР. – К.: Вища школа, 1982. – 208 с.

37. Маринич О.М., Шищенко П.Г. Фізична географія України: підручник.- Київ: Знання, 2005. 511с.

38. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Східний видавничий дім, 2013. — Т. 3 : С — Я. — 644 с.

39. Математичне модулювання на ЕОМ-3. Отримання, перетворення та інтерпретація біосигналів і медичних зображень: методичні вказівки до виконання комп'ютерних практикумів з навчальної дисципліни «Математичне модулювання на ЕОМ-3. Отримання, перетворення та інтерпретація біосигналів і медичних зображень». / Уклад.: д.б.н., с.н.с. Є. А. Настенко, к.т.н., доцент В. А. Павлов, к.т.н. О. К. Носовець, к.т.н. В. С. Якимчук. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 115 с.

40. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу / В. В. Гребінь, В. Б. Мокін, В. А. Сташук, В. К. Хільчевський, М. В. Яцюк, О. В. Чунарьов, Є. М. Крижановський, В. С. Бабчук, О. Є. Ярошевич — К.: Інтерпрес, 2013. — 55 с.

41. Методичні вказівки до виконання практичних робіт із дисципліни «Математичні методи в гідрометеорології» для студентів географічного факультету / упоряд. О. І. Лук'янець.- К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – 60 с.

42. Мольчак Я., Р. Мігас. Річки Волині – Луцьк: Надстир'я», 1999- 174 с.

43. Овчиннікова Н. Б. Мінеральні води з підвищеною мінералізацією у межах України [Електронний ресурс] / Н. Б. Овчиннікова, В. М. Шестопапов //

Геологічний журнал. - 2019. - № 3. - С. 24-36. - Режим доступу:
http://nbuv.gov.ua/UJRN/geojur_2019_3_5

44. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України: довідковий посібник / за ред. В.М. Хорєва, К.А.Алієва. - К.:Ніка-Центр, 2001. - 392 с.

45. Радіоекологічний стан малих річок Полісся. Васенков Г. І., Поліщук О. Е., Буднік І. П. - Наукові доповіді НАУ” 2006–4(5)

46. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. Л.:Гидрометеиздат, 1974. С.21-348.

47. Сокольчук К.І. Водність річок правобережної частини басейну Прип’яті: часова та просторова мінливість. Сокольчук К.І., Корнієнко В.О. // VII Всеукраїнська наукова конференція “Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології”, присвячена 100-річчю від дня заснування Національної академії наук України (13-14 листопада 2018 р., м. Київ). ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ. – К.: Ніка-Центр, 2018. – 206 с.

48. Сокольчук К.І. Оцінка репрезентативності рядів спостережень та вибірових параметрів розподілу середнього річного стоку води річок на правобережній частині басейну Прип’яті. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2019. № 2 (53). С. 31-37.

49. Сокольчук К. І. Оцінка достовірності та незміщеності параметрів розподілу середнього річного стоку води річок правобережжя Прип’яті. Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «ШЕВЧЕНКІВСЬКА ВЕСНА – 2019: ГЕОГРАФІЯ». Географічний факультет КНУ імені Тараса Шевченка. м. Київ, 11 квітня 2019 р.

50. Сусідко М. М Районування території України за ступенем гідрологічної небезпеки / / М. М. Сусідко, О. І. Лук’янець // Наук. пр. УкрНДГМІ. – 2004 . – Вип. 253. – С.196-20.

51. Термічний та льодовий режим річок басейну Дніпра з другої половини ХХ століття/ В.М. Струтинська, В.В. Гребінь.- К.: Ніка-Центр, 2010. 196 с.

52. Управление трансграничным бассейном Днепра: суббасейн реки Припяти: монография / под ред. А.Г. Ободовского, А.П. Станкевича и С.А. Афанасьева. - К.: Кафедра, 2012. - 448 с.

53. Фініковський Ю., Солом'янюк Л. Річка Прип'ять: географічні характеристики та історія дослідження // Минуле і сучасне Волині та Полісся. Любомль та Любомильщина в українській та європейській історії. Науковий збірник. Випуск 63. Матеріали Міжнародної історико-краєзнавчої конференції, 24 — 25 жовтня 2017 року, м. Любомль. Упоряд. Г.Бондаренко, О.Остапук, А.Силюк. — Луцьк, 2017

54. Фізична географія України: підручник для учнів старших класів середніх шкіл та студ. / Ф. Д. Заставний ; Львівський держ. ун-т ім. І.Франка. - Львів : [б.в.], 1996. - 232 с. - ISBN 966-7119-01-7

55. Хільчевський В. К. та ін. Гідрохімія річок Лівобережного лісостепу України : навчальний посібник. — К. : Ніка-центр, 2014. — 230 с.

56. Чорний І.Б. Географія ґрунтів з основами ґрунтознавства: Навчальний посібник. – К.: Вища школа, 1995. – 240с.

57. Штойко П. І. Географія України : лекції з дисципліни для студентів 1 курсу факультету туризму спеціальності "Туризм" ОКР "Бакалавр" / Штойко П. І. - Львів, 2019. - 114 с.

58. Щербак Д. В., Огар В. В. Стратиграфія Українського щита та його схилів : Навчальний посібник. — К. : ВПЦ Київського університету, 2005. — 85 с.