

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Географічний факультет
Кафедра гідрології та гідроекології

На правах рукопису

УДК 556.16

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
на тему:
«ОЦІНКА ВЕРТИКАЛЬНИХ РУСЛОВИХ ДЕФОРМАЦІЙ РІЧОК
БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ»

Галузь знань 10 – Природничі науки
Спеціальність 103 – Науки про Землю
Освітня програма - Управління та екологія водних ресурсів

студентки 4 курсу

Іванової Юлії Євгеніївни

Науковий керівник:

доктор геогр. наук, професор

Ободовський О.Г.

Київ - 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ПРИРОДНІ УМОВИ РІЧОК БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ	5
1.1 Географічне положення території регіону дослідження	5
1.2 Геологічна будова і рельєф території регіону дослідження	7
1.3 Опис кліматичних умов.....	11
1.4 Ґрунти й рослинність території регіону дослідження	14
1.5 Господарська діяльність на території регіону дослідження.....	18
РОЗДІЛ 2. ВОДНИЙ РЕЖИМ РІЧОК БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ	22
2.1. Гідрографічна характеристика регіону дослідження	22
2.2. Моніторингова мережа басейну	27
2.3. Водний режим регіону дослідження.....	32
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ОЦІНКИ ВЕРТИКАЛЬНИХ РУСЛОВИХ ДЕФОРМАЦІЙ.....	46
3.1 Руслові процеси й руслові деформації	46
3.2 Методи оцінки вертикальних руслових деформацій	48
РОЗДІЛ 4. КОНТИНУАЛЬНА ОЦІНКА ВЕРТИКАЛЬНИХ ДЕФОРМАЦІЙ РІЧОК БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ	50
4.1 Характеристика повздожніх профілів річок басейну.....	50
4.2 Континуальна оцінка вертикальних деформацій досліджуваної річки	54
5. ДИСКРЕТНА ОЦІНКА ВЕРТИКАЛЬНИХ ДЕФОРМАЦІЙ РІЧОК БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ	55
5.1 Дискретна оцінка вертикальних деформацій (річка Західний Буг – пост Кам’янка-Бузька).....	56

5.2 Дискретна оцінка вертикальних деформацій (річка Західний Буг – пост Сасів).....	57
5.3 Дискретна оцінка вертикальних деформацій (річка Полтва – пост Буськ)	59
5.4 Дискретна оцінка вертикальних деформацій (річка Рата – пост Волиця) .	61
5.5 Дискретна оцінка вертикальних деформацій (річка Рата – пост Межиріччя)	63
5.6 Дискретна оцінка вертикальних деформацій (Західний Буг – пост Франкополь (Польща))	65
5.7 Дискретна оцінка вертикальних деформацій (Західний Буг – пост Вишків (Польща))	67
5.8 Порівняльний аналіз отриманих результатів континуально-дискретної оцінки	69
ВИСНОВКИ.....	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	74

ВСТУП

Актуальність питання. Вертикальна деформація русла річки - це явище, яке викликає зміни базису ерозії, кінцевим результатом яких є поздовжні профілі річки. В результаті вертикальної деформації абсолютна висота русла постійно змінюється і відбувається під впливом ерозійних та акумулятивних процесів. Зміни висоти русла впливають на абсолютні рівні води, що використовуються в багатьох галузях економіки (наприклад, промисловий і комунальний водозабір, експлуатація ГЕС і АЕС, водний транспорт, гідротехнічне будівництво та обслуговування тощо) [5].

Незважаючи на досить повну гідрологічну вивченість рівнинних річок України, інформації про руслові процеси, тобто вертикальну деформацію русла річок, недостатньо. Наразі цьому питанню приділяють недостатню кількість уваги.

Мета і завдання роботи. Провести аналіз інтенсивності прояву вертикальних деформацій на річках басейну Західного Бугу, виконати дискретну і континуальну оцінки вертикальних деформацій на річках басейну.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктами дослідження є річки басейну Західного Бугу на території України й Польщі. Предметом дослідження є встановлення вертикальних деформацій на річках басейну.

Методика досліджень. Згідно поставленої мети, проводилася дискретна оцінка. Для визначення інтенсивності прояву вертикальних деформацій на річках басейну Західного Бугу використовувався метод аналізу кривих витрат води - $Q = f(H)$. Тобто оцінювалися графіки зв'язку витрат води - Q , м³/с, з рівнями води - H , см [12]. При континуальній оцінці аналізуються суміщені поздовжні профілі річки.

РОЗДІЛ 1. ПРИРОДНІ УМОВИ РІЧОК БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ

1.1 Географічне положення території регіону дослідження

Територія України охоплює басейни двох річок, що впадають у Балтійське море, в межах Волинської та Львівської областей. Зокрема, це Західний Буг і Сан (входить до басейну Вісли).

Річка Західний Буг є другою притокою річки Вісла і має транскордонний характер. Її басейн проходить через три країни: Білорусь, Польщу та Україну.

У межах України басейн річки Західний Буг простягається на дві області – Волинську та Львівську. Цей басейн межує з Польщею на заході, басейном річки Прип'ять на сході, басейном річки Дністер на півдні та басейном річки Сан на південному заході [15].

Загалом річка Західний Буг має довжину 772 кілометри, з яких 404 кілометри протікають через територію України. Загальна площа її басейну становить 39 580 квадратних кілометрів, з яких 11 205 квадратних кілометрів припадають на 1,86% всієї площі України [15].

Після ухвалення урядом Польщі у 1962 р. нового порядку приток р. Вісли, річка Західний Буг стала притокою 2-го порядку р. Вісли, тепер вважається, що він впадає в Нарев, а не навпаки, як раніше. Це призвело до зменшення площі басейну річки Західний Буг з 73 470 квадратних кілометрів до 39 580 квадратних кілометрів. Відповідно, площа басейну річки Нарев збільшилася [24].

Витоки річки розташовані на північній межі краю Поділля в Гологорах, на висоті 311 метрів над рівнем моря, а впадіння річки в річку Нарев відбувається у районі Зегжинського водосховища, яке було створене після перекриття води річки Нарев дамбою Домбе. Середня абсолютна висота басейну дорівнює 183 м над рівнем моря, при цьому 34% території розташовані на висоті від 100 до 200 метрів над рівнем моря [18].

Решта 224 кілометрів річки протікають по території Польщі, де вона впадає в річку Нарев, у межах Зегжинського водосховища. Площа басейну в

Польщі становить 39420 км². Польська частина басейну річки Буг розташована у Люблінському, Підляському та Мазовецькому воєводствах. У басейні річки Буг переважають орні землі (50,3%). Луки та пасовища вкривають 17,7%, ліси становлять 23,5% площі водозбору [23].



Рис. 1.1. Географічне положення р. Західний Буг на території України, Польщі й Білорусі [3]

У подальшому на ділянці 184,8 кілометра річка слугує природним державним кордоном між Польщею та Україною (Волинська область), а уздовж 178,2 кілометра – між Польщею та Білоруссю. На території України

простежується значний антропогенний вплив на екосистему річки, що призводить до ряду несприятливих процесів. І це має великі наслідки для природоохоронних органів у Польщі, де річка Західний Буг впадає в Зегжинське водосховище, що є основним джерелом питної води для Варшави. Отже, стан якості води в річці має особливе значення. Отже, гідроекологічні проблеми, які можуть виникнути в українській частині басейну, є важливими не тільки для України, а й для сусідніх держав [3].

1.2 Геологічна будова і рельєф території регіону дослідження

Річка Західний Буг бере початок на Подільській височині на заході України. Спочатку вона тече на захід, але потім повертає на північ. Річка проходить через Брест уздовж східного краю Люблінського плато, протікає через Підляшшя і впадає в річку Нарив поблизу Варшави, поблизу її злиття з Віслою. Регіон належить до зони, що характеризується змішаними лісами та широколистяними лісами.

У басейні річки Західний Буг природний ландшафт дуже різноманітний. На північ від Червонограда річка перетинає болотисту місцевість Малого Полісся, перетинає західну частину Волинської височини, продовжується на північ повз село Високе (594 км від гирла річки) до кордону між Польщею та Білоруссю (380 км від гирла) [1].

Басейн Західного Бугу розташовано у трьох фізико-географічних областях: верхня частина на Подільській височині, Мале Полісся, західні схили Волинської височини, та гирла річок Білосток і Луга та Волинське Полісся.

Подільське та Волинське плато - це хвилясті рівнини, вкриті лесовими відкладами. Витоки річки Західний Буг розташовані на Подільській височині та пересіченій місцевості, де форми рельєфу сформувалися внаслідок ерозії та денудації.

Басейн Західного Бугу, на території Малого Полісся, являє собою низьку рівнину, вкриту кіркою піщаних льодовиково-річкових відкладів, частково лесів і глинистих вивітрених мергелів. Рельєф рівнини сформований дрейфом льодовиків і не перевищує 200 метрів у висоту. Річкова мережа добре розвинена. Долини м'якої хвилястої форми з пагорбами та улоговинами.

У суббасейні Західного Бугу рельєф характеризується неглибокими річковими долинами з невеликими глибинами, часто з пологими схилами та водно-болотними угіддями. У лісостепу переважно зустрічається сильно фрагментована поверхня, що складається з сильно еродованих, розчинних порід.

Басейн річки Західний Буг знаходиться в південно-західній частині Руської платформи, яка належить до Карпатської гірської системи [17].

На Руській платформі переважають верхньокрейдові відклади, які утворили ерозійні схили різного віку, від палеозою до нижньої крейди, і виходять на поверхню в долині лівої притоки Дністра та в долині Західного Бугу. Серед цих відкладів можна виокремити сенонські глауконітові пісковики з мергелевим цементом, вапнякові пісковики, зеленокам'яні мергелі з фосфоритовими конкреціями і кварцовою галькою, вапняки, а також туринські вапняки з мергелями і вапняки. Верхньокрейдяні відклади включають мергелі, аргіліти, вапняки та піщані прошарки пухової світи. Третинні відклади є широко поширеними і мають значний вплив на формування сучасних форм рельєфу. Волинська височина - це пом'якшений старий рельєф, що утворився внаслідок сильних піднятих, які підняли поверхню верхньокрейдових порід і, ймовірно, знищили існуючий твердий скельний покрив. Льодовикові моренно-валунні та водно-льодовикові супіщані відклади вирівняли нерівності старого рельєфу.

На північ від Волинської височини розташована долина Західного Бугу, яка входить у склад Поліської низовини і характеризується такими рівнинами: залишками неглибокого четвертинного покриву та ерозії, моренною рівниною, а також моренно-піщаними рівнинами з потужним четвертинним покривом.

Рельєф досліджуваної території складний і різноманітний, складається з височин, западин і низовин, розчленованих річковими долинами.

У регіоні гірських і рівнинних форм рельєфу карст може бути розвиненим на великих площах або проявлятися у вигляді малопомітних форм в мережі долин і ерозії. Нерівномірний розподіл цих явищ по великих територіях можна пояснити декількома причинами, такими як обмеженість розмірів карстових порід, сильно розчленований рельєф на ділянках з такими виходами, невелика глибина ерозії покривних відкладів, а також високий вміст нерозчинних осадів у карстових карбонатних породах, що їх покривають [17].

Характерна форма басейну річки Буг складається з двох різних частин, з'єднаних вираженим звуженням між Городло і Злодавою (рис. 1.2). Верхня частина має ширину басейну - 70-100 км, нижня - до 120 км, а у вищезгаданому звуженні - 30-40 км. Геологічні дослідження, проведені в попередні роки, дають підстави вважати, що існують дві річкові системи, які в недалекому геологічному минулому були пов'язані між собою. Верхня частина басейну Бугу виникла внаслідок довготривалої геологічної трансформації, що тривала протягом багатьох мільйонів років. Багато фактів вказують на те, що вона колись входила до басейну Чорного моря, як частина басейну Дністра. Нижня частина басейну річки Буг сформувалася після відступу льодовикового покриву, який ще був присутній на цій території 170 тисяч років тому. Різноманітність цієї частини басейну свідчить про те, що процес її формування відбувався поступово разом із зникненням льодовикового покриву [18].



Рис. 1.2 Водозбірний басейн річки Буг [18]

1.3 Опис кліматичних умов

Клімат басейну Вісли є помірно-континентальним, подібний до помірно-морського клімату західноєвропейського регіону, з невеликою кількістю опадів взимку і вологим літом. Регулярне танення снігу взимку, велика кількість хмар та опадів, що коливаються від 0,10 до 0,30 мм/год, призводять до повеней влітку і восени. Загальна річна кількість опадів варіюється від 500 мм (у підбасейні річки Західний Буг) до 1070 мм (у підбасейні річки Сян) і змінюється залежно від місяця [5]. Середня відносна вологість повітря протягом року становить 78%. Кліматичні умови поступово змінюються з заходу на південний схід, зменшуючи кількість опадів і стоку та збільшуючи випаровування. Цей регіон знаходиться під впливом континентальних і атлантичних повітряних мас помірних широт. Характеризується перехідним атлантично-континентальним кліматом, що поступово переходить від помірно-теплого і вологого західноєвропейського клімату до континентального східноєвропейського [3].

Він характеризується великою кількістю опадів (>550 мм/рік), річними амплітудами температур, що не перевищують 24°C, м'якою зимою (середня температура 3,5-5°C) з частим таненням снігу і нестабільним сніговим покривом, помірно теплим літом з нормальною кількістю опадів протягом вегетаційного періоду і відсутністю тривалих посушливих або сухих періодів.

Середньорічна температура в регіоні коливається від 6,7°C до 7,5°C. Найвища температура, зафіксована в басейні, становить +38°C, а найнижча - 39°C. Січень - найхолодніший місяць, а червень - найтепліший (див. у таб. 1.1). Протягом зими температура має широкі коливання. Найвища середня температура спостерігається у липні, приблизно 18,0-18,5 °C. Іноді є відхилення від середніх значень температури за кілька років [3].

Таблиця 1.1.

**Основні багаторічні кліматичні характеристики в басейні р.Західний Буг
за метеостанціями (МС) Світязь і Володимир-Волинський [3]**

Характеристика	МС Світязь	МС Володимир- Волинський
Середня кількість опадів, мм	540	620
Середня річна температура, °С	7,5	7,2
Абсолютний максимум температури, °С	+38	+38
Абсолютний мінімум, °С	-33	-39
Середня тривалість безморозного періоду в повітрі, днів	160 і більше	155-160
Середнє число днів із сніговим покривом	70-80	70 і менше
Абсолютна вологість повітря, мб	9,0	9,1
Відносна вологість повітря, %	78	80
Середньорічна швидкість вітру, м/с	3,8	3,9
Найбільша швидкість вітру:		
а) можлива один раз на рік, м/с	19	20
б) можлива один раз на 20 рр., м/с	24	26
Випаровування з водної поверхні, P=50 %	550	-

Графіки сумарних опадів для чотирнадцяти регіонів і всієї Польщі за період 1961-2009 років показані на рис. 1.3. Середня сума опадів для всієї Польщі за цей період склала 623,7 мм. Найменші значення спостерігаються в центральній Польщі, на Середньопольській низовині та на Поліссі (548,2 мм), особливо в басейні річки Західний Буг [25].



Рис. 1.3. Середньорічна кількість опадів для Польщі та у фізико-географічних регіонах [25]

Замерзання річки Західний Буг відбувається у кінці грудня і до середини березня. Термічний режим визначається радіаційними факторами, характеристиками вхідного повітряного потоку, станом підстильної поверхні, рослинністю і сніговим покривом.

У зимовий період циркуляційні процеси є дуже важливими, часта зміна повітряних мас призводить до нестабільності температури.

Влітку активність низького тиску зменшується, і температура є більш стабільною.

Опади є вирішальним фактором у формуванні гідрологічного режиму.

У цьому регіоні кількість опадів зменшується в напрямку з заходу на північний схід та з північного заходу на південний схід. Глибина промерзання ґрунту досягає найбільшого значення у Володимирі-Волинському і становить 91 см. Річки живляться за рахунок танення снігу та опадів. Весняний стік

формується в результаті розтанення снігу, тому оцінка весняного стоку в основному базується на характеристиках снігового покриву перед його таненням.

Через часте танення снігу сніговий покрив є нестабільним. Основними характеристиками снігового покриву, що використовуються для визначення весняного стоку до танення снігу, є висота снігу, щільність та максимальний вміст води. Розподіл висоти снігового покриву нерівномірний. Сніготанення триває у середньому 25-30 днів [3].

1.4. Ґрунти й рослинність території регіону дослідження

Ґрунти у басейні річки Західний Буг відрізняються різноманітністю складу, будови профілю та фільтраційних характеристик. Різноманітні фактори сприяють утворенню складного та різноманітного ґрунтового покриву, який об'єднує різні типи та види ґрунтів. У суббасейні Західного Бугу поширені дерново-підзолисті ґрунти, тоді як у виглядинах поблизу карстових озер та на річкових долинах переважають болотні та торф'яні ґрунти. У лісостепових районах (включаючи Львівську та південну частину Волинської областей) домінують сірі ґрунти, з невеликою кількістю чорноземів та дернових ґрунтів.

Дернові ґрунти займають більшість луків і пасовищ, а також більшість орних земель. Ці ґрунти поширені в поліських регіонах, особливо в Малому Поліссі.

Лучно-болотні ґрунти зустрічаються переважно в заплавах річок і глибоких долинах. Болотні зустрічаються на нижніх терасах річкових заплав, де ґрунтові води виходять на поверхню. Торф'яно-болотний ґрунт розташовується на низинних торфовищах, іноді на заплавах малих річок. Торф'яно-болотні ґрунти з шаром торфу, що перевищує 50 см, частіше спостерігаються в заплаві річки.

У суббасейні річки Сян ґрунти сформувалися в результаті поєднання двох ґрунтоутворювальних процесів: дернового та підзолистого. Залежно від інтенсивності їх прояву сформувалися різні генетичні типи і підтипи ґрунтів [9].

Різноманітні ґрунтові типи, такі як дернові, підзолисто-дернові та лучні, покривають значні території, у той час як менша частина займається лучно-болотними ґрунтами. Лучні ґрунти в основному використовуються як пасовища, але після розчищення дренажних каналів деякі з них стали оброблятися під сільськогосподарські культури. Зокрема, на Надсянській рівнині пасовищні, торф'яні та болотні ґрунти перемежуються на ділянках, прилеглих до заплав річок Ретичин, Шкло, Віжомля а також у долинах і закритих улоговинах.

Ці ґрунти розподілені дисконтинентально на різних типах відкладів, які є частиною алювіальних та делювіальних формувань. Дернові ґрунти переважають у неглибоких ущелинах на піщаних рівнинах, і часом вони можуть бути знайдені на височинах, таких як узлісся колишніх лісів. Регіон може бути розділений на дві частини - рівнинну і гірську, в залежності від взаємозв'язку між ґрунтами та кліматичними умовами. Рівнинна частина включає Західне Полісся в межах Волинського Полісся у басейні річки Західний Буг, Прип'ять і Мале Полісся у басейні річок Західний Буг і Сян [9].

Близько 80% площі Польщі займають бурі, підзолисті ґрунти. Переважають у низинних і озерних районах. Менше у високогір'ях і горах (особливо підзолистих). За сільськогосподарською корисністю найціннішими з них є буроземи.

Більший відсоток (бл. 5%) припадає на алювіальні ґрунти. Вони утворені на території в дельті Вісли, завдяки чому Жулави Вісяне є одним із найродючіших районів Польщі.

Болотні ґрунти займають приблизно 7% території країни і, окрім річкових долин, поширені переважно на Підляшші, Поліссі та в озерних районах [9].

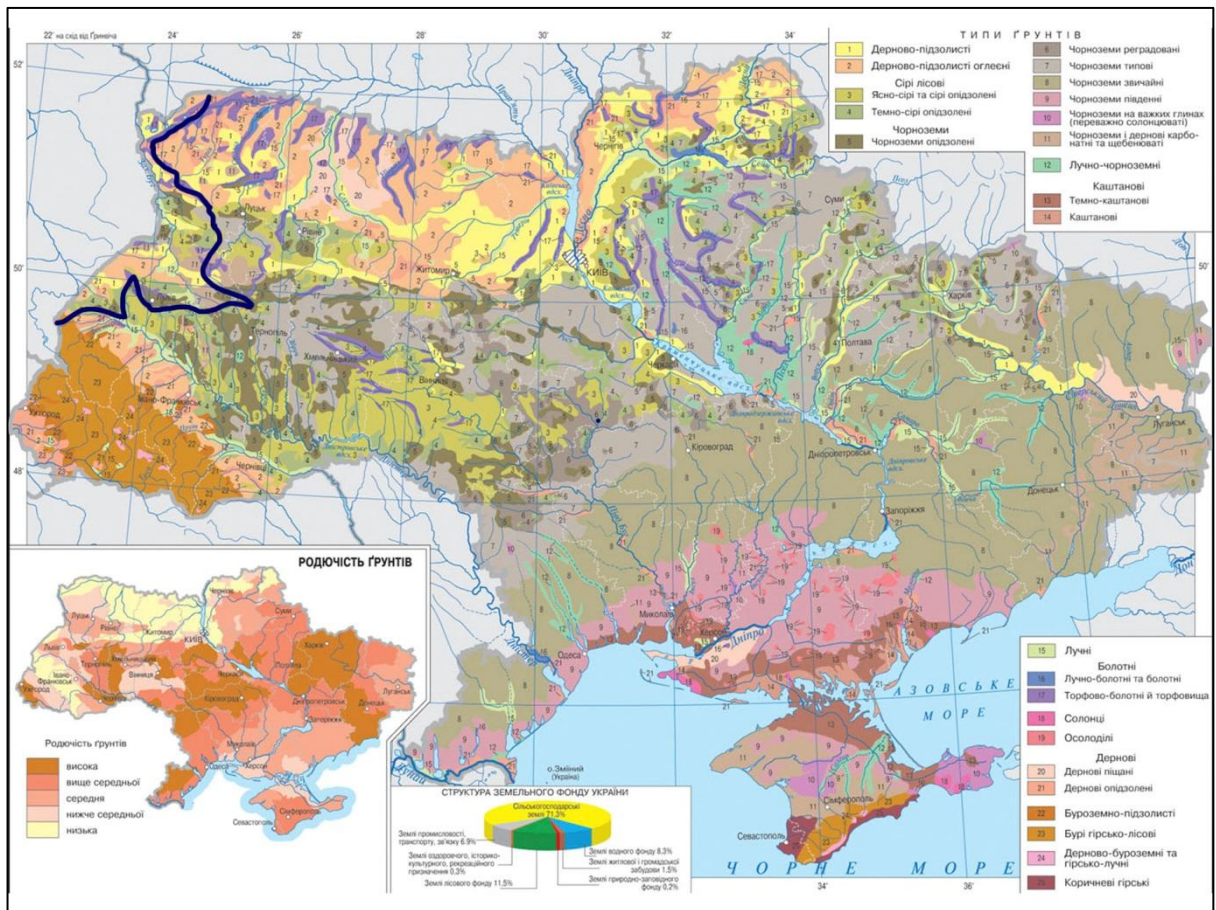


Рис. 1.4. Ґрунтовий покрив території басейну Західного Бугу в Україні

[4]

Дерново-карбонатний ґрунт є якісним через свій глибокий профіль. Вони розвинулися на карбонатних породах Малопольської та Люблінської височини. Разом вони становлять приблизно 1% території країни.

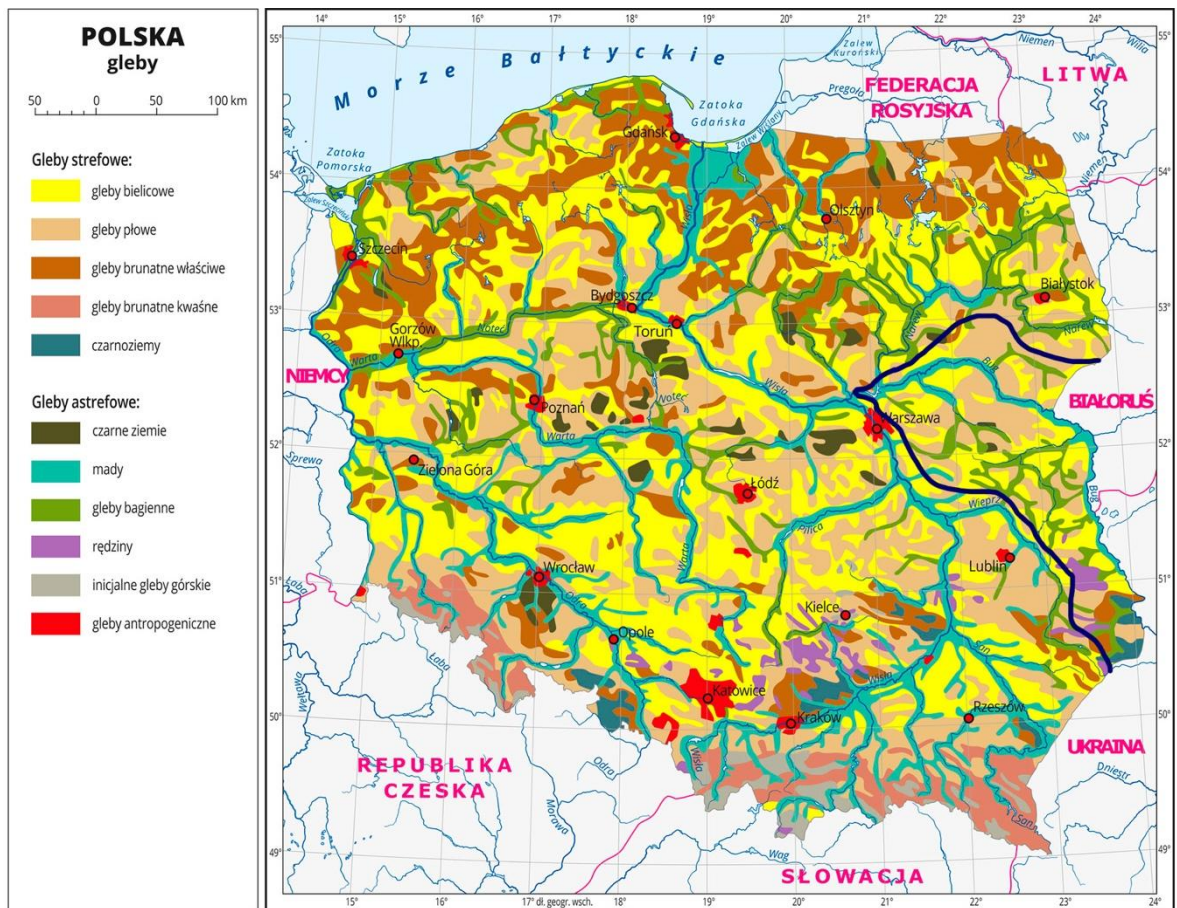


Рис. 1.5. Ґрунтовий покрив території басейну Західного Бугу у Польщі

[4]

Тут переважають вологолюбні чагарники та болотні рослини, такі як верби, осоки, мохи та лишайники.

Рослинність лісостепу складається з широколистяних лісів з поступовим зміщенням рослинного складу із західної частини до східної. Ліси більш поширені на півночі Верхобузької та Стирської рівнин, а й у Розточчі. Найбільше поширені дубові, дубові та грабові ліси з ліщиною, березою, осикою та кленом як підліском. Хвойні ліси поширені в басейнах річок Латаття та Західного Бугу [9].

1.5 Господарська діяльність на території регіону дослідження

Найзабрудненішою частиною басейну річки Вісла в Україні є річка Полтва, що є притокою Західного Бугу. Найбільшим джерелом забруднення в басейні є КП "Львівводоканал", що робить скиди стічних вод у річку Полтва.

Головними водокористувачами в басейні р. Західний Буг є промисловість, житлово-комунальне господарство та сільське господарство. У маловодні роки використовують воду здебільшого для зрошення та зволоження посушливих територій.

За даними Державного водного агентства України, у 2001 році з природних водних об'єктів басейну забрали 115,2 млн. кубометрів води, з яких 22,8 млн. кубометрів (20%) - з річок, озер та водосховищ, а 92,4 млн. кубометрів (80%) - з підземних джерел [3].

Для житлово-комунального використання було забрано 47,7 млн кубометрів (52%), для промислових потреб - 15 млн кубометрів (17%), для сільського господарства - 11,5 млн кубометрів (13%), для рибного господарства - 3,2 млн кубометрів (3%) та для інших потреб - 13 млн кубометрів (14%). На той час скиди стічних вод були приблизно 195 мільйонів кубометрів, при цьому співвідношення нормативно чистих до забруднених (недостатньо очищених або неочищених) стічних вод становило 9:1 [3].

Також скиди стічних вод Львова відіграє дуже важливу роль в очисних спорудах міста в басейні річки Західний Буг, яка протікає територією України та Польщі. Як показано на рис. 1.6., у 1999 році добовий скид стічних вод Львова становив майже 86% добового скиду стічних вод усіх міст обох країн (489 863 кубометрів на добу) і близько 89% загального скиду міських очисних споруд в Україні.

У складі стічних вод потрапляють у Західний Буг через річку Полтва 75% завислих речовин, 80% загальних солей (у перерахунку на сухий залишок), 78%

сульфат-іонів, 90% хлорид-іонів, 73% амонійного азоту, 84% нітратів і 95% заліза [3].

У басейні річки Буг розташовано 25 міст, які відрізняються за економічним статусом, чисельністю населення та характером забудови. Їх економічне та промислове зростання є результатом локалізації на перетині основних залізничних та автомобільних шляхів, а у випадку Тереспоя - на перетині кордону. У басейні річки домінують міста з невеликою кількістю мешканців. Можна виділити лише три найбільші міста: Седльце (72 858 мешканців), Бяла-Підляська (55424 мешканців) та Хелм (69016 мешканців).

На території водозбору можна знайти дев'ять видів промислової діяльності. До них відносяться шкіряна, скляна, керамічна, машинобудівна, легка, цементна, електроенергетична, харчова та туристична промисловість. Шкіряна промисловість локалізована у Влодаві, хоча вона є дуже шкідливою для навколишнього середовища. В околицях Вишкова та Хелма працюють підприємства скляної промисловості. На території від Хелма до Белжеця функціонують гончарні заводи. Машинобудівна промисловість зосереджена у великих містах, таких як Лукув, Влодава, Біла Підляська, Хелм, Мендзижеч та Седльце. У Хелмі розташоване одне з найбільших польських підприємств цементної промисловості. Галузі високих технологій, наприклад, електротехнічна промисловість, можна зустріти в північно-західній частині басейну, а саме у Венгрові, Возниках та Білій Підляській [3].

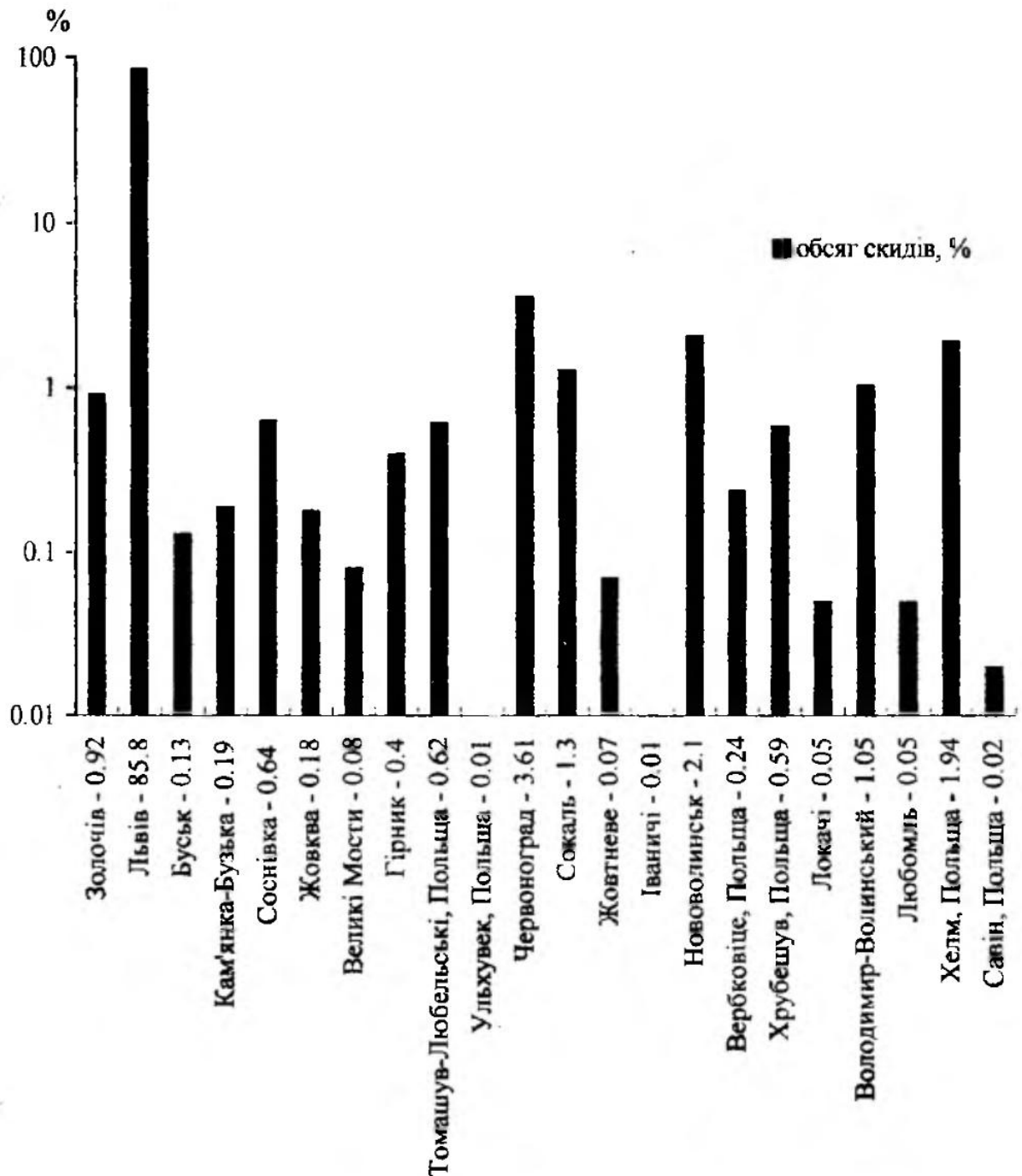


Рис. 1.6. Добові обсяги скидів стічних вод міських очисних споруд в Україні та Польщі р. Західний Буг та її приток, % [міста на горизонтальній осі розташовані зверху вниз за течією головної річки (приток); підписи біля назв міст - відсоток обсягу скидів стічних вод від загальної кількості; на вертикальній осі - логарифмічний масштаб] [3]

Найбільш розвиненою галуззю є харчова промисловість, яка може бути розташована в будь-якому населеному пункті в межах розглянутого водозбору.

Найбільшими секторами цієї галузі є хлібопекарська, молочна, м'ясна, м'ясопереробна, м'ясна та м'ясокомбінати.

Другою найбільш розвиненою галуззю є туризм, який в основному розташований у районах з багатим і красивим ландшафтом. Основними секторами галузі є агрооселі, туристичні атракції (пішохідні, велосипедні та водні маршрути), заклади розміщення та харчування.

Річка Буг разом зі своїми притоками також є приймачем стічних вод з комунальних та промислових джерел. Основними точковими джерелами є надходження стічних вод з найбільш густонаселених міст, які потрапляють до каналізаційної системи, а також стічні води з міських та промислових територій. Факторами забруднення є також стічні води, що надходять з України з шахт і промислових підприємств [20].

РОЗДІЛ 2. ВОДНИЙ РЕЖИМ РІЧОК БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ

2.1. Гідрографічна характеристика регіону дослідження

Річка Західний Буг належить до басейну річки Вісла. Крім того, Західний Буг є транскордонною річкою, що протікає територією трьох сусідніх країн - України, Білорусі та Польщі (у Польщі вона називається Буг). У Польщі річка Західний Буг є основним джерелом питної води у Варшаві і впадає в річку Нарев у водосховищі Зегжинському, що є важливим водним об'єктом. Західний Буг вважається лівою притокою річки Нарев, яка потім впадає у річку Вісла (у цьому випадку довжина Нарева становить 476 км) [16].

Таблиця 2.1.

Морфометричні характеристики басейну р. Західний Буг на території України, Польщі та Білорусі [16]

Країна / Усього	Довжина річки в межах країни / усього, км	Питома частка країни в загальній довжині річки, %	Площа басейну в межах країни / усього, км ²	Питома частка країни в загальній площі басейну, %
Україна	404 (220*)	52 (28*)	11 205	28
Польща	214	28	17 815	46
Білорусь	154**	20**	10 400	26
Буг у межах трьох країн	772	100	39 420	100

Примітка. * – Прикордонна ділянка річки між Україною та Польщею; ** – прикордонна ділянка річки між Білоруссю та Польщею

На території басейну Західного Бугу діють сім водосховищ, їхні загальні обсяги досягають 48,02 км³. Переважна більшість цих водосховищ є малими, з обсягом менше 10 мільйонів кубічних метрів, в той час як лише два з них можна віднести до категорії невеликих, зокрема Турського та Добротвірського. Також на території суббасейну налічується 1086 ставків, їхня загальна площа водного дзеркала становить 3545,97 гектарів, а об'єм води - 43,25 мільйонів кубічних метрів [16].

Об'єм річкового стоку, який формується у межах суббасейну, різниться в залежності від рівня запасів води, і може коливатися від 1,3 до 0,66 кубічних кілометрів на рік, в залежності від погодних умов та інших факторів.

Згідно з класифікацією річок Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу, на українському боці басейну річки Західний Буг зустрічається одна велика річка - це саме Західний Буг, який простягається на 404 кілометри по території України, з площею басейну 11 205 квадратних кілометрів. До інших великих річок цього басейну відносяться Полтва (довжина 60,0 км, площа 1440 км²), Рата (довжина 76,0 км, площа басейну 1820 км²) та Луга (довжина 89,1 км, площа басейну 1351,4 км²). Басейни річок Полтва і Луга повністю знаходяться в межах України, в той час як Рата має своє джерело в Підкарпатському воєводстві Польщі, поруч з українським кордоном, її басейн має площу близько 50 квадратних кілометрів і починається на території обох країн. Окрім цього, існує ще одна важлива річка під назвою Рата, яка є лівою притокою Мухавця і витікає з озера Кримне в Шацькому районі Волинської області.

Українська частина басейну Західного Бугу має значну кількість річок (2045 річок) різних розмірів. Серед них великий відсоток становлять малі річки, які мають важливе значення для місцевих гідрологічних систем. Важливою рисою басейну є різноманітність його водних тіл, яка відображається в різних типах річок, що впливають на екологічний баланс регіону (таблиця 2.2) [16].



Рис. 2.1. Басейн річки Західний Буг [16]

Таблиця 2.2.

Кількість річок окремих категорій у межах української частини басейну р. Західний Буг [16]

Категорія річки	Площа водозбору, км ²	Кількість річок цієї категорії	% від загальної кількості річок
Дуже велика	понад 10 000	1	0,05
Велика	1000–10 000	4	0,2
Середня	100–1000	30	1,45
Мала	менше 100	2010	98,3
Разом		2045	100,0

Серед основних приток річки Західний Буг на українській території виділяються річки Полтва, Рата і Солокія, кожна з яких має свої особливості і важливу роль у гідрологічному житті регіону. Наприклад, річка Полтва, яка починається у місті Львові, має складний рельєф та відмінність у ширині свого русла, що впливає на її водні ресурси та екосистему.

Річка Полтва - є лівою притокою річки Західний Буг, довжиною 60 км з площею басейну 1440 км².

Річка Рата, яка є важливою лівою притокою річки Західний Буг, має своє джерело в Польщі, а потім протікає через територію України, конкретно через Жовківський та Сокальський райони Львівської області. Довжина становить 75 км, а площа басейну - 1 770 км².

Річка Солокія, інша ліва притока річки Західний Буг, має свій витік у Польщі, після чого вона перетинає кордон і протікає територією України, зокрема Сокальським районом Львівської області.

Річка Луга, що вважається правою притокою річки Західний Буг, протікає через Локачинський, Іваничівський та Володимир-Волинський райони у Волинській област. З її довжиною 93 км та площею водозбору 1 348 км², річка розташована у західній частині Волинської височини, маючи трапецієподібну долину і терасовану місцевість (див. таб. 2.3) [3].

У Польщі річки, такі як Гучва, Угерка, Влодавка, Крзна, Лівець, Луг, Мухавець, Лесна, Нурець та Брок, є основними притоками Бугу, що підкреслює важливість річкової системи для гідрологічного балансу регіону.

Таблиця 2.3.

Основні гідрографічні характеристики річок басейну р. Західний Буг на території України [3]

Річка	Куди впадає	Довжина, км	Площа водозбору, км ²	Ширина русла, м	Ширина заплави, м	Тікил, м/км
Золочівка	Зах. Буг	35	232	3-8	500	3,0
Полтва	Зах. Буг	60	1440	6-12	300	0,9
Гологірка	Полтва	24	150	5-6	500	2,9
Перегноївка	Полтва	23	270	5	300	3,9
Яричівський канал	Полтва	56	178	5-6	1000	1,6
Біла	Полтва	31	245	6-10	200	2,4
Думний потік	Полтва	51	287	5-10	500	1,6
Рата	Зах. Буг	75	1770	5-20	1000	1,2
Желдець	Рата	53	227	7-12	400	1,1
Свиня	Рата	40	180	5-10	500	1,5
Біла	Рата	40	180	3-6	800	3,0
Мощанка	Рата	36	190	3-6	500	3,6
Болотна	Рата	33	252	5-7	300	0,7
Солокія	Зах. Буг	88	939	5-20	500	0,4
Білосток	Зах. Буг	30	268	5-10	1000	0,9
Малинівка	Білосток	15	79	5-8	500	2,0
Спасівка	Зах. Буг	27	240	6-7	700	1,0
Холоївка	Зах. Буг	21	36	6-8	500	1,3
Кам'янка	Зах. Буг	37	142	5-8	300	1,2
Солотвина	Зах. Буг	21	151	5	500	1,4
Ясеницький Рів	Зах. Буг	15	62	6	500	1,1
Луга	Зах. Буг	93	1348	10-15	1500	0,7
Стрипа	Луга	24	180	-	-	-
Свинорийка	Луга	16	210	-	-	-
Луга-Свинорийка	Луга	36	343	10	1000	0,7
Риловиця	Луга	22	128	-	-	-
Студянка	Зах. Буг	26	150	-	400	1,7
Золотуха	Зах. Буг	26	291	5	1000	1,3
Неретва	Зах. Буг	35	269	20	400	0,7
Підатка	Зах. Буг	28	271	-	-	-
Гапа	Підатка	13	40	15	200	0,9
Бистряк	Зах. Буг	17	99	18	200	0,5
Ізівка	Зах. Буг	18	59	2	300	2,6
Копайвка	Зах. Буг	57	769	20	200	0,3

Таблиця 2.4.

Основні гідрографічні характеристики річок басейну р. Західний Буг на території Польщі [19]

№	Річка	Довжина (км)	Площа водозбору, км ²	Куди впадає
1	Буг	772	39 420	Нарев
2	Лівець	142	2780	Буг
3	Крзна	120	3353	Буг
4	Нурець	100	2102	Буг
5	Брок	73	811	Буг
6	Нурець	100,2	2102	Буг
7	Точна	39,7	359	Буг
8	Мухавець	113	6350	Буг
9	Угерка	44	575	Буг
10	Удал	32,56	321	Буг
11	Гучва	75	1394,3	Буг

2.2. Моніторингова мережа басейну

До моніторингової мережі басейну р. Західний Буг на території України належить 9 гідрологічних постів, які представлені на рисунку 2.2 (за відповідним номер з табл. 2.5) та їх основні характеристики (див. табл. 2.5.).

Аналізуючи таблицю 2.5 можна побачити, що на території головної річки басейну розташовані 3 гідрологічні пости. 4 гідрологічних поста розташовані на головних притоках Західного Бугу (рис. 2.2). Період спостереження за гідрологічними показниками - більше 45 років на всіх гідрологічних постах. На деяких постах спостереження вже ведуться більше 100 років.

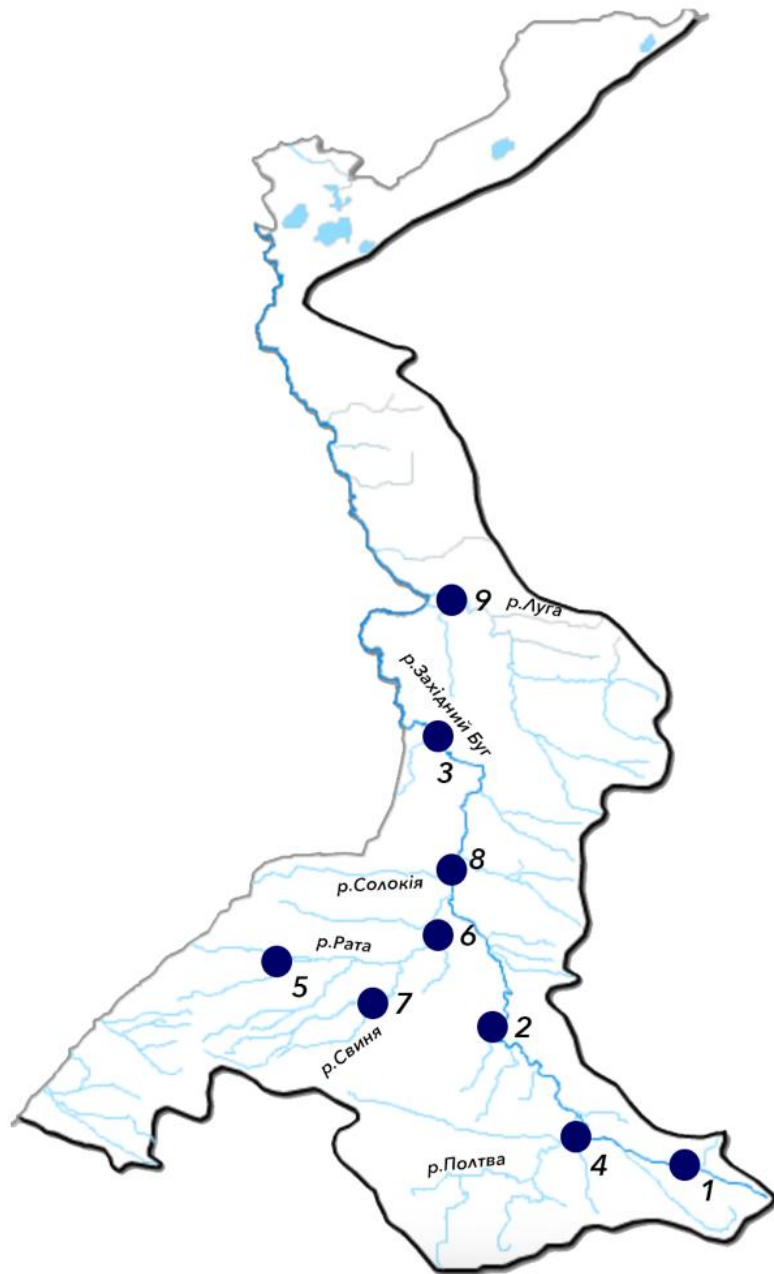


Рис. 2.2 – Карта - схема розташування постів басейну р. Західного Бугу на території України

Таблиця 2.5.

Основні характеристики гідрологічних постів, що здійснюють спостереження в басейні р. Західного Бугу на території України

Номер поста	Назва водного об'єкта	Місцезнаходження поста	Відстань від гирла, км	Площа водозбору, км ²	Період дії (відкритий)
1	р. Західний Буг	смт Сасів	758	107	1888 (31.03.1977)
2	р. Західний Буг	м. Кам'янка-Бузька	689	2350	1913 (19.07.1944)
3	р. Західний Буг	с. Литовеж	602	6740	15.05.1979
4	р.Полтва	м. Буськ	0,2	1440	1887
5	р. Рага	с. Волиця	22	1140	1939
6	р. Рага	с. Межиріччя	3,5	1740	1898
7	р. Свиня	м. Жовква	28	98,6	07.01.1897 (23.09.1954)
8	р. Солокія	м. Червоноград	1,5	931	1901 (29.09.1962)
9	р. Луга	м. Володимир - Волинський	20	1270	1926 (01.12.1964)

На гідрологічному посту на р. Західний Буг - смт Сасів вимірюються характерні рівні води, середні і характерні витрати води, стік весняної повені, дощовий паводковий стік, мінімальні витрати води, температура води, здійснюються спостереження за льодовими явищами.

На гідрологічному посту на р. Західний Буг - м. Кам'янка-Бузька вимірюються характерні рівні води, середні і характерні витрати води, стік весняної повені, дощовий паводковий стік, мінімальні витрати води, температура води. Лише на цьому пості вимірюються витрати і стік завислих наносів, гранулометричний склад завислих та донних наносів. Також ведуться спостереження за льодовими явищами, товщиною льоду.

На гідрологічному посту на р. Західний Буг - с. Литовеж вимірюються характерні рівні води, середні і характерні витрати води, стік весняної повені, дощовий паводковий стік, мінімальні витрати води, температура води, здійснюються спостереження за льодовими явищами, товщиною льоду.

На гідрологічному посту на р. Полтва - м. Буськ вимірюються характерні рівні води, середні і характерні витрати води, стік весняної повені, дощовий паводковий стік, мінімальні витрати води, температура води, здійснюються спостереження за льодовими явищами, товщиною льоду.

На гідрологічному посту на р. Рата - с. Волиця вимірюються характерні рівні води, середні і характерні витрати води, стік весняної повені, дощовий паводковий стік, мінімальні витрати води, температура води, здійснюються спостереження за льодовими явищами, товщиною льоду.

На гідрологічному посту на р. Рата - с. Межиріччя вимірюються характерні рівні води, середні і характерні витрати води, стік весняної повені, дощовий паводковий стік, мінімальні витрати води, температура води, здійснюються спостереження за льодовими явищами, товщиною льоду.

На гідрологічному посту на р. Свиня - м. Жовква вимірюються характерні рівні води, середні і характерні витрати води, стік весняної повені, дощовий паводковий стік, мінімальні витрати води, температура води, здійснюються спостереження за льодовими явищами, товщиною льоду.

На гідрологічному посту на р. Солокія - м. Червоноград вимірюються характерні рівні води, середні і характерні витрати води, стік весняної повені, дощовий паводковий стік, мінімальні витрати води, температура води, здійснюються спостереження за льодовими явищами, товщиною льоду.

На гідрологічному посту на р. Луга - м. Володимир-Волинський вимірюються характерні рівні води, середні і характерні витрати води, стік весняної повені, дощовий паводковий стік, мінімальні витрати води, температура води, здійснюються спостереження за льодовими явищами.

У таблиці наведена площа водозбору досліджуваних гідрологічних постів, що здійснюють спостереження в басейні р. Західного Бугу на території Польщі.

Таблиця 2.6.

Основні характеристики досліджуваних гідрологічних постів, що здійснюють спостереження в басейні р. Західного Бугу на території Польщі [13]

Номер поста	Назва водного об'єкта	Місцезнаходження поста	Площа водозбору, км ²
1	р. Буг	м. Франкополь	31335
2	р. Буг	м. Вишків	39119

2.3. Водний режим регіону дослідження

Водний режим річки формується під впливом кліматичних, гідрогеологічних, геоморфологічних та гідрографічних особливостей басейну.

Західний Буг, що розміщується у Подільському гідрологічному районі, характеризується яскраво вираженою весняною повінню та стабільно. Літньо-осіння та зимова межень є низька і тривала.

Басейн річки Західний Буг в Україні фізично і географічно розподілений на декілька областей, що має значний вплив на місячний розподіл стоку. На рисунку 2.3. показано річний розподіл стоку для типового за водністю року.

Є подібність річного стоку річки Західний Буг до рівнинних річок і характеризується весняною повінню, спричиненою таненням снігу. Цей період збігається з піками рівнів води та витрат. Підвищення рівня води починається з танення льоду, десь за 10-15 днів до розкриття річки, і поступово підвищується до повного танення снігу [1].

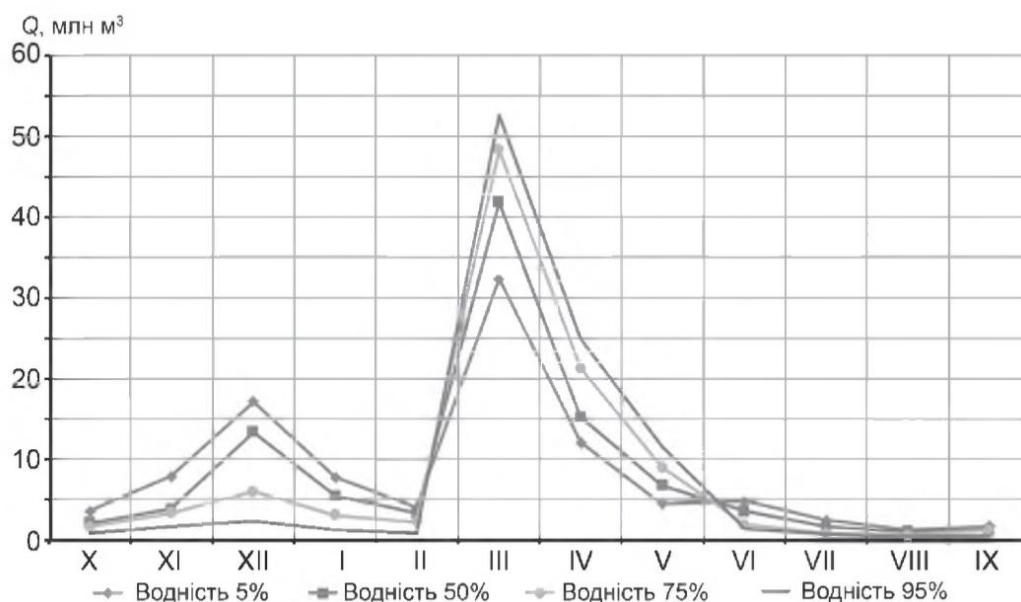


Рис. 2.3. Внутрішньорічний розподіл стоку р. Зах. Буг [1]

У басейні річки Вісла гідрометеорологічні спостереження здійснюються Львівським регіональним центром з гідрометеорології (10 гідрометеорологічних постів на семи річках басейну) та Басейновим управлінням водних ресурсів річок Західного Бугу та Сяну (10 постів на восьми річках басейну). У цілому спостереження здійснюються на дев'яти річках на території басейну Вісли [9].

Ці гідрологічні станції у басейні річки Вісла проводять моніторинг рівнів води, витрат, температури води та льодовим режимом. З двадцяти гідрологічних постів у басейні річки Вісла спостереження за наносами проводяться лише на одному гідрологічному посту [9].

Водні ресурси басейну річки Буг найбільш чітко визначаються середнім стоком. Кількість води, яка стікає з басейну річки Буг, також була складена для профілю водомірного поста у Вишкуві, який охоплює водозбірну площу річки Буг, що становить близько 39119,4 км². Водомір розташований за 33,8 км від гирла Бугу, тоді вважається, що дані профілю характерні для водних ресурсів всього басейну. Середня витрата води р. Буг у Вишкуві за період з 1951 по 2000 рр. становила 153,7 м³/с. Інтенсивність стоку характеризується значними коливаннями як у річному, так і в сезонному розрізі. Найбільша витрата (2400 м³/с) була зафіксована у 1979 році, під час весняного стоку талих вод, а надзвичайно низька витрата (19,8 м³/с) - у грудні 1959 року.

Середні витрати річки Буг на пості Вишків змінювалися з 65,4 м³/с у 1954 році до 335 м³/с у 1974 році (рис. 2.4). Це не дуже велика зміна витрати за рік, лише більша, ніж для річок Люблінської височини, які рівномірно поповнюються з підземних вод.

Середньорічні витрати у період з 1951 по 1981 рік демонструють чітку тенденцію до зростання. У наступному десятилітті кількість води, що стікала з басейну, була трохи нижчою за модуль

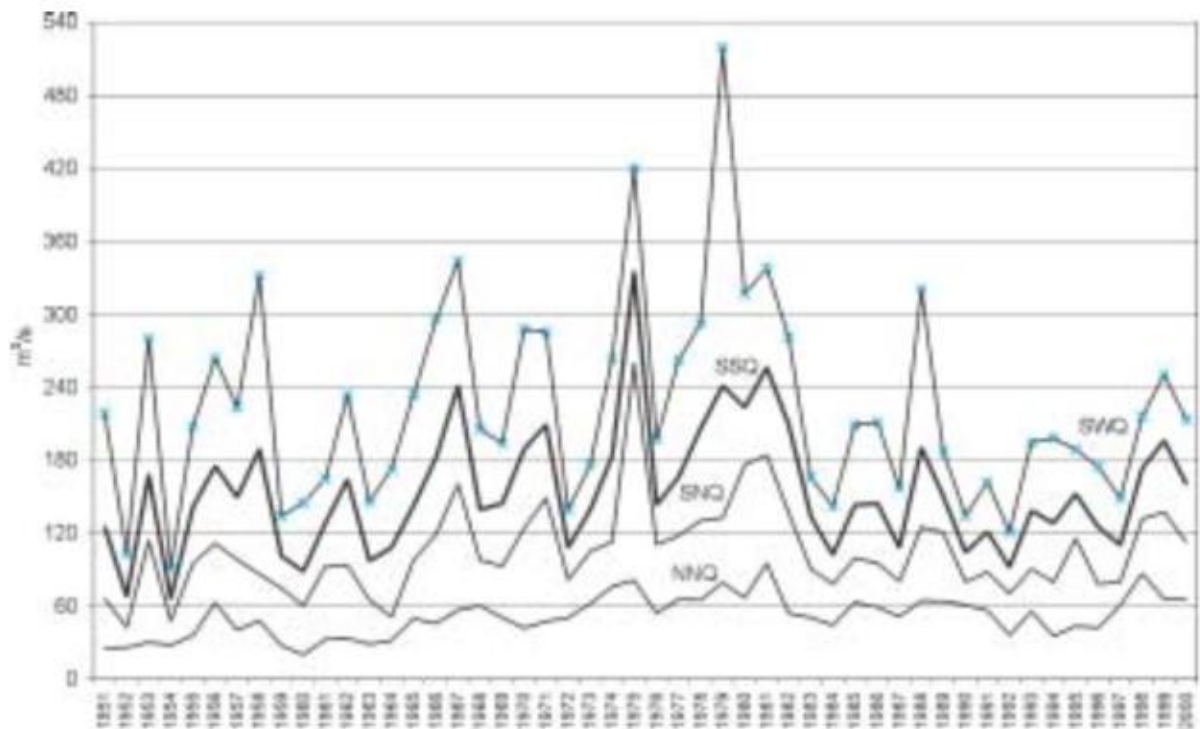


Рис. 2.4. Екстремальні середньорічні та середньорічні мінімальні та максимальні місячні витрати води р. Буг у Вишкові в період з 1951 по 2000 рр.: SWQ - середній місячний максимум; SSQ - середній місячний; SNQ - середній місячний мінімум; NNQ - річний мінімум [21]

На сезонну мінливість стоку з басейну річки Буг, як видається, сильно впливає кліматична континентальність. Місячний стік у літньому півріччі значно нижчий, ніж у зимовий період (рис. 2.5), а варіація середньомісячного стоку становить майже 4. У зимовому півріччі відводиться 62% об'єму стоку, а в літньому - 38%. Максимальні місячні витрати припадають на квітень, що пов'язано з періодом сходу талих вод. Мінімальні місячні витрати припадають на вересень, після закінчення посушливого літнього періоду. Зростання стоку знову відбувається під час осінніх дощів. У зимовий період стік є на рівні, але нижчому за середній багаторічний. Помітне збільшення стоку спостерігається під час танення снігу в березні та квітні. Найнижчий рівень стоку за період з 1951 по 2000 рр. спостерігався у грудні (рис. 2.5). Мінімальні місячні витрати

не дуже змінюються, з максимумом у квітні. Середнє значення мінімальної витрати становить $50,0 \text{ м}^3$ [21].

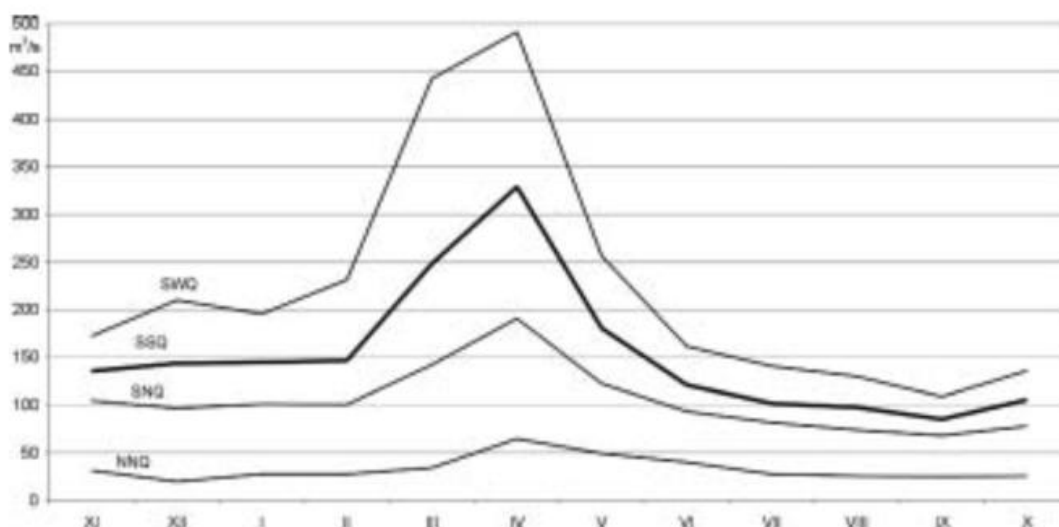


Рис. 2.5. Середньомісячні витрати води річки Буг у Вишкові між 1951 та 2000 роками: SWQ - середньомісячний максимум; SSQ - середньомісячний мінімум; SNQ - середньомісячний мінімум; NNQ - середньомісячний мінімум [21]

Стік води у басейні річки Західний Буг виявляється складним через тривалі коливання. У притоках, таких як річка Рата біля села Волиця, відбуваються рівномірні зміни, подібні до статистичного шаблону. У той же час, стік води у самій річці Західний Буг, від міста Кам'янка до міста Бузька, та її притоках, зокрема річці Полтва біля міста Буськ, показує виразну тенденцію до щорічного збільшення, яку можна описати як циклічний рух [8].

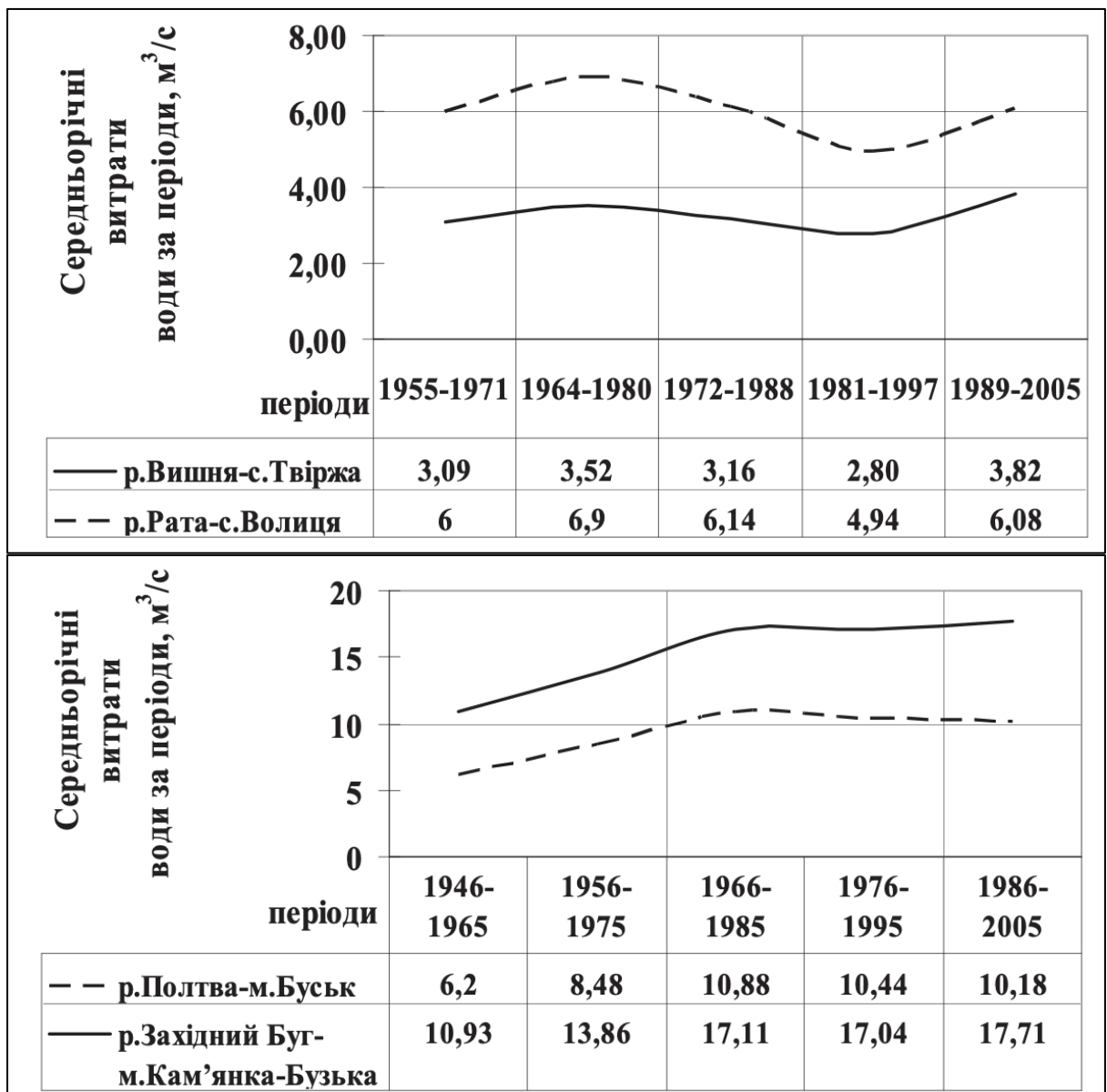


Рис. 2.6. Змінювання середньорічного стоку за розрахунковий період на річках басейну Західного Бугу [8]

Середньорічні витрати води і модуль стоку для гідропостів в межах басейну Західного Бугу зазначені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7.

Середній стік стік води для гідропостів в межах басейну Західного Бугу [2]

Ном ер пос та	Назва водного об'єкта	Місцезнаходження (назва) поста	Відстань від гирла, км	Площа водо- збору, км ²	Qсеррічн м3/с	Мсеррічн л/с км2
1	2	3	4	5	6	7
Район басейну річки Вісла						
1	р.Вишня	с.Твіржа	37	562	3.44	6.1
2	р.Західний Буг	сmt Сасів	758	107	1.35	12.6
3	р.Західний Буг	м.Кам'янка-Бузька	689	2350	15.4	6.6
4	р.Західний Буг	с.Литовеж	602	6740	33.6	5.0
5	р.Полтва	м.Буськ	0.2	1440	9.48	6.6
6	р.Рата	с.Волиця	22	1140	6.36	5.6
7	р.Рата	с.Межиріччя	3.5	1740	8.38	4.8
8	р.Свиня	м.Жовква	28	98.6	0.42	4.3
9	р.Солокія	м.Червоноград	1.5	931	4.36	4.7
10	р.Луга	м.Володимир-Волинс ький	20	1270	4.45	3.5

Щодо коливань максимального розходу води, на всіх вивчених річках зауважено помітне зменшення максимальних витрат під час весняних паводків у порівнянні з попередніми періодами. Щодо максимальної витрати води під час дощових паводків, не було помічено виразних тенденцій до зростання або зменшення в часі [17].

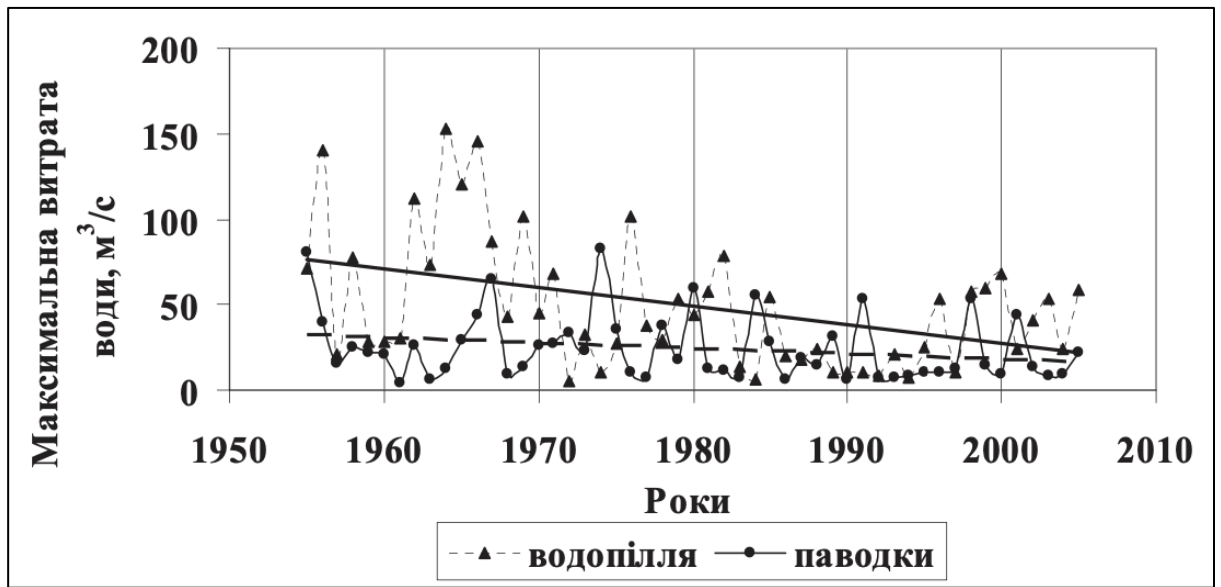


Рис. 2.7. Мінливість максимальних витрат води на р. Рата - с. Волиця [8]

Хронологічний хід максимальних витрат дощових паводків на деяких досліджуваних річках відображені на рисунках 2.8-2.10.

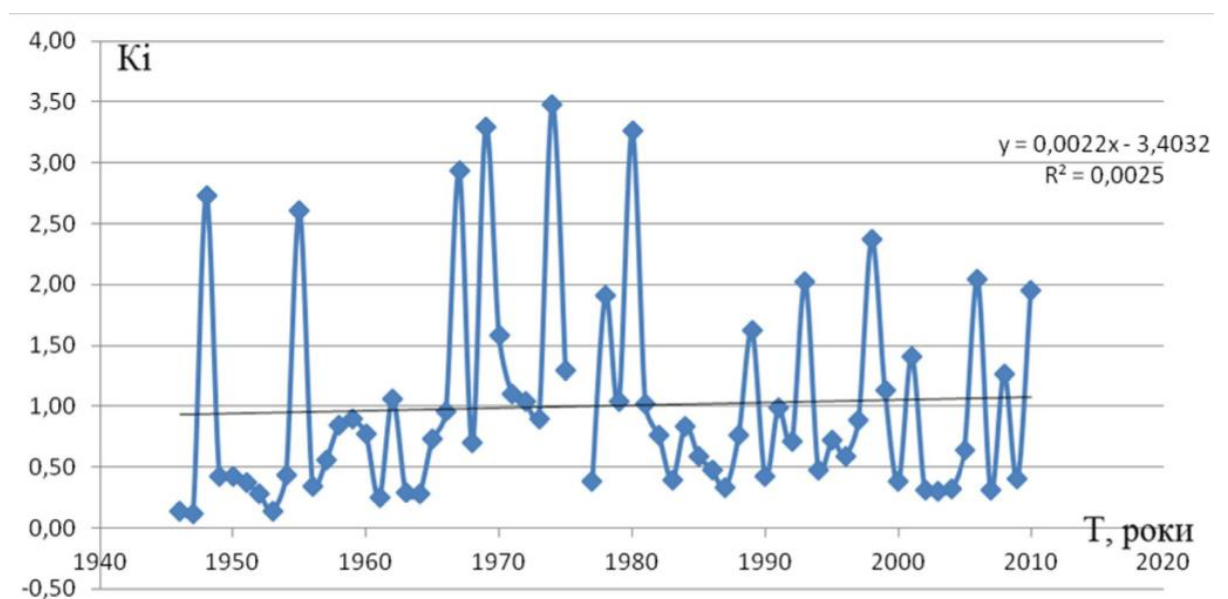


Рис. 2.8. Хронологічний хід максимальних витрат дощових паводків, р. Західний Буг - м. Кам'янка-Бузька [17]

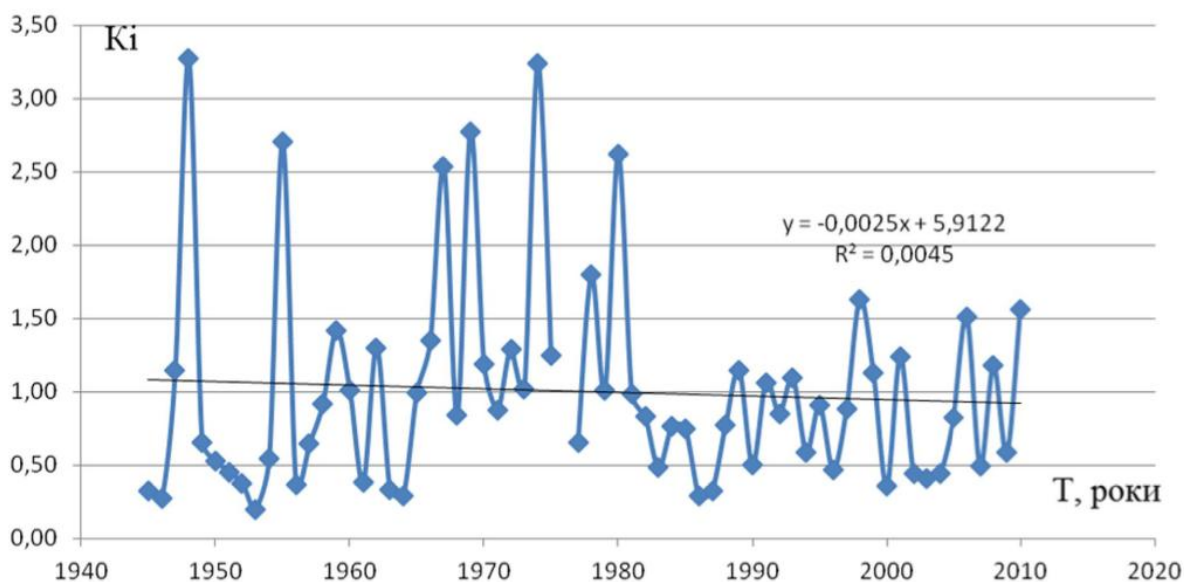


Рис. 2.9. Хронологічний хід максимальних витрат дощових паводків, р. Полтва – м. Буськ [17]

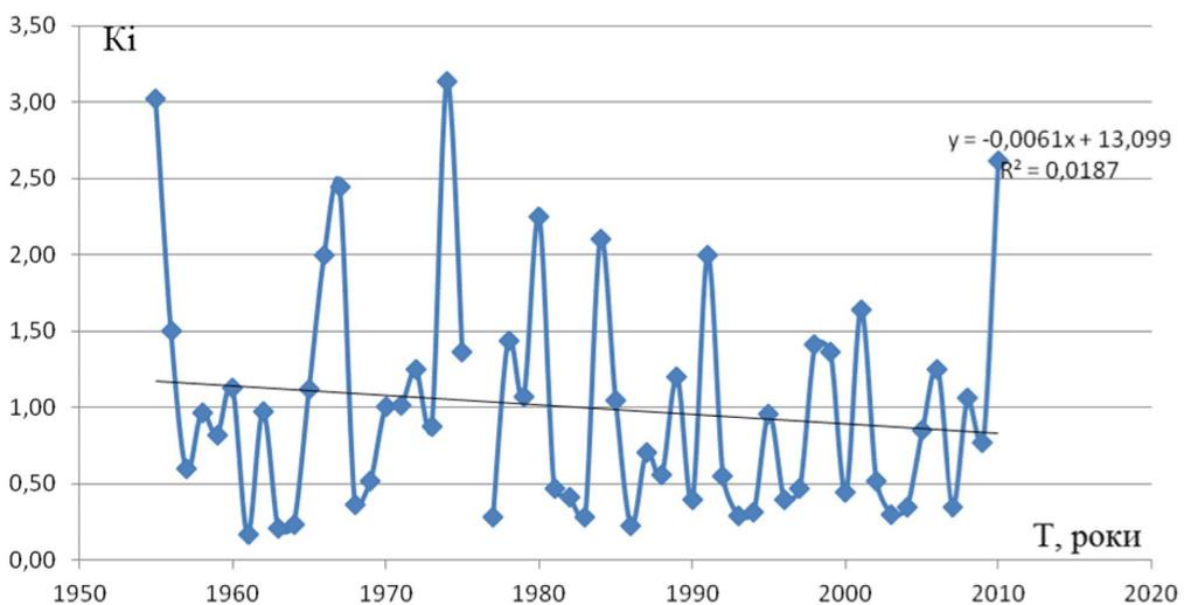


Рис. 2.10. Хронологічний хід максимальних витрат дощових паводків, р. Рата – м. Волиця [17]

У 1994 році (середній за водністю) на річці Західний Буг спостерігалися три паводки (у березні, червні та першій половині грудня). При цьому рівень річки піднімався від нульової позначки графіка на 2,1 м (березень і червень) до 3,1 м (грудень). Найнижчий рівень води був зазначений у першій половині серпня (рис. 2.11). Амплітуда коливань рівня води не перевищувала 1 м. Як

видно з рис. 2.12, у 1998 році (багатоводний) рівень води у р. Західний Буг різко піднімався дев'ять разів, це супроводжувалося виходом води на заплаву. Весняна повінь почалася на початку квітня. Найвищого рівня (3,3 м від нуля на графіку) вода досягла в середині місяця [3].

Також зміни рівня води в річках не обов'язково пов'язані зі зміною кількості води. Зокрема, маловодні періоди характеризуються затопленням, спричиненим водною рослинністю в період відкритого русла, та підняттям рівня води через утворення льоду взимку.

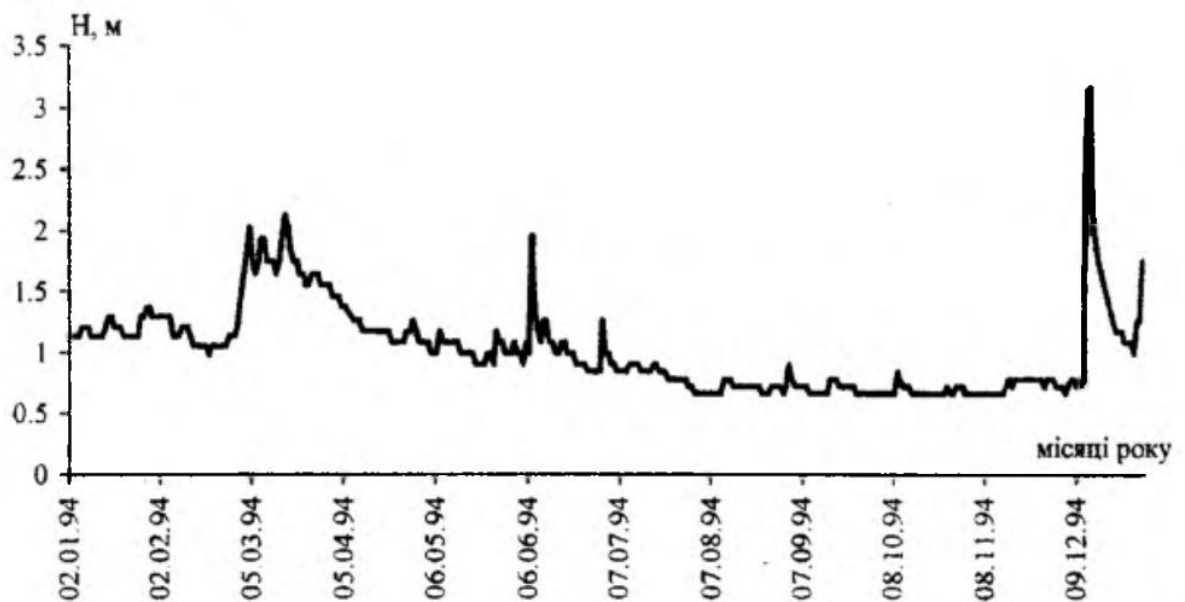


Рис. 2.11. Динаміка рівнів (Н, м) води р. Західний Буг - смт Сасів протягом 1994р. (середній за водністю рік) [3]

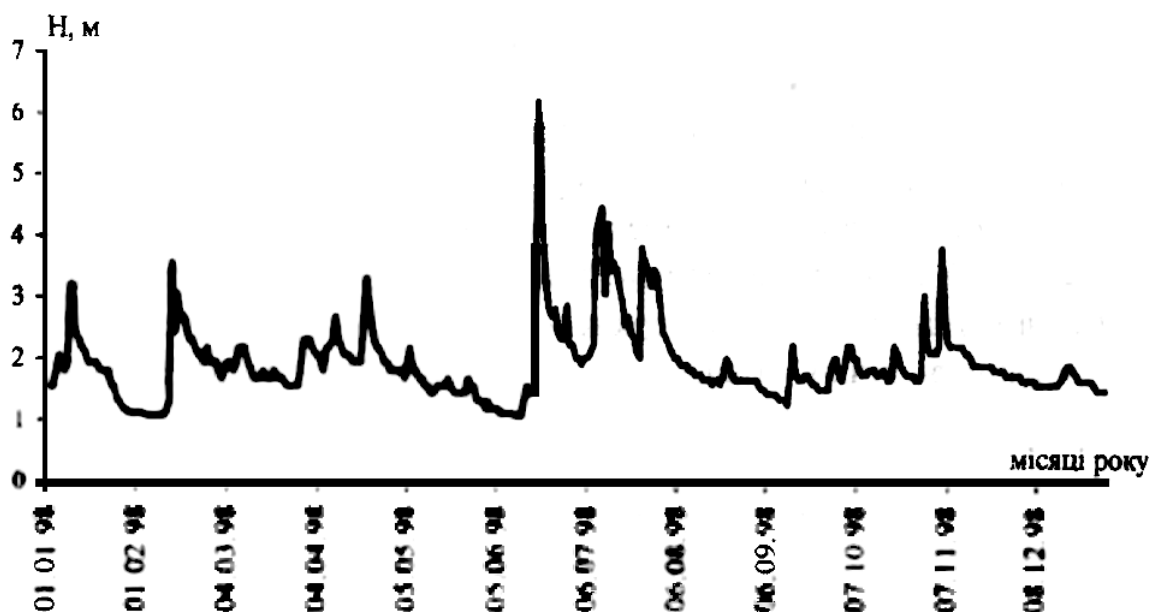


Рис. 2.12. Динаміка рівнів (Н,м) водир. Західний Буг - смт Сасів протягом 1998 р. (багатоводний рік) [3]

У науково-дослідній роботі «Гідроекологічна оцінка та прогноз гідроенергетичного потенціалу річок України в умовах кліматичних змін» було проведено дослідження з метою прогнозу водного стоку річок України. У табл. 2.8 показані періоди високої та низької водності, визначені на основі спостережень за середньорічними витратами води річок у двох групах річкових басейнів, а також прогнозовані інтервали, протягом яких настають періоди високої та низької водності до 2050 року, на основі виявлених стохастичних моделей мінливості водності [2].

Таблиця 2.8.

Часові проміжки фаз водності за даними спостережень та їх прогнозні оцінки для груп річкових басейнів [2]

Річкові басейни	Фази водності ↑ - багатоводна, ↓ - маловодна							
	за період спостережень					прогнозні оцінки		
	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓
• Річковий басейн Вісли	1940↔ 1955	1956↔ 1964	1965↔ 1981	1982↔ 1992	1993↔ 2010	2011-2013↔ 2021-2023-	2022-2024↔ 2038-2040	2039-2041↔ 2049-2051

У інших дослідженнях проаналізували загальну періодичність максимального стоку в басейні річки Вісла і відзначили тривалі періоди низького стоку як під час паводків, так і весняних водопіль з 1980-х років до теперішнього часу. На фоні загальної тенденції до зниження стоку спостерігалися окремі роки короткочасних підвищень, але навіть тоді загальна тенденція до зниження стоку залишалася незмінною. Ще одним цікавим фактом є те, що шар стоку мав тенденцію до зростання з середини 1990-х років, але потім вона змінилася на протилежну, і в період з 2010 по 2015 рік знову спостерігалася тенденція до зниження. Таку розбіжність у періодичності об'єму стоку і шару стоку можна пояснити зміною характеру гідрографа паводків [10].

Водний баланс був складений на основі наявних гідрометеорологічних даних за багаторічний період 1951-2000 рр.

Різниця між шарами опадів та стоку, відома як дефіцит стоку, відповідає польовому випаровуванню та безповоротному скиду води. Він також включає об'єм підземного стоку з височинних територій до регіональних дренажних систем [21].

Кількість стоку залежить від різниці між опадами та випаровуванням. У басейні річки Буг середня кількість опадів становить близько 570 мм, а випаровування - близько 450 мм. Різниця цих двох величин - опадів та випаровування - вказує на величину гідрологічних водних ресурсів. У басейні річки Буг водні ресурси, виражені середнім показником стоку, змінюються від близько 200-220 мм на Розточчі та Поділлі до 95-100 мм у зоні долини середнього Бугу - на північній околиці Волинської височини та на Поліссі. Найбільший стік спостерігається в районі Розточчя, Поділля та на Височині: Седлецькій та Бельській височинах (рис. 2.13.), тобто в зонах найбільшого поповнення атмосферними опадами. Коефіцієнт стоку послідовно зменшується зі збільшенням водозбору. На межі Побужжя і Полісся спостерігається дуже великий градієнт, що свідчить про значну зміну водних ресурсів. У центральній

частині басейну, в зоні неглибокого залягання ґрунтових вод і низького атмосферного живлення, коефіцієнт низького стоку не має значної просторової диференціації [21].

У річковому стоці переважає вода з підземних джерел. Ця складова суттєво впливає на стабільність стоку, тоді як води поверхневого стоку визначають нерівномірність стоку. У верхній частині водозбору - в районі Розточчя - підземний стік перевищує 160 мм і частка підземного живлення знаходиться на рівні 60-70%. У поліській частині території підземне живлення річок становить 50-55%, тому воно лише незначно переважає поверхневий стік [21].

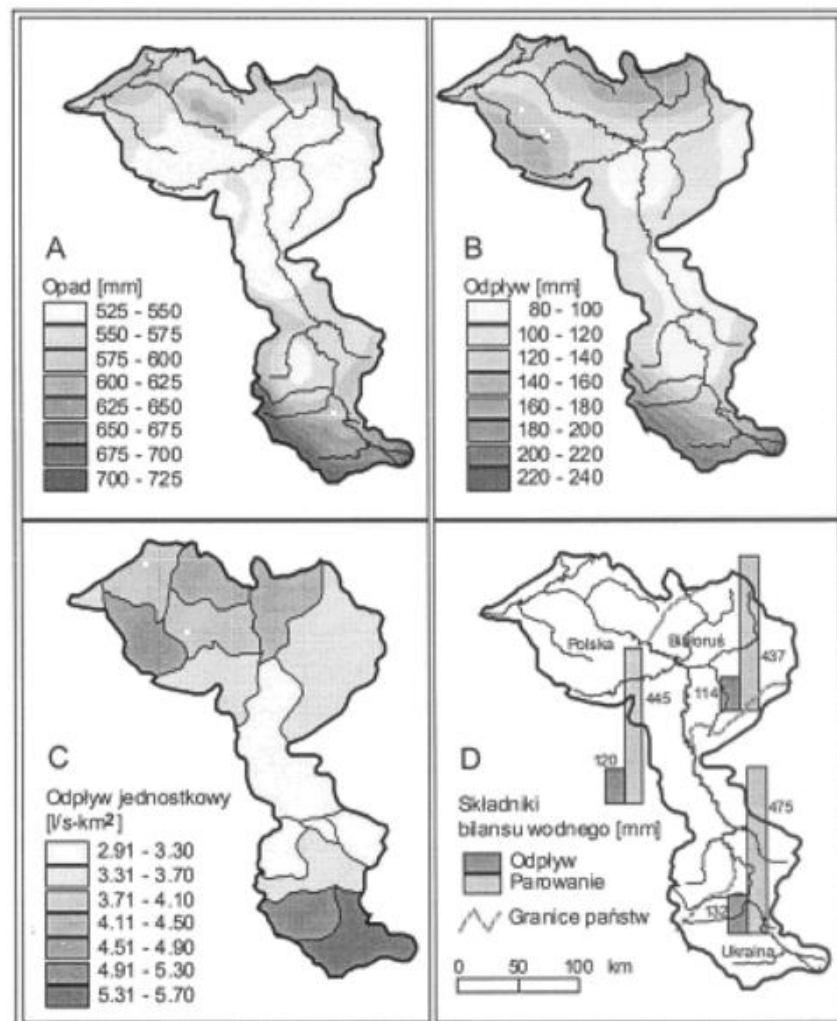


Рис. 2.13. Складові водного балансу в басейні р. Буг. А - опади, Б - стік, В - однопроцентний стік на окремих водозборах, Г - середні значення стоку та дефіциту стоку в межах країни [21]

Термічний режим свідчить про стабільну зміну температури води навесні через $0,2^{\circ}\text{C}$ у річках басейну Західного Бугу, яка зазвичай стається у другій декаді березня. Рання і стабільна зміна весняної температури води через $0,2^{\circ}\text{C}$, яка спостерігалася, може бути майже на місяць раніше, ніж зазвичай, наприкінці лютого і на початку березня.

І навпаки, пізній стійкий перехід весняної температури води через $0,2^{\circ}\text{C}$ відбувається на 10-20 днів пізніше норми, в період з першого квітня до початку жовтня [3].

За цією послідовною зміною температури води слідує швидке підвищення протягом весни, яке триває до червня; з червня по липень температури води підвищується несуттєво, і температура води в червні, липні та серпні залишається майже однаковою; середнє підвищення температури води з квітня по травень становить $5-7^{\circ}\text{C}$, з травня по червень $3-4^{\circ}\text{C}$ і з червня по липень $2,5-3,0^{\circ}\text{C}$. З серпня температура води починає знижуватися (на $0,7-1,0^{\circ}\text{C}$) з липня по серпень, збільшуючись до $4-5^{\circ}\text{C}$ з серпня по вересень і $7-9^{\circ}\text{C}$ з вересня по жовтень (див. рис. 2.14) [3].

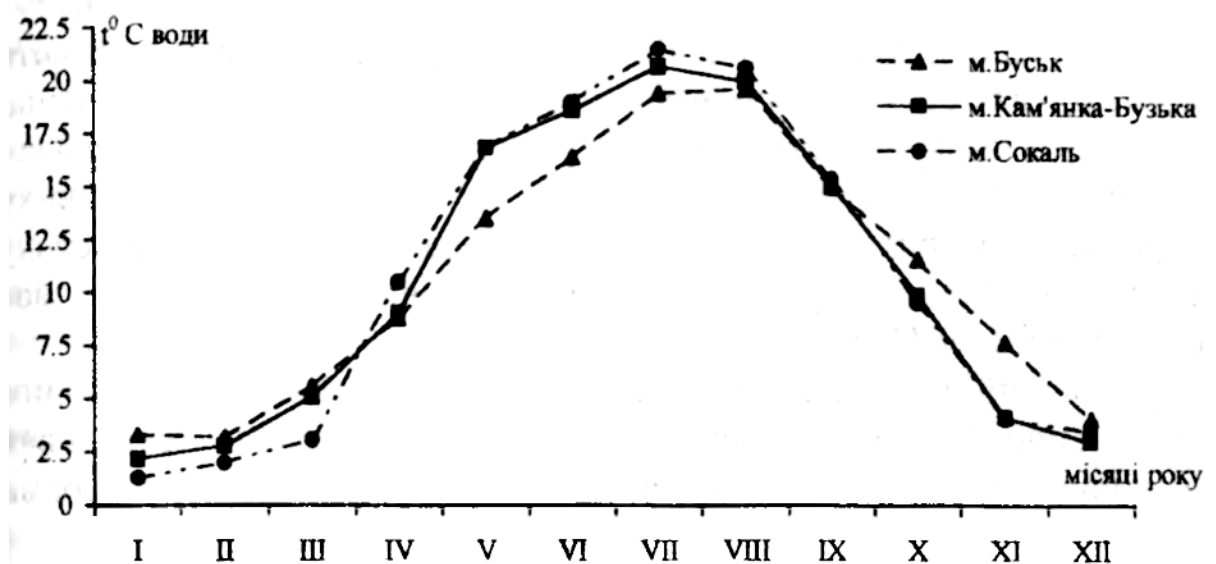


Рис. 2.14. Внутрішньорічний розподіл середньої температури (°C) води р. Західний Буг (1989-2003рр.) [3]

Льодовий режим у басейні річки Західний Буг нестабільний. Льодові утворення вперше спостерігаються у листопаді та грудні. На територіях, де підтримується природний льодовий режим і помірно поповнюються підземні води, середня тривалість льодоставу становить 80-110 днів, а середня тривалість льодового покриву - 100-120 днів. У найхолодніші періоди товщина льоду в середньому становить 20-35 см і максимум - 50-70 см. Однак на ділянках річки, де підтримується природний льодовий режим і збільшується живлення підземних вод, період льодоставу зменшується в середньому до 20-30 днів, а максимальна період проходження льодоставу - 15-25 днів [3].

Навесні Західний Буг в основному транспортує 50% річного об'єму наносів, причому 20% припадає на літньо-осінню межень, а 10% - на зимову межень. В окремі роки транспорт наносів може досягати 80% річного об'єму за один місяць (наприклад, квітень 1964 р.). У роки сильних паводків, спричинених дощами (наприклад, 1955 р.), перенесення наносів у літні місяці становило 50% від загального річного об'єму. Середньорічна витрата наносів у річці Західний Буг (біля Кам'янки-Бузької) становила 0,6 кг/с, максимальні значення досягали 1,9 кг/с, а мінімальні зменшувалися до 0,066 кг/с [3].

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ОЦІНКИ ВЕРТИКАЛЬНИХ РУСЛОВИХ ДЕФОРМАЦІЙ

3.1 Руслові процеси й руслові деформації

Руслові процеси потрібно розглядати як складний комплекс явищ, що пов'язані із взаємодією між потоком і ґрунтами, що складають руслову улоговину, ерозією, транспортуванням і акумулюванням наносів, та визначають розмив дна і берегів річок, як розвиваються різні форми русла і русловий рельєф, режим їх сезонних, багаторічних та вікових змін.

Руслові процеси є останньою стадією гідрологічних явищ і подій. Більше того, це найнижча точка в ланцюгу закономірностей, пов'язаних з впливом стоку на поверхню суші. Це становить основний зміст вчення про ерозію та акумуляцію. При цьому дослідження процесів розвитку русел передбачає поєднання вивчення геоморфології і самого русла річки та механізмів, за допомогою яких на нього впливає потік. Р. С. Чалов, шляхом всебічного аналізу взаємодій в системі "потік - русло" і закономірностей, що впливають з них, сформулював визначення руслознавства як галузі знань, яка досліджує умови і

процеси формування річкових русел та розробляє прийоми та методи їхнього регулювання [12].

Таким чином, деформація русла визначає розвиток різних форм річкового русла та його рельєфу, а ще закономірності сезонної, багаторічної і довготривалої зміни. Окрім цього, вона сприяє ерозії русел і берегів, а також транспортуванню і відкладенню наносів. Отже, деформація русла є основним компонентом і проявом руслових процесів.

Усі руслові деформації можна поділити на три основні групи (за М. І. Маккавєєвим, Р. С. Чаловим):

1. Вертикальні, що спричинюють трансформації поздовжніх профілів річок та зміни відміток дна русла.
2. Горизонтальні, пов'язані з переміщенням русла в плані та утворенням заплави.
3. Переміщення донних гряд, що визначають формування перекатів, боковиків, осередків, та інших форм рельєфу русла [12].

Вертикальна деформація призводить до розмиву або відкладення відмітки русла річки. З часової точки зору, деформація русла на певній ділянці річки може бути циклічною або спрямованою. Перша відбувається в результаті коливань річкового стоку і впливу розвитку русла за певний період часу. Спрямована деформація пов'язана з найпоширенішими передумовами формування русла і відбувається протягом геологічного періоду.

Якщо певний тип деформації відбувається на всій довжині річки або на великій території, вона називається загальною деформацією. Якщо певний тип деформації відбувається на короткій ділянці річки, вона називається місцевою деформацією [12].

Деформація русла річки, яка поширюється вздовж течії річки, називається трансгресивною ерозією та акумуляцією, тоді як деформація, яка відбувається проти течії, називається регресивною ерозією та акумуляцією.

Вертикальні деформації є незворотними, тоді як горизонтальні деформації та міграція донних гряд є зворотними.

Вертикальні (спрямовані) деформації призводять до формування річкових долин, терас та алювіальних осадових рівнин. По-перше, йдеться про врізання річок у процесі загального формування рельєфу; у другому випадку ці деформації є результатом систематичного накопичення відкладів у різноманітних рельєфах річкової долини. Структура долини відображає зміни складних природних умов в межах басейну протягом історичного розвитку басейну [12].

Також важливо сказати, що вертикальна деформація може сприяти формуванню різної геометрії русла. Наприклад, якщо в межах русло-заплавного комплексу переважає відкладення наносів, то ймовірним є формування розгалужених русел. З іншого боку, врізання характерне для меандруючих русел.

3.2 Методи оцінки вертикальних руслових деформацій

Вертикальна деформація русла пов'язана з процесом автоматичного нівелювання транспортуючої властивості потоку і спричинена змінами базису ерозії, змінами клімату та тектонічними рухами. Їх також визначає трансформація питомої енергії всього русла річки і втратою енергії на рух води. Вертикальна деформація впливає на горизонтальну деформацію через зміну рельєфу русла річки [12].

За Р. С. Чаловим, вертикальні деформації можна розділити на три основні групи за просторово-часовими проявами:

1) Постійні зміни поздовжнього напрямку річки. Знак змінюється лише при зміні загальної умови формування русла річки.

2) Локальні періодичні (знакозмінні) зміни поздовжнього профілю русла річки.

3) Місцевий розмив або накопичення відкладів у поперечному перерізі річки.

Для першого випадку деформація зачіпає майже всю довжину річки; для другого випадку характерні короткі ділянки з однією або декількома особливостями русла (вигини, розгалуження). Для третього випадку притаманна вертикальна деформація, що проявляється у вигляді зміни висоти русла на окремих місцях русла. Розмив або відкладення наносів у руслі річки визначається співвідношенням між величиною стоку наносів W_R і транспортувальною здатністю потоку $W_{тр}$. Якщо $W_R > W_{тр}$, то має місце акумуляція наносів, а при $W_R < W_{тр}$ – розмивання дна русла [12].

Для визначення напрямку та інтенсивності вертикальних деформацій русла найбільш надійними є гідрологічні методи, такі як аналіз кривих витрат, відповідних кривих рівнів води та розрахунки балансу наносів за багаторічний період. Серед цих методів особливе практичне значення для визначення інтенсивності вертикальної деформації русла має часова оцінка кривих витрат, яка є відношенням рівня води до витрати, $Q=f(H)$.

Переміщення кривої вгору або вниз на графіку, можна визначити накопичення (акумуляція) річкового алювію або розмивання (ерозія) русла річки. Зміни рівнів води при постійній витраті протягом тривалого періоду часу вказують на інтенсивність накопичення наносів або ерозії в конкретному річковому створі [12].

Вертикальну (і горизонтальну) деформацію русла річки можна оцінити, досліджуючи показник розпластаності русла B/h (де B – ширина русла, h – середня глибина русла) у часі через зміну водності річки.

Для континуальної оцінки вертикальної деформації русла використовується порівняльна оцінка поздовжнього профілю річки за певний період часу. Період порівняння повинен становити $>25-30$ років, щоб врахувати

весь цикл водності. Окрім цього, на поздовжніх профілях повинні бути показані гідрологічні пости (їх розташування), що слугують контрольними пунктами для оцінки цього типу деформації [12].

З метою виявлення спрямованості вертикальних деформацій для річок басейну Західного Бугу було обрано 7 гідропостів. Графіки кривих витрат було побудовано за даними архіву Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського (ЦГО). Графіки мають бути побудованими на основі даних таблиць із гідрологічних щорічників «Виміряні витрати води» та «Добові рівні води». Для будування кривої було обрано у середньому 50 точок, щов відповідають витратам і рівням води для періоду відкритого русла. Обрані витрати і рівні повинні охоплювати всі фази водного режиму (межень, водопілля, паводок).

РОЗДІЛ 4. КОНТИНУАЛЬНА ОЦІНКА ВЕРТИКАЛЬНИХ ДЕФОРМАЦІЙ РІЧОК БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ

4.1 Характеристика поздовжніх профілів річок басейну

Континуальну оцінку здійснюють, аналізуючи суміщені поздовжні профілі річки. Для побудови графіків були використані картографічні матеріали.

Початкова точка (верхня) поздовжнього профілю річки є постійною і являє собою виток річки. Кінцева точка (нижня) знаходиться там, де річка впадає в море, озеро або іншу річку. Це і є базис ерозії.

Зміна форми поздовжніх профілів і розподілів похилів відбувається через вертикальні деформації [12].

Виділяють наступні типи поздовжніх профілів річок:

1) *пологоввігнутий*, або *профіль рівноваги*, найбільш поширений для великих рівнинних річок;

2) *прямолінійний* - характерний в основному для малих річок;

3) *скидовий* або *опуклий*, що має малий похил в верхів'ї і більший в нижній течії, зустрічається рідко;

4) *східчастий*, утворюється за наявності ряду проміжних базисів ерозії у вигляді озер, водосховищ тощо [13].

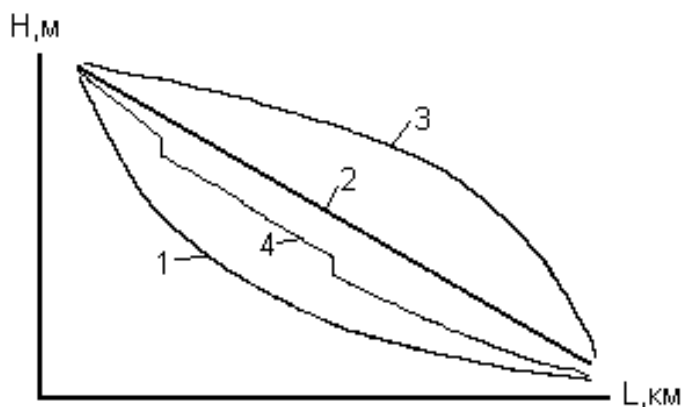


Рис. 4.1. Типи поздовжніх профілів річок [13]

Для проведення континуальної оцінки вертикальних деформацій річки Західний Буг було побудовано графіки поздовжнього профілю для періоду спостережень (початок 1980-х до 2022 рр.) та суміщений графік поздовжніх профілів.

Через масштаб побудови поздовжнього профілю не можна встановити зміщення за цей період з точністю до сантиметрів. Але тенденція до процесів ерозії або акумуляції може бути встановлена.

На поздовжньому профілі були відкладені рівновеликі ділянки, враховуючи досліджувані гідрологічні пости. Для кожної ділянки визначаються абсолютні відмітки. Величина різниці в абсолютному значенні визначає інтенсивність прояву вертикальних деформацій для кожної ділянки за період спостережень.

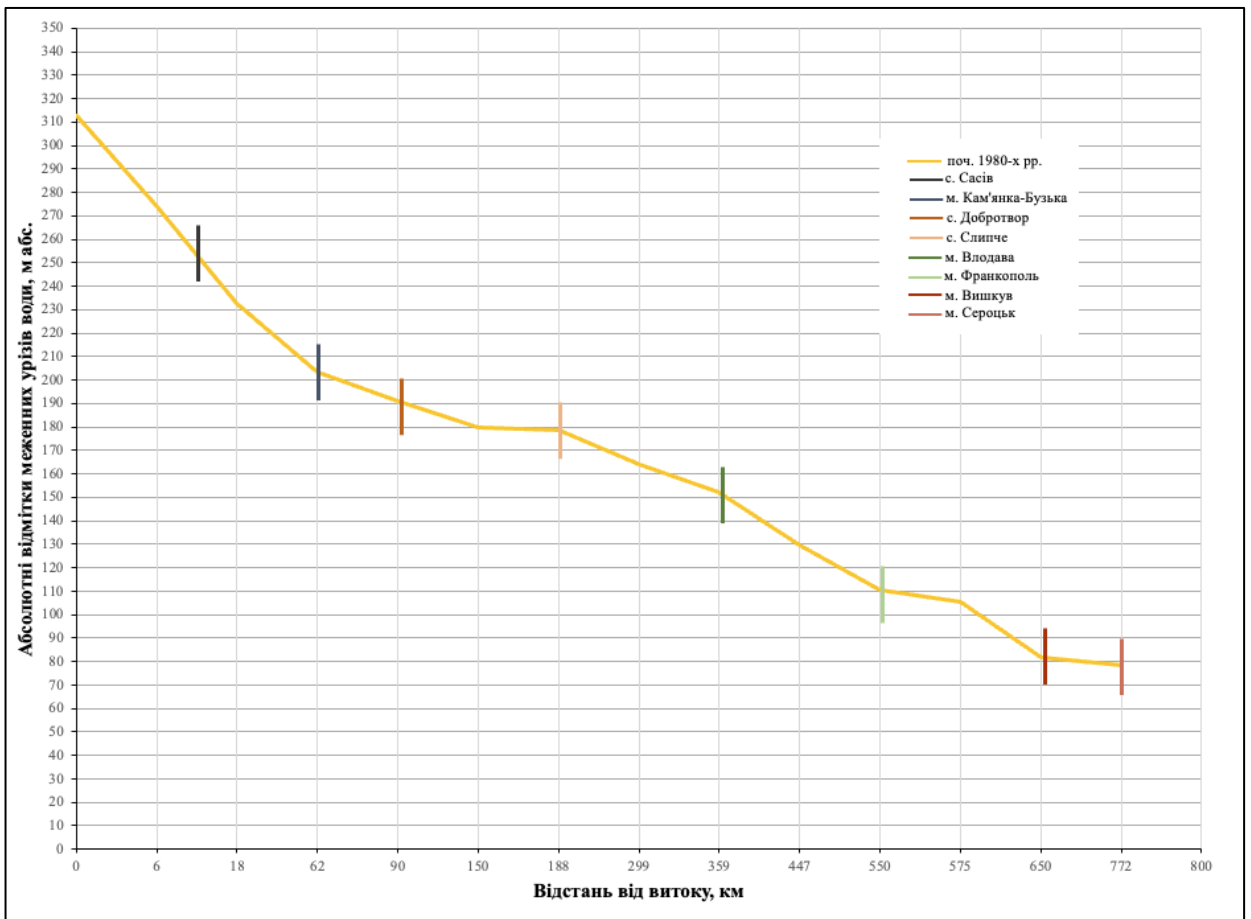


Рис. 4.2 Поздовжній профіль річки Західний Буг (початок 1980-х рр.)

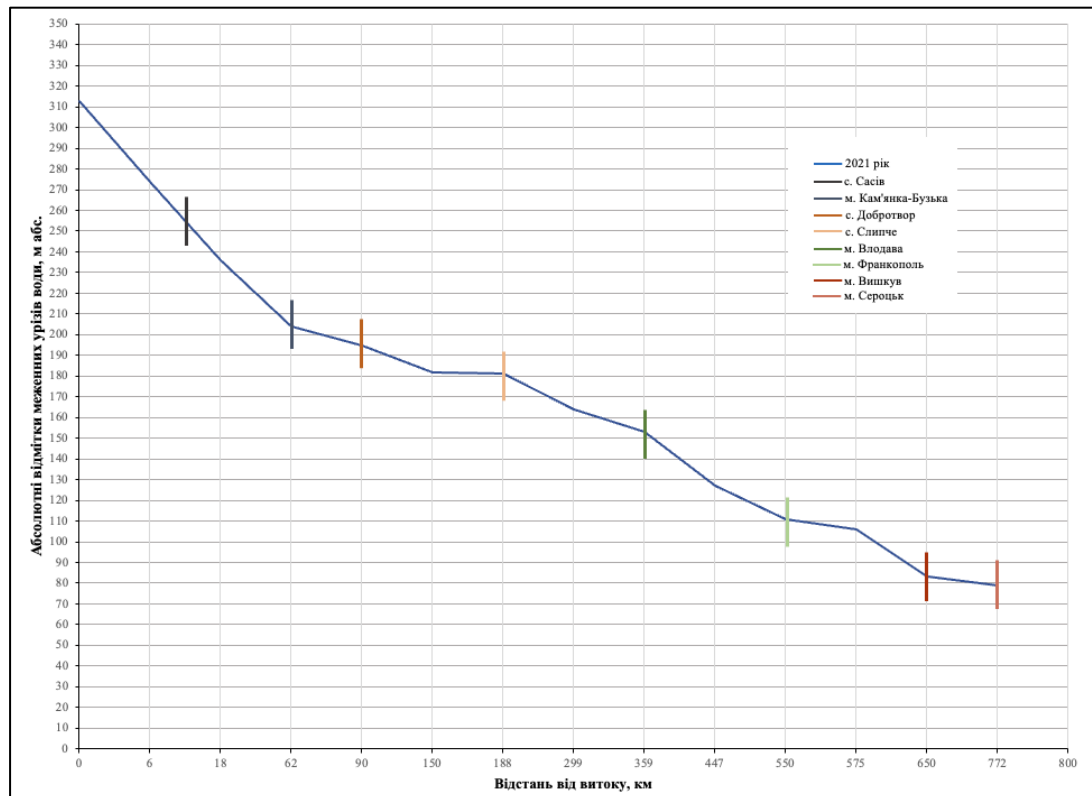


Рис. 4.3 Поздовжній профіль річки Західний Буг (2021 р.)

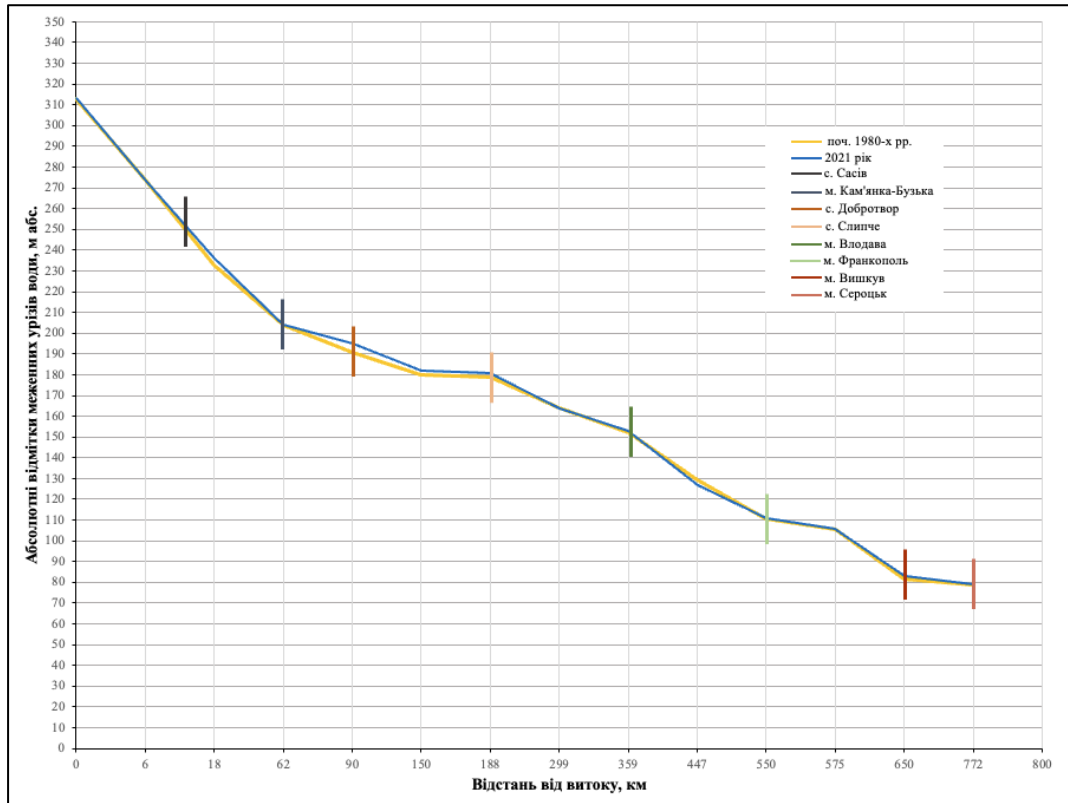


Рис. 4.4 Суміщений графік поздовжніх профілів річки Західний Буг (початок 1980-х рр. до 2021 р.)

Аналізуючи наведені графіки поздовжніх профілів, можна зазначити, що вони належать до східчастого типу поздовжніх профілів річок.

Для цих поздовжніх профілів запропоновані поліноміальні рівняння.

$y = -0,1724x^3 + 4,5382x^2 - 50,174x + 354,08$ (коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,9864$) - для р. Західний Буг (початок 1980-х рр.).

$y = -0,1553x^3 + 4,1346x^2 - 47,592x + 351,44$ (коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,9863$) - для р. Західний Буг (2021 р.).

Так як описуваний процес є складним було обрано саме поліноміальні рівняння 3-го ступеня.

Після порівняння коефіцієнтів цих рівнянь можна зазначити, що рівняння є досить схожі. Це свідчить про слабкі вертикальні деформації.

Отже, для опису поздовжнього профілю р. Західний Буг можна запропонувати наступне поліноміальне рівняння:

$$y = -0,1638x^3 + 4,3392x^2 - 48,924x + 352,73 \text{ (коефіцієнт детермінації } R^2 = 0,9857)$$

4.2 Континуальна оцінка вертикальних деформацій досліджуваної річки

Континуально було проаналізовано зміни повздовжніх профілів річки р. Західний Буг, на всій ділянці довжиною 772 км. Завдяки цьому було можливо провести оцінку інтенсивності розвитку вертикальних деформацій на ділянці, що охоплює всі гідрологічні пости на р. Західний Буг. Результати оцінки можна представити у вигляді табл. 4.1.

Таблиця 4.1.

Континуальна (кількісна) оцінка спрямованості вертикальних деформацій русла для річки Західний Буг

Розрахункова ділянка (відстань від витоку в км)	Відмітки води в межах в м абс.		Δсер/рік (+ аккумуляція, - ерозія)
	поч. 1980-х	2021	
Витік - 0	313	313	0
Сасів - 10	254	255	+1
18	233	236	+3
Кам'янка-Бузька - 62	203,6	204	+0,4
90	190,9	195	+4,1
150	179,8	182	+2,2
188	178,8	181	+2,2
299	164	164	0
359	151,9	153	+1,1
Брест - 447	129,5	127	-2,5
Франкополь - 550	110,6	111	+0,4
Вишків - 575	105,4	106	+0,6
650	81,5	83	+1,5
Гирло - 772	78,5	79	+0,5

Порівнюючи поздовжні профілі, спостерігаються невеликі зміщення одного відносно іншого з незначним превалюванням висотних положень поздовжнього профілю за 2021 рік, що показує збільшення акумулятивного процесу в руслі річки на сучасному відтинку часу.

На річці Західний Буг майже на всій ділянці спостерігається приріст рівнів, що досягає +4,1 мБС, зі зміною відмітки 190,9 мБС (початок 1980-х рр.) до 195 мБС (2021 р.) на гідрологічному пості Західний Буг – пост Кам'янка-Бузька.

Лише на одній ділянці річки має місце врізання їх русел, а саме на біля м. Брест (447 км від витоку річки). Просідання досягає -2,5 мБС. Саме на цій ділянці у річку Західний Буг впадає річка Мухавець, що у свою чергу спричинює поглиблення русла, внаслідок чого спостерігаються ерозійні процеси.

5. ДИСКРЕТНА ОЦІНКА ВЕРТИКАЛЬНИХ ДЕФОРМАЦІЙ РІЧОК БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ

5.1 Дискретна оцінка вертикальних деформацій (річка Західний Буг – пост Кам'янка-Бузька)

Для річки Західний Буг на території України за даними двох гідрологічних постів були побудовані суміщені криві витрат води за більш як 40 річний період спостережень.

Річка Західний Буг – пост Кам'янка-Бузька.

Відмітка нуля поста - 201,79 м БС.

Період спостережень - 1969-2018 рр. (рис.5.1).

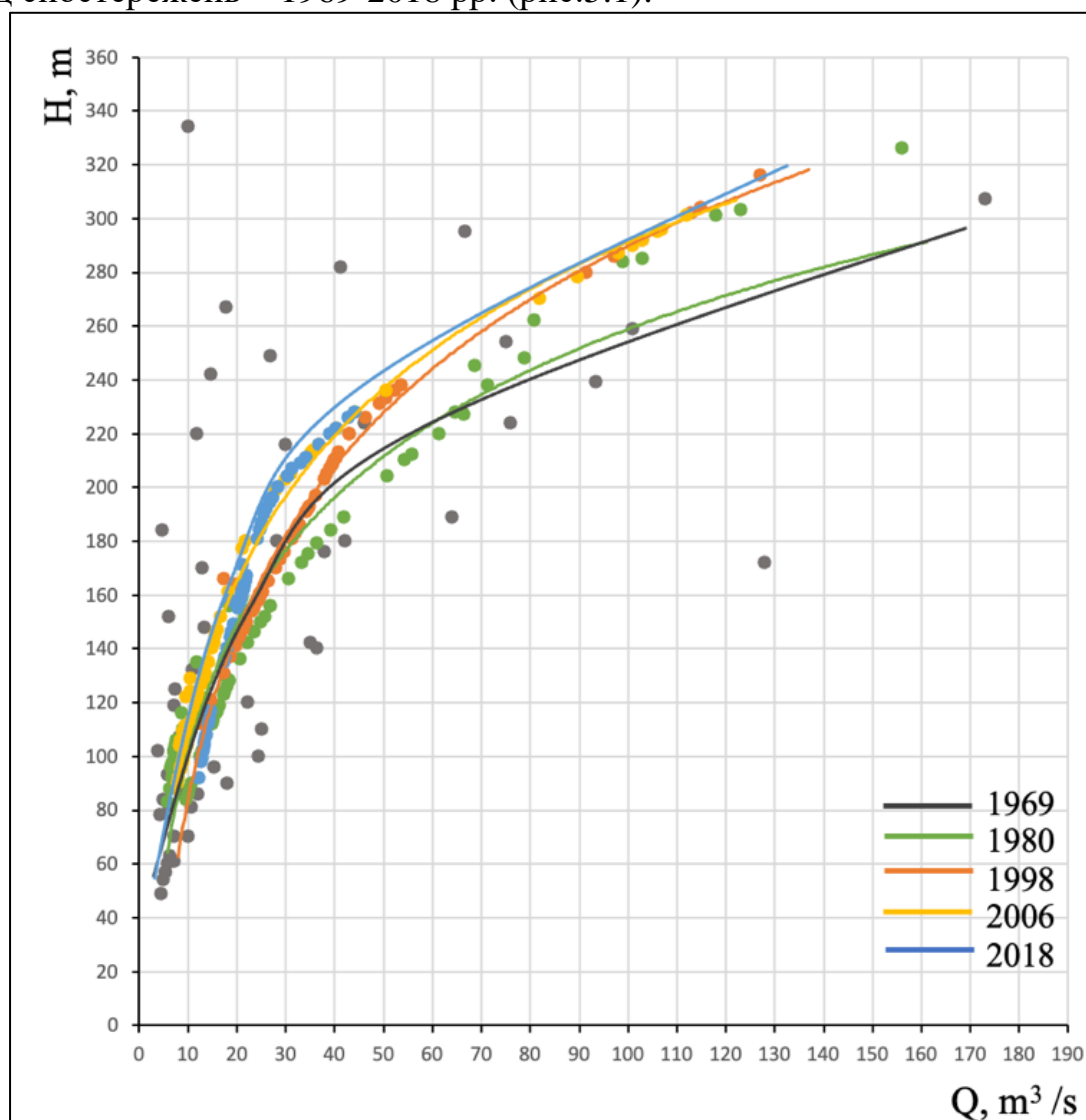


Рис. 5.1. Суміщені криві $Q = f(H)$ для р. Західний Буг – пост Кам'янка-Бузька

Загальну зміну залежності $Q=f(H)$ за багаторічний період для річки Західний Буг за даними гідрологічного поста Кам'янка-Бузька можна представити у вигляді табл. 5.1 і табл. 5.2.

Таблиця 5.1.

Зміна залежності $Q = f(H)$ для річки Західний Буг – пост Кам'янка-Бузька

Річка - пост	Період спостереження	Мах, см (+ приріст за період)	Мах, см за рік	Середнє, см за рік
Західний Буг – пост Кам'янка- Бузька	1969 - 2018	+ 60	+1,2	+0,6

Таблиця 5.2.

Прирости для річки Західний Буг – пост Кам'янка-Бузька

Роки	1969	1980	1998	2006	2018
Витрати, м ³ /с	Рівні, см				
10	88(0)	100(+12)	89(+1)	103(+15)	119(+31)
40	170(0)	191(+21)	210(+40)	219(+49)	230(+60)
80	238(0)	242(+4)	270(+32)	273(+35)	275(+37)
120	263(0)	270(+7)	305(+42)	303(+40)	308(+45)

Як показав аналіз суміщених кривих $Q=f(H)$, інтенсивність приросту рівнів води становить в середньому +0,6 см за рік. Максимальний приріст може досягати 1,2 см за рік.

На руслових ділянках в межах дії гідрологічного посту Західний Буг – Кам'янка-Бузька відмічаються процеси акумуляції наносів у руслі. Так як зміщення кривих за багаторічний період вгору дозволяє говорити про накопичення річкового алювію (акумуляцію).

5.2 Дискретна оцінка вертикальних деформацій (річка Західний Буг – пост Сасів)

Річка Західний Буг – пост Сасів.

Відмітка нуля поста - 259,04 м БС.

Період спостережень - 1969-2018 рр. (рис. 5.2).

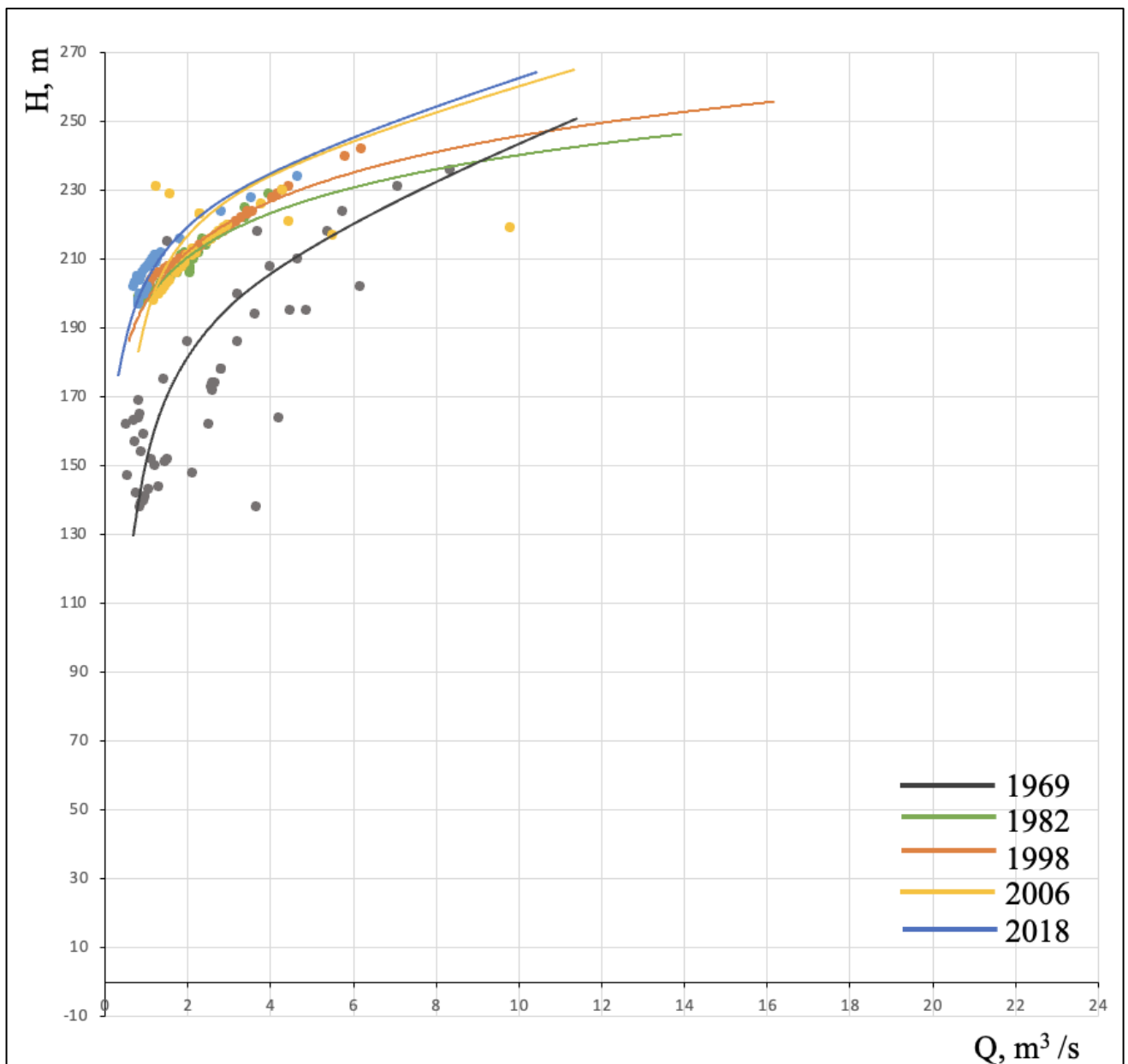


Рис. 5.2. Суміщені криві $Q = f(H)$ для р. Західний Буг – пост Сасів

Загальну зміну залежності $Q=f(H)$ за багаторічний період для річки Західний Буг за даними гідрологічного поста Сасів можна представити у вигляді табл. 5.3 і табл. 5.4.

Таблиця 5.3.

Зміна залежності $Q = f(H)$ для річки Західний Буг – пост Сасів

Річка - пост	Період спостереження	Мах, см (+ приріст за період)	Мах, см за рік	Середнє, см за рік
Західний Буг –	1969 - 2018	+40	+0,8	+0,44

пост Сасів				
------------	--	--	--	--

Таблиця 5.4.

Прирости / Просідання для річки Західний Буг – пост Сасів

Роки	1969	1982	1998	2006	2018
Витрати, м ³ /с	Рівні, см				
2	180(0)	5(+30)	211(+31)	212(+32)	220(+40)
4	200(0)	29(+20)	227(+27)	229(+29)	231(+31)
8	227(0)	51(+8)	241(+14)	245(+18)	255(+28)
12	248(0)	64(-4)	250(+2)	260(+12)	272(+24)

Аналізуючи графік суміщених кривих $Q=f(H)$ для р. Західний Буг – пост Сасів було виявлено, що інтенсивність приросту рівнів води становить в середньому +0,44 см за рік. Максимальний приріст може досягати +0,8 см за рік, а за весь період спостережень приріст становив 40 см. Відмічаються процеси акумуляції наносів руслі.

5.3 Дискретна оцінка вертикальних деформацій (річка Полтва – пост Буськ)

Для річки Полтва за даними одного гідрологічного поста були побудована суміщена крива витрат води за більш як 40 річний період спостережень.

Річка Полтва – пост Буськ.

Відмітка нуля поста - 208,34 м БС.

Період спостережень - 1969-2018 рр. (рис. 5.3).

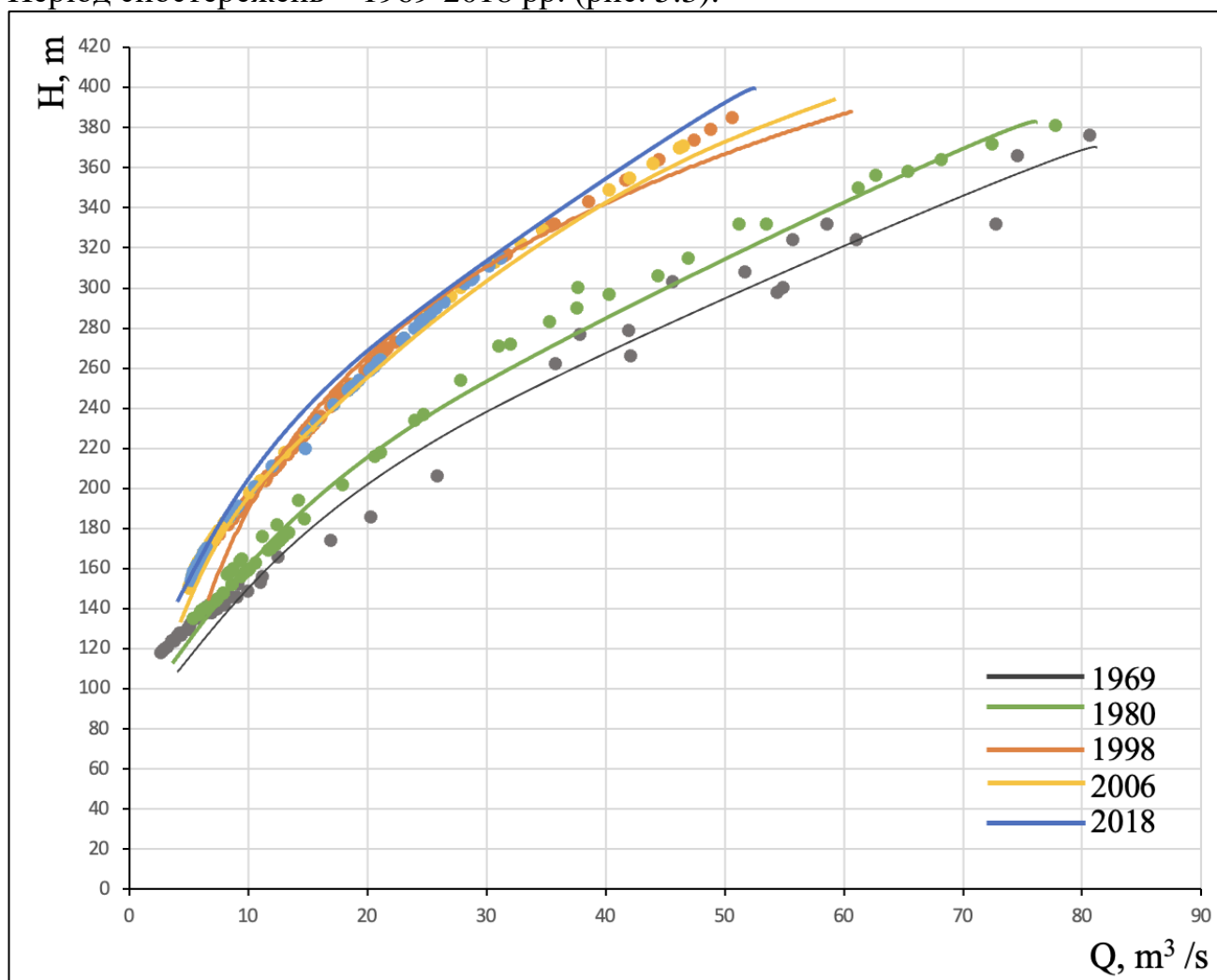


Рис. 5.3. Суміщені криві $Q = f(H)$ для р. Полтва – пост Буськ

Загальну зміну залежності $Q=f(H)$ за багаторічний період для річки Полтва за даними гідрологічного поста Буськ можна представити у вигляді табл. 5.5 і табл. 5.6.

Таблиця 5.5.

Зміна залежності $Q = f(H)$ для річки Полтва – пост Буськ

Річка - пост	Період спостереження	Мах, см (+ приріст за період)	Мах, см за рік	Середнє, см за рік
Полтва – пост Буськ	1969 - 2018	+106	+2,2	+1,09

Таблиця 5.6.

Прирости для річки Полтва – пост Буськ

Роки	1969	1980	1998	2006	2018
Витрати, м ³ /с	Рівні, см				
10	159(0)	170(+11)	190(+31)	191(+32)	202(+43)
30	240(0)	258(+18)	312(+72)	301(+61)	311(+71)
50	295(0)	316(+21)	365(+70)	370(+75)	390(+95)
70	344(0)	370(+26)	398(+54)	410(+66)	450(+106)

За допомогою графіку суміщених кривих $Q=f(H)$ можна зазначити, що інтенсивність приросту рівнів води становить в середньому +1,09 см за рік. Максимальний приріст може досягати 2,2 см за рік, а за весь період спостережень приріст становив 106 см. Відмічаються процеси акумуляції наносів руслі.

5.4 Дискретна оцінка вертикальних деформацій (річка Рата – пост Волиця)

Для річки Рата за даними двох гідрологічних постів були побудовані суміщені криві витрат води за більш як 40 річний період спостережень.

Річка Рата – пост Волиця.

Відмітка нуля поста - 198,23 м БС.

Період спостережень - 1969-2018 рр. (рис. 5.4).

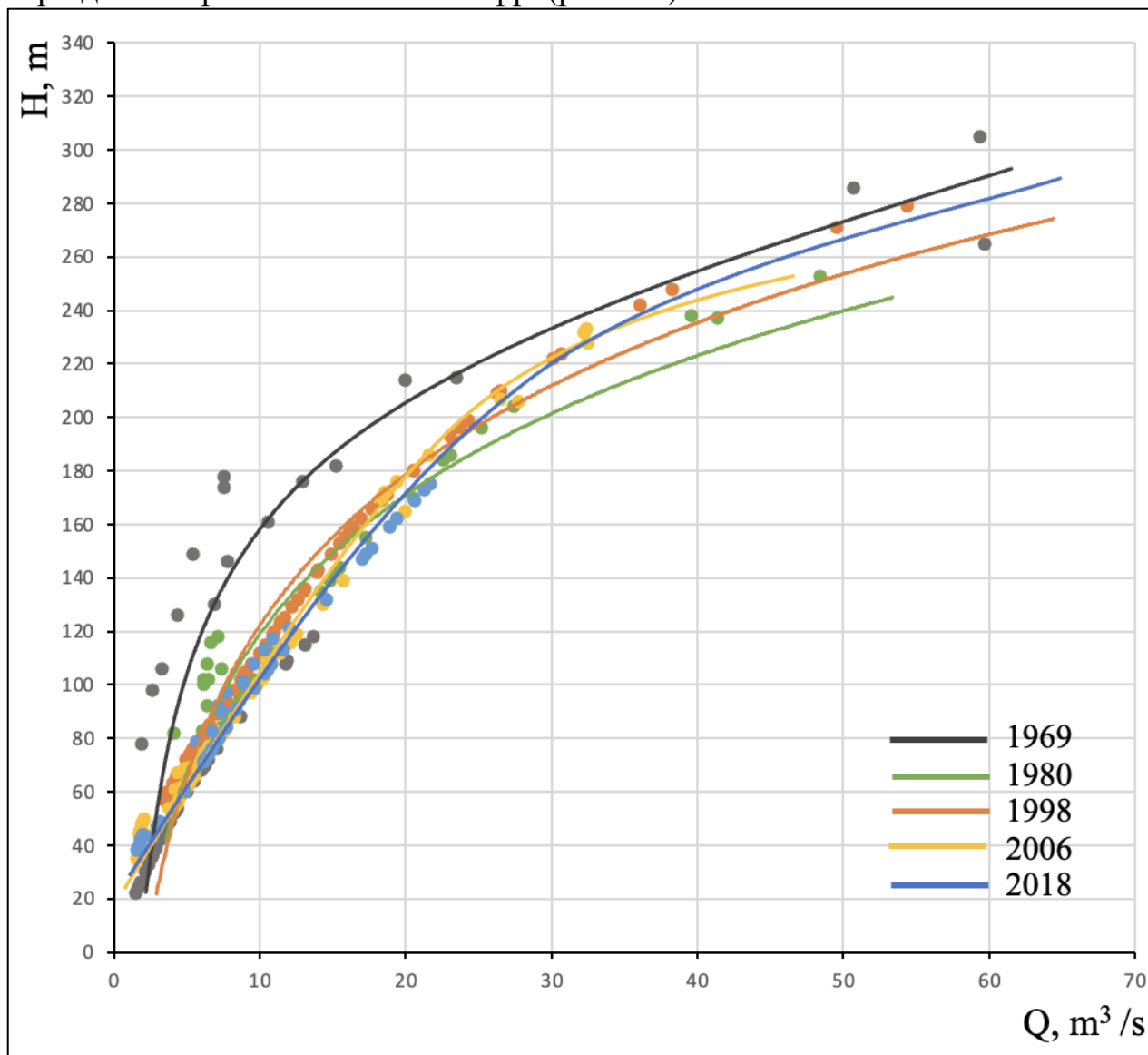


Рис. 5.4. Суміщені криві $Q = f(H)$ для р. Рата – пост Волиця

Загальну зміну залежності $Q=f(H)$ за багаторічний період для річки Рата за даними гідрологічного поста Волиця можна представити у вигляді табл. 5.7 і табл. 5.8.

Таблиця 5.7.

Зміна залежності $Q = f(H)$ для річки Рата – пост Волиця

Річка - пост	Період спостереження	Мах, см (- просідання за	Мах, см за рік	Середнє, см за рік
--------------	----------------------	------------------------------	-------------------	-----------------------

		період)		
Рата – пост Волиця	1969 - 2018	-58	-1,2	-0,64

Таблиця 5.8.

Просідання для річки Рата – пост Волиця

Роки	1969	1980	1998	2006	2018
Витрати, м ³ /с	Рівні, см				
10	160(0)	118(-42)	121(-39)	102(-58)	102(-58)
20	208(0)	170(-38)	179(-29)	179(-29)	171(-37)
40	255(0)	222(-33)	238(-17)	242(-13)	250(-5)
60	290(0)	251(-39)	263(-27)	262(-28)	281(-9)

Після аналізу таблиць і графіку суміщених кривих $Q=f(H)$ було виявлено наступні тенденції прояву вертикальних деформацій.

На руслових ділянках в межах дії гідрологічного посту Рата –Волиця фіксуються тенденції врзання русла. Середньорічна інтенсивність ерозії на даному пості становить -0,64 см/рік. Максимальне просідання може досягати - 1,2 см за рік.

5.5 Дискретна оцінка вертикальних деформацій (річка Рата – пост Межиріччя)

Річка Рата – пост Межиріччя.

Відмітка нуля поста - 187,64 м БС.

Період спостережень - 1969-2018 рр. (рис. 5.5).

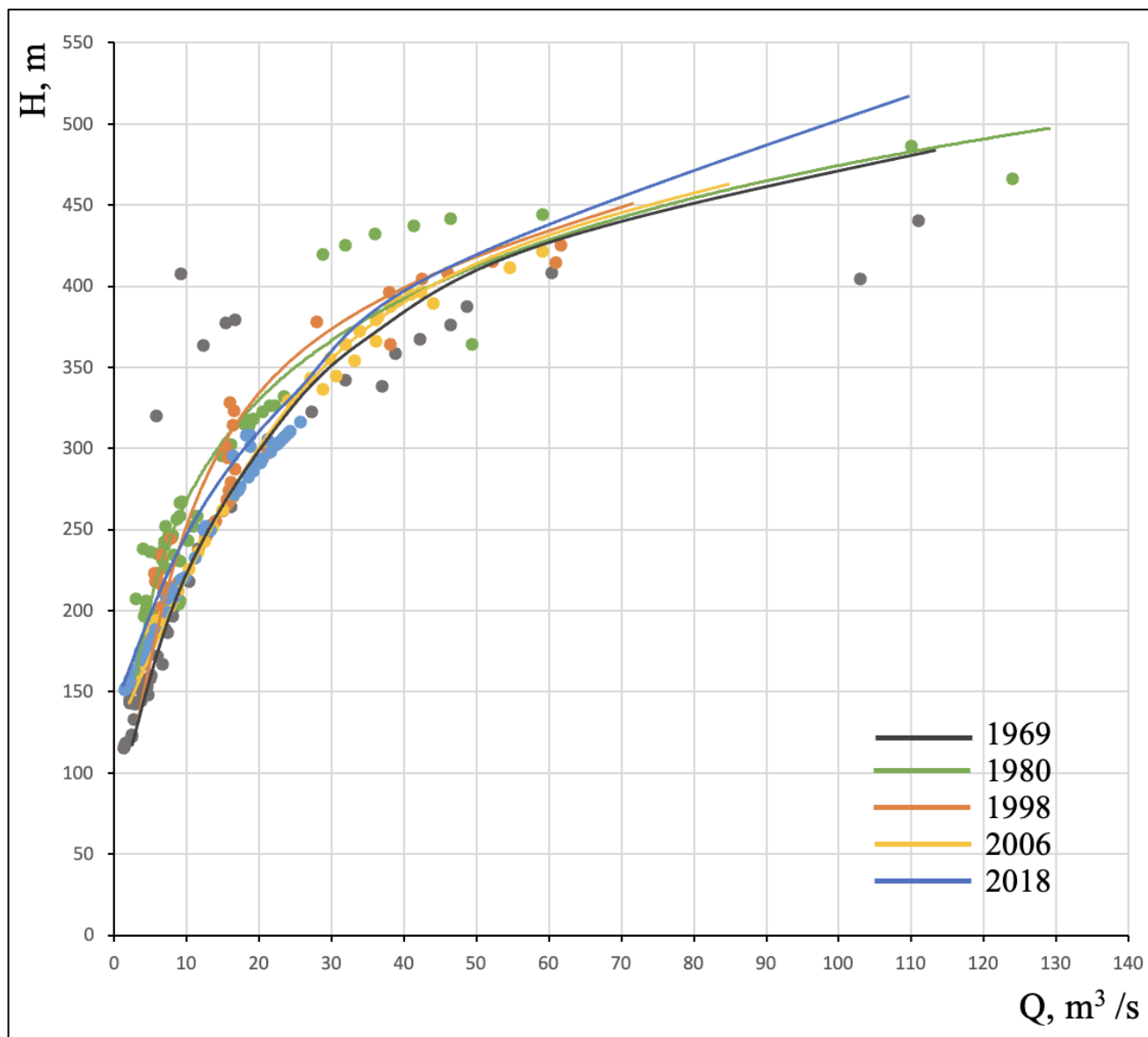


Рис. 5.5. Суміщені криві $Q = f(H)$ для р. Рата – пост Межиріччя

Загальну зміну залежності $Q=f(H)$ за багаторічний період для річки Рата за даними гідрологічного поста Межиріччя можна представити у вигляді табл. 5.9 і табл. 5.10.

Таблиця 5.9.

Зміна залежності $Q = f(H)$ для річки Рата – пост Межиріччя

Річка - пост	Період спостереження	Мах, см (+ приріст за період)	Мах, см за рік	Середнє, см за рік
Рата – пост	1969 - 2018	+50	+1	+0,38

Межиріччя				
-----------	--	--	--	--

Таблиця 5.10.

Прирости для річки Рата – пост Межиріччя

Роки	1969	1980	1998	2006	2018
Витрати, м ³ /с	Рівні, см				
10	220(0)	270(+50)	250(+30)	218(-2)	250(+30)
40	378(0)	392(+14)	391(+13)	382(+4)	399(+21)
80	442(0)	455(+13)	452(+10)	450(+8)	470(+28)
100	462(0)	475(+13)	473(+11)	472(+10)	503(+41)

Як показав аналіз суміщених кривих $Q=f(H)$, інтенсивність приросту рівнів води становить в середньому +0,38 см за рік. Максимальний приріст може досягати +1 см за рік.

На руслових ділянках в межах дії гідрологічного посту Рата –Межиріччя відмічаються процеси акумуляції наносів руслі. Так як зміщення кривих за багаторічний період вгору дозволяє говорити про накопичення річкового алювію (акумуляцію).

5.6 Дискретна оцінка вертикальних деформацій (Західний Буг – пост Франкополь (Польща))

Для річки Західний Буг на території Польщі за польськими даними двох гідрологічних постів були побудовані суміщені криві витрат води за більш як 25 річний період спостережень.

Річка Західний Буг – пост Франкополь.

Відмітка нуля поста - 109,59 м БС.

Період спостережень - 1993-2019 рр. (рис. 5.6).

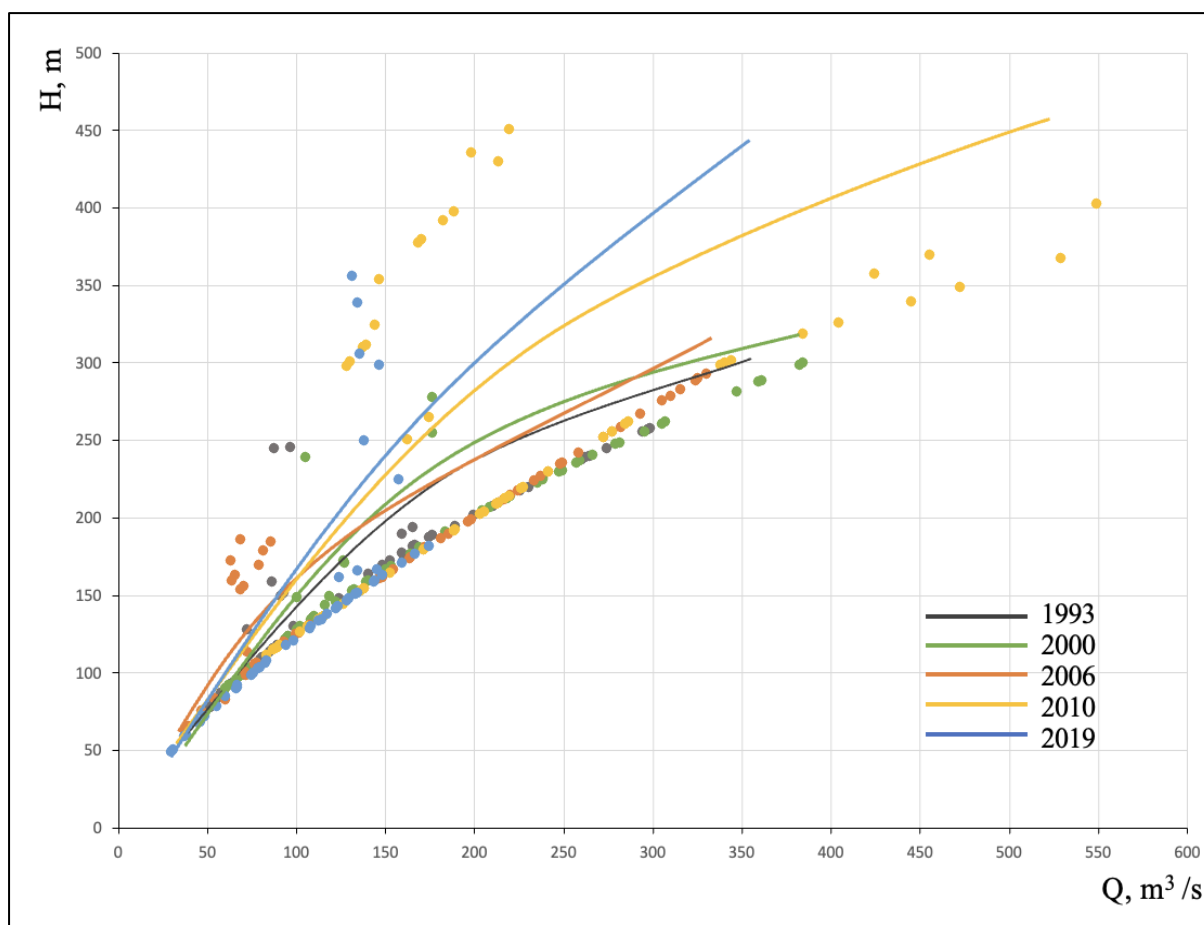


Рис. 5.6. Суміщені криві $Q = f(H)$ для р. Західний Буг – пост Франкополь

Загальну зміну залежності $Q=f(H)$ за багаторічний період для річки Західний Буг за даними гідрологічного поста Франкополь можна представити у вигляді табл. 5.11 і табл. 5.12.

Таблиця 5.11.

Зміна залежності $Q = f(H)$ для річки Західний Буг – пост Франкополь

Річка - пост	Період спостереження	Мах, см (+ приріст за період)	Мах, см за рік	Середнє, см за рік
Західний Буг – пост Франкополь	1993 - 2019	+135	+5,2	+1,26

Таблиця 5.12.

**Прирости для річки Західний Буг – пост
Франкополь**

Роки	1993	2000	2006	2010	2019
Витрати, м ³ /с	Рівні, см				
50	72(0)	68(-4)	89(+17)	77(+5)	80(+8)
150	191(0)	200(+9)	198(+7)	220(+29)	230(+39)
250	249(0)	262(+13)	258(+9)	310(+61)	330(+81)
350	287(0)	297(+10)	317(+30)	363(+76)	422(+135)

Аналізуючи графік суміщених кривих $Q=f(H)$ для р. Західний Буг – пост Франкополь було виявлено, що інтенсивність приросту рівнів води становить в середньому +1,26 см за рік. Максимальний приріст може досягати 5,2 см за рік, а за весь період спостережень приріст становив 135 см. Відмічаються процеси акумуляції наносів руслі.

**5.7 Дискретна оцінка вертикальних деформацій (Західний Буг – пост
Вишків (Польща))**

Річка Західний Буг – пост Вишків.

Відмітка нуля поста - 81,47 м БС.

Період спостережень - 1981-2018 рр. (рис. 5.7).

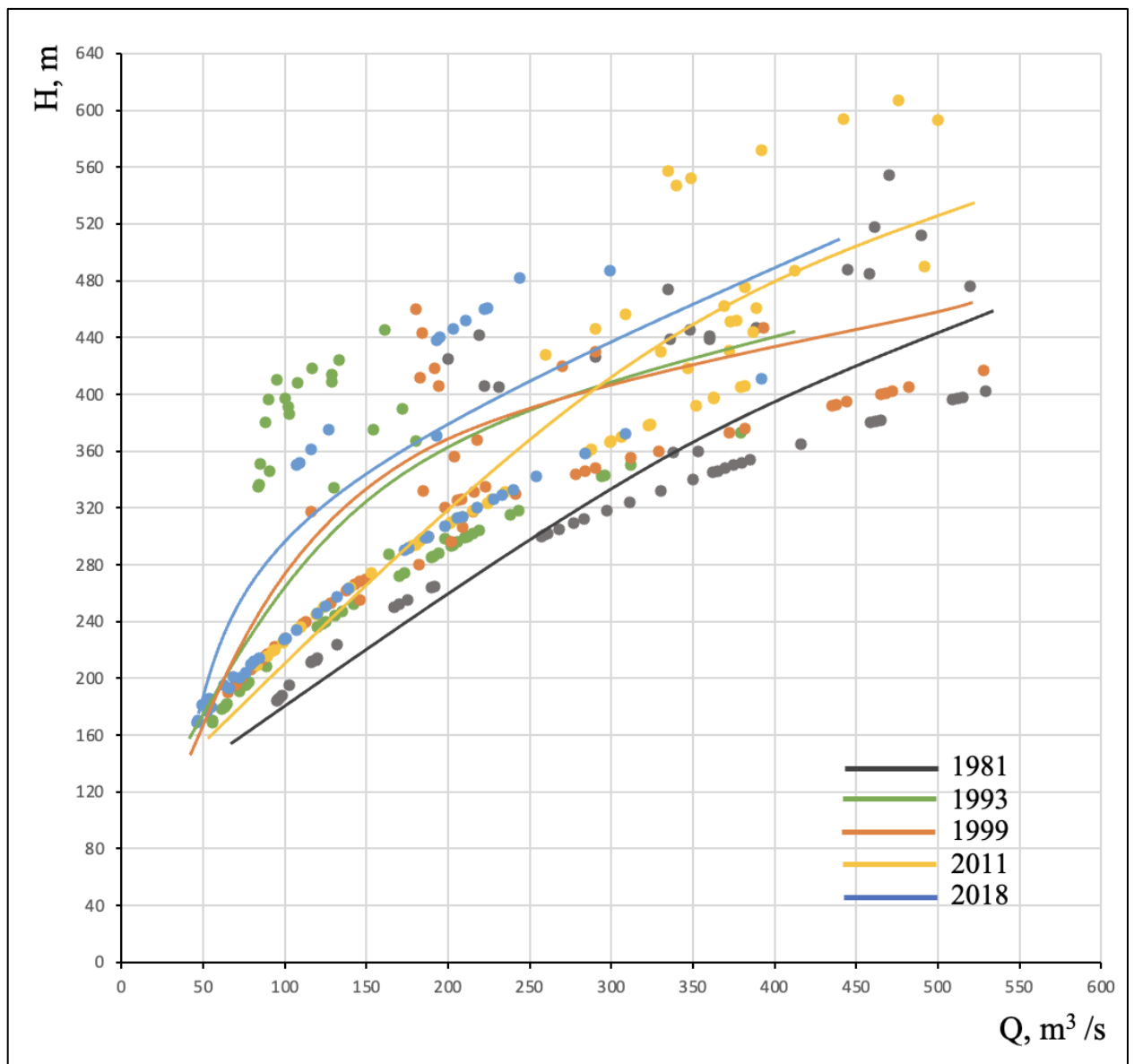


Рис. 5.7. Суміщені криві $Q = f(H)$ для р. Західний Буг – пост Вишків

Загальну зміну залежності $Q=f(H)$ за багаторічний період для річки Західний Буг за даними гідрологічного поста Вишків можна представити у вигляді табл. 5.13 і табл. 5.14.

Таблиця 5.13.

Зміна залежності $Q = f(H)$ для річки Західний Буг – пост Вишків

Річка - пост	Період спостереження	Мах, см (+ приріст за період)	Мах, см за рік	Середнє, см за рік
Західний Буг – пост Вишків	1981 - 2018	+120	+3,2	+2,03

Таблиця 5.14.

**Прирости для річки Західний Буг – пост
Вишків**

Роки	1981	1993	1999	2011	2018
Витрати, м ³ /с	Рівні, см				
100	180(0)	261(+81)	278(+98)	210(+30)	298(+118)
200	260(0)	361(+101)	368(+108)	320(+60)	380(+120)
350	365(0)	422(+57)	420(+55)	450(+85)	460(+95)
500	442(0)	470(+28)	442(0)	512(+70)	538(+96)

Як показав аналіз суміщених кривих $Q=f(H)$, інтенсивність приросту рівнів води становить в середньому +2,03 см за рік. Максимальний приріст може досягати +3,2 см за рік.

На руслових ділянках в межах дії гідрологічного посту Західний Буг – Вишків фіксуються тенденції акумуляції наносів руслі. Так як зміщення кривих за багаторічний період вгору вказує на накопичення річкового алювію (акумуляцію).

5.8 Порівняльний аналіз отриманих результатів континуально-дискретної оцінки

Для проведення оцінки вертикальних деформацій був обраний період тривалістю в 49 роки, з 1969 по 2018 роки для постів на території України.

Оцінка здійснювалась за даними 5 українських гідрологічних постів що знаходяться в басейні: Західний Буг – Кам’янка-Бузька, Західний Буг –Сасів, Полтва – Буськ, Рата – Волиця, Рата – Межиріччя.

З досліджуваного періоду були виділені розрахункові роки, (1969, 1980 (1982 для Західний Буг - пост Сасів), 1998, 2006, 2018) як найбільш репрезентативні, що характеризуються високою водністю. За початковий розрахунковий (відносно якого робились розрахунки) було взято 1969 рік.

Так як річка Західний Буг є транскордонною, була проведена оцінка вертикальних деформацій також за даними двох постів, що розташовані на території Польщі, а саме Західний Буг – Франкополь, Західний Буг – Вишків. Період спостережень для поста Франкополь становить 26 років, а для поста Вишків - 37 років. З досліджуваних періодів наступні розрахункові роки були виділені для поста Франкополь: 1993, 2000, 2006, 2010, 2019. Для поста Вишків: 1981, 1993, 1999, 2011, 2018. Обрані роки вважаються найбільш репрезентативними й характеризуються високою водністю. За початковий розрахунковий (відносно якого робились розрахунки) для постів Франкополь і Вишків було взято 1993 і 1981 роки відповідно.

Для аналізу графіків кривих витрат було обрано чотири показника витрати води для того, щоб дізнатися відповідне значення рівня за певний рік. Для кожного гідропоста обрані показники витрат відрізняються. Обрані показники витрат для гідропостів (m^3/c): Кам’янка-Бузька – 10, 40, 80, 120; Сасів – 2, 4, 8, 12; Буськ – 10, 30, 50, 70; Волиця – 10, 20, 40, 60; Межиріччя – 10, 40, 80, 100; Франкополь– 50, 150, 250, 350; Вишків– 100, 200, 350, 500.

Результати проведених розрахунків наведені в табл. 5.15. Натомість на рис. 5.8 зображено розташування гідрологічних постів у басейні досліджуваної річки, та показана спрямованість вертикальних руслових деформацій за результатами виконаних розрахунків.

Зміна залежності $Q = f(H)$ для річок басейну Західного Бугу

Річка - пост	Період спостереження	Середнє см за період (+ акумуляція, - ерозія)	Середнє, см за рік
Західний Буг – Вишків	1981-2018	+ 75,11	+ 2,03
Західний Буг – Франкополь	1993-2019	+ 32,76	+ 1,26
Західний Буг – Кам'янка-Бузька	1969-2018	+ 29,4	+ 0,6
Західний Буг – Сасів	1969-2018	+ 21,4	+ 0,44
Рата – Межиріччя	1969-2018	+ 18,4	+ 0,38
Рата – Волиця	1969-2018	- 31,3	- 0,64
Полтва – Буськ	1969-2018	+ 53,3	+ 1,09

У результаті проведеного аналізу побудованих графіків та взаємозв'язків було отримано змінені параметри дослідження для кожного з розрахункових гідрологічних постів. Це дозволило отримати загальне уявлення про деформації русел на річках басейну Західного Бугу.

На території басейну річки Західного Бугу, здебільшого, були зафіксовані акумулятивні процеси.

В окремих джерелах згадується, що через те, що у складі стічних вод в русла річок привноситься велика кількість наносів як мінерального, так і органічного походження, в свою чергу, це продукує й посилює процеси акумуляції [3]. Крім того, суттєві кліматичні зміни, які спостерігаються в останні десятиліття і, пов'язані з ним зменшення водності вказаних річок [22], також вплинули на переважання акумулятивних процесів в їх загальному руслоформуванні.

Як вже було зазначено у попередніх розділах, останні десятиріччя спостерігалася маловодна фаза, що у свою чергу також посприяло на розвиток акумуляційних процесів на річках, осіданню наносів.



Рис. 5.8. Інтенсивність прояву вертикальних деформацій на річках басейну Західного Бугу: (+) - акумуляція, (-) – ерозія

Найбільша інтенсивність приросту рівнів води спостерігається на р. Західний Буг – пост Вишків і становить в середньому +2,03 см за рік. Також на р. Західний Буг – пост Франкополь з приростом рівнів води +1,26 см за рік.

Чітко виражені ерозійні процеси спостерігаються на р. Рата – пост Волиця. Просідання становить в середньому -0,64 см за рік.

Взагалі басейн річки Рата зазнає різноманітних господарських впливів, включаючи водокористування, сільськогосподарське природокористування,

інтенсивну осушувальну меліорацію, які впливають на розвиток ерозійних процесів [7].

Схожа картина з проявом вертикальних деформацій спостерігається майже на всіх постах, що розташовані у нижній частині Західного Бугу і характеризується переважанням приросту рівнів в його руслі.

Порівнюючи отримані результати континуальної оцінки (табл. 4.1) і дискретної оцінки (табл. 5.15) вертикальних руслових деформацій, можна зазначити, що простежується переважання акумулятивних процесів. Незважаючи на різну інтенсивність прояву, обидві оцінки свідчать про превалювання приросту рівнів. Величина акумуляції наносів за рік для поста Західний Буг - Кам'янка-Бузька має майже однакове значення при дискретній і континуальній оцінках (0,6 і 0,4 см/рік відповідно).

Ґрунтуючись на проведеному аналізі вертикальних деформацій, можна сказати, що континуальна оцінка підтвердила отримані результати дискретної оцінки.

Отже, можна зазначити, що на досліджуваних річках, на сучасному часовому відтинку переважають процеси накопичення річкового алювію (акумуляцію) в їхніх руслах.

ВИСНОВКИ

1. Річка Західний Буг є другою притокою річки Вісла і має транскордонний характер. Її басейн проходить через три країни: Білорусь, Польщу та Україну.

Клімат басейну помірно-континентальний, нагадує помірний морський клімат західноєвропейського регіону, з м'якою зимою і відносно вологим літом. До моніторингової мережі басейну р. Західний Буг на території України належить 9 гідрологічних постів.

2. Річка Західний Буг, розташована в межах Подільського гідрологічного району, характеризується яскраво вираженою весняною повінню та стабільною, низькою і тривалою літньо-осінньою та зимовою меженню. Провівши оцінку природних умов басейну річки Західний Буг, була прийнята методика аналізу кривих витрат води - $Q = f(H)$.

3. Руслові процеси треба розглядати як сукупність явищ, які пов'язані із взаємодією потоку та ґрунтів, що складають руслову улоговину, ерозією, транспортуванням і акумулюванням наносів, та визначають розмивання дна і берегів річок, розвиток різних форм русел і руслового рельєфу, режим їх сезонних, багаторічних та вікових змін .

4. Після проведення розрахунків можна зазначити, що на досліджуваній території інтенсивність приросту рівнів води коливалась до +2,03 см за рік. У свою чергу інтенсивність просідання досягала -0,64 см за рік. Континуальна оцінка підтвердила отримані результати дискретної оцінки.

5. З'ясовано, що на сучасному часовому відтинку переважають процеси акумуляції наносів в руслах річок басейну Західного Бугу. Крім того, останні десятиріччя спостерігалася маловодна фаза, що у свою чергу також посприяло на розвиток акумуляційних процесів на річках, осіданню наносів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України / [Забокрицька М.Р., Хільчевський В.К., Манченко А.П.]. - К.: Ніка Центр, 2006. - 184 с.
2. Гідроекологічна оцінка енергетичного потенціалу річок України в умовах кліматичних змін: Звіт про НДР, № 01118U001098/ Ободовський О. Г., Сніжко С. І., Гребінь В.В. та ін.// Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Київ, 2018. - 844 с.
3. Гідроекологічний стан поверхневих вод басейну р. Західний Буг/ [О.В. Цветова, О.В. Тураєва, О.О. Сидоренко, І.А. Демида, О.А. Слищенко]; Меліорація і водне господарство, 2013. Вип. 100.
4. Ґрунти України. URL: <https://geografiamozil2.jimdofree.com/головна/ґрунти-україни/> (дата звернення: 25.02.2024)
5. Данько К. Ю. Аналіз інтенсивності прояву вертикальних руслових деформацій річок басейну р. Стир // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2011. Т. 4. С. 56-66.
6. Кузьмочко Оцінка вертикальних руслових деформацій річок басейну Тетерева / Кузьмочко В.Ю. магіст.кваліф.роб. геогр. наук. Київ, 2023. 76 с.
7. Оцінка антропогенного навантаження на річково-басейнову систему Рати / Л. Курганевич, Л. Вербенець // Вісник Львівського університету. Серія географічна. - 2014. - Вип. 47. - С. 164-170.
8. Оцінка достовірності та тенденцій у змінах стоку води на річках басейнів Західного Бугу та Сяну (у межах України) / В. О. Дутко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. - 2012. - Т. 2. - С. 57-65.
9. План управління річковим басейном URL: https://buvrzbts.davr.gov.ua/план-управління-річковим-басейном/?utm_source=rocket_reader (дата звернення: 29.01.2024)
10. Просторова і часова мінливість максимального стоку в басейні Вісли в умовах кліматичних змін/ Мартинюк М. О., Овчарук В. А. - Екологічні науки. Київ, 2023. № 3(48) С. 148-155

11. Розлач З. В. Оцінка вертикальних руслових деформацій річок басейну Верхнього та Середнього Дністра на основі аналізу кривих витрат води
12. Руслові процеси : підручник / О. Г. Ободовський. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2017. 511 с.
13. Сливка П.Д. Інженерна гідрологія: Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення – Рівне: НУВГП, 2007. - 138 с.
14. Типологія річок й озер української частини басейну Західного Бугу згідно з вимогами Водної рамкової директиви ЄС та її узгодження з дослідженнями в Польщі / В. Хільчевський, В. Гребінь, М. Забокрицька, Т. Соловей // Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. Серія : Географічні науки / Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки ; редкол.: Н. Н. Коцан. -Луцьк, 2016. - № 14 (339). - С.16-24
15. Характеристика басейну р. Західний Буг в межах Волинської області URL:<https://www.vodres.gov.ua/node/15> (дата звернення: 29.01.2024)
16. Хільчевський В. К. Оцінка гідрографічної мережі району річкового басейну Вісли (Західного Бугу та Сану) на території України згідно типології Водної рамкової директиви ЄС / В. К. Хільчевський, В. В. Гребінь, М. Р. Забокрицька // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія – 2016. – Т. 1(40). – С. 32–44.
17. Шимків А.Л. Максимальний стік річок басейну Західного Бугу в межах України: магіст.кваліф.роб. геогр. наук. Одеса, 2018. 128 с.
18. Bug river valley as the ecological corridor/ Andrzej Dombrowski Zygmunt Gzowacki Ivan Kovalchuk Michail Nikiforov. Warszawa : IUCN Office for Central Europe, 2002.
19. Bug. URL: <http://www.rzekipolski.info/bug.html> (дата звернення: 06.03.2024)
20. Elżbieta Skorbiłowicz. ASSESSMENT OF HEAVY METALS CONTENTS IN BOTTOM SEDIMENTS OF BUG RIVER. - Journal of Ecological Engineering Volume 15, No. 3, July 2014, pp. 82 – 89.

21. Michalczyk, Zdzisław. Charakterystyka hydrologiczna dorzecza Bugu/ Michalczyk, Zdzisław, Sobolewski, Wojciech. - artykuł z : *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B, Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* Vol. 57 (2002), s. 111-126
22. River Runoff in Ukraine Under Climate Change Conditions / O. Obodovskyi et al. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2020. 180 p.
23. Temporal and spatial changes in metal contents of arable soils in the bug river catchment in 1995-2015 (poland) elżbieta skorbiłowicz, mirosław skorbiłowicz, weronika rogońska *international journal of conservation science* volume 13, issue 3, july-september 2022: 895-914
24. W sprawie zmiany i ustalenia nazw niektórych miejscowości i obiektów fizjograficznych: Zarządzenie Prezesa Rady Ministrów nr 119 z dnia 27 grudnia 1962 r.//*Monitor Polski*. 1963. Nr 3/ Poz. 6.
URL:<http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WMP19630030006>. (дата звернення: 05.04.2024)
25. Warunki klimatyczne i oceanograficzne w Polsce i na Bałtyku południowym. Spodziewane zmiany i wytyczne do opracowania strategii adaptacyjnych w gospodarce krajowej/ Wibig J., Jakusik E. - Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej PIB Warszawa 2012, 34-92
26. Zróznicowanie gleb i roślinności na obszarze Polski. URL: <https://zpe.gov.pl/a/zroznicowanie-gleb-i-roslinnosci-na-obszarze-polski/DSM0RхNIH> дата звернення: 06.03.2024)