

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

Оцінка стійкості русел річок суббасейну Середнього Дніпра

Спеціальність: 103 Науки про Землю

Освітня програма: Управління та екологія водних ресурсів

Бакалаврська робота
Студентки 4-го курсу
ОР Бакалавр
Іолтуховської Марії Геннадіївни
Науковий керівник:
доктор геогр. наук, професор
Олександр ОБОДОВСЬКИЙ

Роботу рекомендовано до захисту
Протокол № 12 від 2 червня 2025 р.

Завідувач кафедри гідрології та
гідроекології

професор
Василь ГРЕБІНЬ

Київ 2025

Зміст

ВСТУП	3
1 РОЗДІЛ. ПРИРОДНІ УМОВИ СУББАСЕЙНУ	5
1.1. Геологічна будова	7
1.2. Клімат.....	8
1.3. Ґрунти	14
1.4. Рослинність	16
РОЗДІЛ 2 ГІДРОЛОГІЧНИЙ РЕЖИМ	19
2.1. Гідрографія та моніторингова мережа	19
2.2. Режим рівнів води	23
2.3. Режим витрат води.....	27
РОЗДІЛ 3 ОСНОВНІ ПІХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ РУСЕЛ.....	30
3.1. Число Лохтіна.....	30
3.2. Коефіцієнт стійкості М.Макавєєва.....	31
3.3. Коефіцієнт інваріантності К.Грішаніна	32
3.4. Ерозійний показник О.Ободовського	34
РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА СТІЙКОСТІ РУСЕЛ РІЧОК ЛІВОБЕРЕЖЖЯ ДНІПРА	37
4.1. Визначення Середнього діаметру наносів	37
4.2. Визначення морфометричних характеристик русел	38
4.3. Розрахунок стійкості русел за вказаними показниками	40
РОЗДІЛ 5 ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТІЙКОСТІ РІЧОК ЛІВОБЕРЕЖЖЯ ТА ПРАВОБЕРЕЖЖЯ СУББАСЕЙНУ СЕРЕДНЬОГО ДНІПРА	44
ВИСНОВКИ.....	46
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	48

ВСТУП

Актуальність дослідження оцінки стійкості русел річок суббасейну Середнього Дніпра зумовлена низкою факторів. А саме: сучасні кліматичні зміни та антропогенний вплив істотно впливають на гідрологічний режим річок, що спричиняє зміни руслових процесів. У цьому контексті вивчення стійкості русел є важливим для розуміння механізмів формування та трансформації русел під впливом зовнішніх чинників.

Суббасейн Середнього Дніпра є регіоном із високим рівнем господарського освоєння, що включає водозабори, сільське господарство, урбанізацію та промисловість. Такі види діяльності посилюють ризики деформації русел, що, у свою чергу, може призвести до деградації екосистем, погіршення якості водних ресурсів та збільшення ризику підтоплень.

Тому оцінка стійкості русел є важливою складовою для ефективного управління водними ресурсами та розробки заходів для запобігання негативним наслідкам. Знання про стійкість русел дозволяє прогнозувати руслові процеси, мінімізувати ризики руйнування берегів та стабілізувати стан руслових систем.

Окремо варто зазначити недостатню кількість сучасних досліджень у цій галузі, спрямованих на комплексний аналіз стійкості русел у межах суббасейну Середнього Дніпра. Це відкриває можливість для доповнення існуючої наукової бази даними, що враховують специфіку цього регіону.

Проведення дослідження з оцінки стійкості русел річок суббасейну Середнього Дніпра має не лише теоретичне, але й практичне значення, оскільки сприяє формуванню науково обґрунтованих рекомендацій для сталого управління водними ресурсами.

У ході підготовки роботи було проаналізовано наукові праці, присвячені питанням динаміки русел, руслоформуючих процесів та методикам оцінки їх стійкості. Особливу увагу було приділено підходам В.М. Лохтіна, М.І. Маккавєєва, К.В. Грішаніна та О.Г. Ободовського. Також були опрацьовані матеріали гідрологічних щорічників, аналітичні звіти, топографічні карти та

довідники з гідроморфології. Отримані дані стали підґрунтям для проведення власних розрахунків і порівняльного аналізу стійкості русел річок суббасейну Середнього Дніпра.

Метою бакалаврської роботи є визначення стійкості русел річок суббасейну Середнього Дніпра на основі розрахунків коефіцієнтів стійкості русел Лохтіна, М.Макавєєва, К.Грішаніна, О.Ободовського, а також аналізу закономірностей руслоформуючих процесів та оцінки їхньої динаміки в умовах регіональних природних та антропогенних змін

Об'єктом дослідження є суббасейн Середнього Дніпра. **Предметом дослідження** є стійкість русел річок району суббасейну річок Середнього Дніпра.

До **основних завдань** досліджень віднесені наступні:

- Провести аналіз стану русел річок суббасейну Середнього Дніпра, враховуючи їх гідрологічні та геоморфологічні характеристики.
- Визначити ключові природні та антропогенні чинники, які впливають на стійкість русел у досліджуваному регіоні.
- Оцінити динаміку руслоформуючих процесів на основі аналізу наявних даних
- Здійснити розрахунки окремих показників стійкості русел для оцінки їхньої стабільності
- Виконати класифікацію річкових русел суббасейну за рівнем їхньої стійкості..
- Зробити порівняння стійкості русел річок лівобережної та правобережної частин суббасейну

Методика дослідження базується на розрахунку коефіцієнтів стійкості русел Лохтіна, М.Макавєєва, К.Грішаніна, О.Ободовського на основі гідрологічних даних по річках даного суббасейну, що були взяті з щорічників Центральної Геофізичної Обсерваторії. А також порівнянні та налізі отриманих результатів

1 РОЗДІЛ. ПРИРОДНІ УМОВИ СУББАСЕЙНУ

1.1. Геологічна будова

Геологічна будова території суттєво впливає на формування та еволюцію руслових процесів, визначаючи ступінь стійкості річкових русел до зовнішніх впливів. Суббасейн Середнього Дніпра є складною геоструктурною одиницею, яка охоплює території з різноманітною літологічною будовою, геоморфологічними характеристиками та геологічною історією. Аналіз взаємозв'язку між геологічними умовами та стійкістю річкових русел у межах цього регіону дозволяє ідентифікувати основні чинники, що визначають динаміку водотоків, розвиток ерозійних процесів і руслових деформацій [1].

Територія басейну Дніпра розташована в межах Східноєвропейської платформи (СЄП), у межах таких регіональних геоструктур, як Український щит і Дніпровсько-Донецька западина (рис. 1.1) [2].

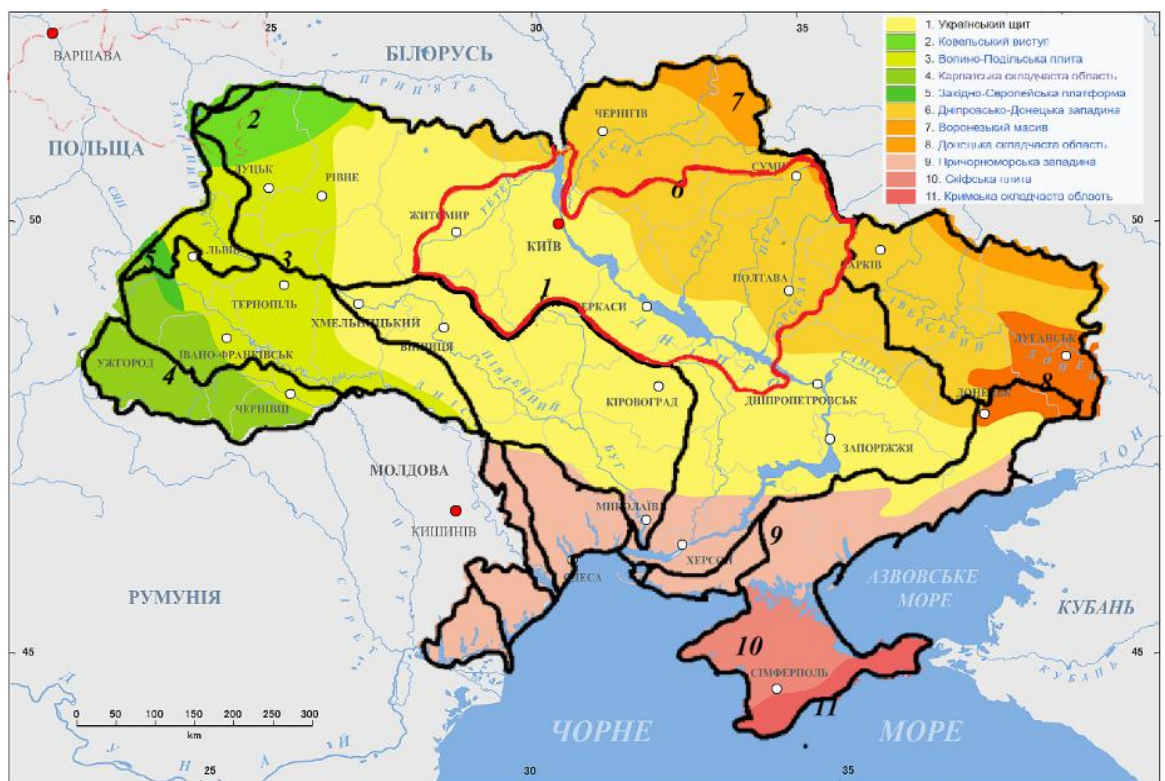


Рис. 1.1 Геологічна карта України (червоною лінією виділено межі суббасейну Середнього Дніпра) [3]

Правобережна частина суббасейну Середнього Дніпра повністю охоплює ділянки Українського кристалічного щита, який характеризується широким

спектром кристалічних порід магматичного й метаморфогенного походження. До них належать гнейси, амфіболіти, кварцити, кристалічні сланці, а також численні інтрузії гранітів та інших вивержених утворень (рис. 1.2) [4].

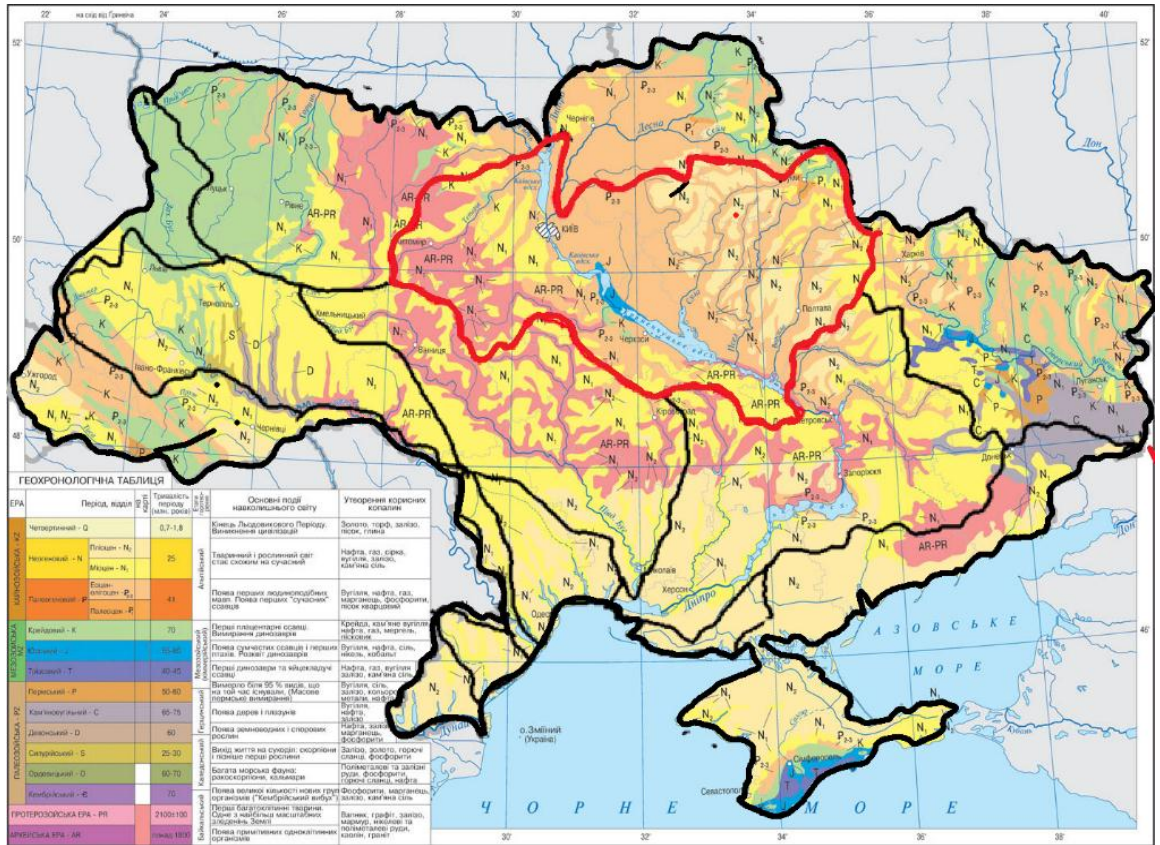


Рис. 1.2. Карта Геологічної будови України (червоною лінією виділено межі суббасейну Середнього Дніпра) [5].

Ці породи переважно залягають вище сучасного базису ерозії та виходять на денну поверхню у вигляді природних відслонень, особливо в долинах річок (рис. 1.3), значно рідше — на вододілах. Їх присутність зумовлює формування порогів і перепадів, які змінюють швидкість течії та викликають турбулентність потоку, що, в свою чергу, підвищує ерозійну активність річки на окремих ділянках. Незважаючи на це, високостійкі кристалічні породи запобігають значним змінам русла, забезпечуючи стабільність таких ділянок протягом тривалого часу [4].



Рис. 1.3. Докембрійські граніти над Дніпром [4]

Український кристалічний масив складається переважно з метаморфічних та магматичних порід, які зазнали глибоких ультраметаморфічних перетворень, включаючи гранітизацію та анатексис, що сприяли формуванню місцевих магматичних утворень. У деяких районах ці процеси проявлені слабше, збереглися первинні літологічні та вулканогенні формації. Загалом структура масиву має багатоярусний складчастий характер і розділена на великі блоки системою глибинних розломів.

Основу складають архейські породи: гнейси, амфіболіти, metabазити, мігматити, метаультрабазити, зелені сланці, які займають понад 50 % території Українського щита. Серед них трапляються також мікрокварцити, джеспіліти, залізисто-силікатні сланці, з якими пов'язані родовища залізних руд, урану, графіту, рідкісних та благородних металів. Відомі також родовища будівельної сировини, дорогоцінного каміння та мінеральних вод [4,7-8].

Кристалічні породи часто вкриті малопотужними (0–50 м) осадовими відкладами палеогенового, неогенового та четвертинного періодів (рис. 1.2) [4].

Лівобережна частина суббасейну Середнього Дніпра розташована в межах Дніпровсько-Донецької западини та її периферійних структур, зокрема

відрогів Українського кристалічного щита (гирлові ділянки Трубежа, Супою, Золотоноші, Псла тощо) (рис. 1.1) [9].

Геоструктура Дніпровсько-Донецької западини має двоярусну будову: нижній рівень представлений рифтовою зоною, обмеженою розломами, тоді як верхній — борти западини, з поступовим зануренням фундаменту і зростанням потужності осадових товщ у напрямку до центрального грабену. Грабен заповнений дислокованими осадово-вулканогенними відкладами девону, а також осадовими утвореннями кам'яновугільного та пермського періодів. У бортових частинах фундамент перекритий відкладами карбонової, мезозойської та кайнозойської епох [10].

Геологічні умови лівобережної частини відзначаються наявністю лесових порід товщиною 7–30 см, переважанням легких, середніх і важких суглинків у центральній частині, а також розвитком торф'яних порід у долинах річок і болотистих місцевостях північного краю. В інших частинах, особливо на південь, поширені важкі суглинки, численні яри та зсуви, а також прояви інтенсивної водної ерозії. Весняне танення снігу та рясні опади призводять до підтоплень. У місцях неглибокого залягання карбонатних порід фіксуються карстові процеси [9,10].

1.2. Клімат

Кліматичні умови є одним з головних чинників, що формують гідрологічний режим річкових басейнів. Серед основних кліматичних параметрів, які визначають особливості водного режиму, ключову роль відіграють температура повітря та кількість опадів [1].

Температурні умови та рівень атмосферної вологості впливають на інтенсивність процесів випаровування з водної поверхні та ґрунтового покриву, що в кінцевому результаті визначає величину стоку та водність річкових систем. Взимку температура повітря зумовлює тривалість і товщину льодового покриву, що безпосередньо позначається на режимі живлення річок, зокрема

весняному стоку. У свою чергу, швидкість танення снігового покриву має вирішальне значення для формування весняної повені.

Кількісні характеристики опадів, їхній загальний обсяг та сезонний розподіл, є визначальними у формуванні об'єму річкового стоку. Особливо важливим є інтенсивність опадів, що здатна спричинити короточасні, але потужні паводкові явища [1].

Суббасейн Середнього Дніпра охоплює дві природні зони України — мішанолісову (Поліську) зону та лісостепову зону. Така фізико-географічна неоднорідність обумовлює широку амплітуду кліматичних характеристик, що безпосередньо впливають на гідрологічний режим річкових систем суббасейну (рис. 1.4) [1].

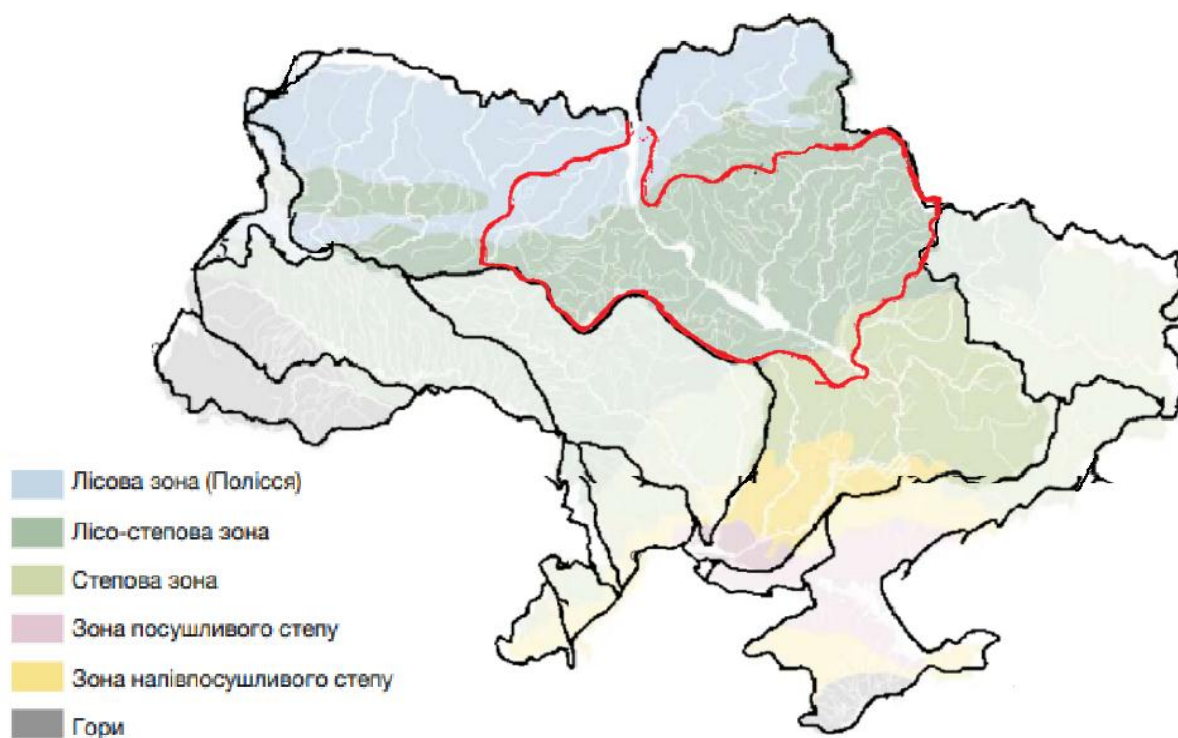


Рис. 1.4. Карта природно-кліматичних зон України [18]

Більша частина суббасейну Середнього Дніпра розташована в межах лісостепової зони, яка характеризується помірно холодними зимами з частими відлигами та теплим літом з розвинутою зливовою активністю. У порівнянні з Поліссям, тут спостерігається менша кількість опадів [6]. Клімат цієї зони має

чітко виражену сезонність. У липні середня температура повітря варіюється від $+18^{\circ}\text{C}$ у північно-західній частині до $+22^{\circ}\text{C}$ на півдні, а в січні — від -5°C до -8°C . Тривалість періоду із середньодобовими температурами вище $+15^{\circ}\text{C}$ коливається від 100 днів на заході до 120 днів на південному сході. Безморозний період становить у середньому 135–140 днів. Просторова диференціація кількості опадів виражається у її зменшенні з північного заходу на південний схід: у західних районах вона складає 550–700 мм, у центральних — 500–550 мм, а на південному сході — близько 450 мм. Приблизно 75% річного обсягу опадів припадає на період з квітня по вересень [11].

Значно менша частина території суббасейну охоплює мішанолісову (Поліську) зону, де спостерігається помірно континентальний клімат із теплим, вологим літом та м'якою зимою. Температурні показники січня змінюються із заходу на схід від $-4,5^{\circ}\text{C}$ до -8°C , а липня — від $+17^{\circ}\text{C}$ до $+19^{\circ}\text{C}$. Тривалість зимового періоду на сході зони перевищує тривалість на заході приблизно на 20 днів, що пов'язано з більш активним впливом континентальних повітряних мас. Часті відлиги, характерні для західної частини зони, можуть зумовлювати повне танення снігового покриву навіть у середині зими. Висота снігу зменшується з заходу на схід: від 30–40 см до 15–20 см. Середньорічна кількість опадів становить 600–680 мм, з яких близько 70% припадає на теплий період року (квітень–жовтень) [12].

Найменшу частину суббасейну займає степова зона, яка характеризується помірно континентальним кліматом, що набуває виражено континентальних рис у південних і східних регіонах. Середні температури січня становлять від -2°C на заході до -9°C на сході, а липня — від $+20^{\circ}\text{C}$ до $+24^{\circ}\text{C}$. Річна кількість опадів поступово зменшується з північного заходу на південний схід — від 450 мм до 300 мм. Такі кліматичні умови зумовлюють дефіцит зволоження та часті посухи. Літній період тривалий, спекотний та посушливий, а зима — коротка, холодна й малосніжна. Сніговий покрив нестійкий і часто зникає внаслідок відлиг.

На території суббасейну Середнього Дніпра простежується широтна зональність розподілу кліматичних показників, зокрема температури повітря й кількості опадів (рис. 1.2.2; рис. 1.2.3). У зимовий період спостерігається зниження температури в північно-східному напрямку (рис. 1.5), тоді як у літній період — тенденція до зростання температурних значень у тому ж напрямку (рис. 1.6).

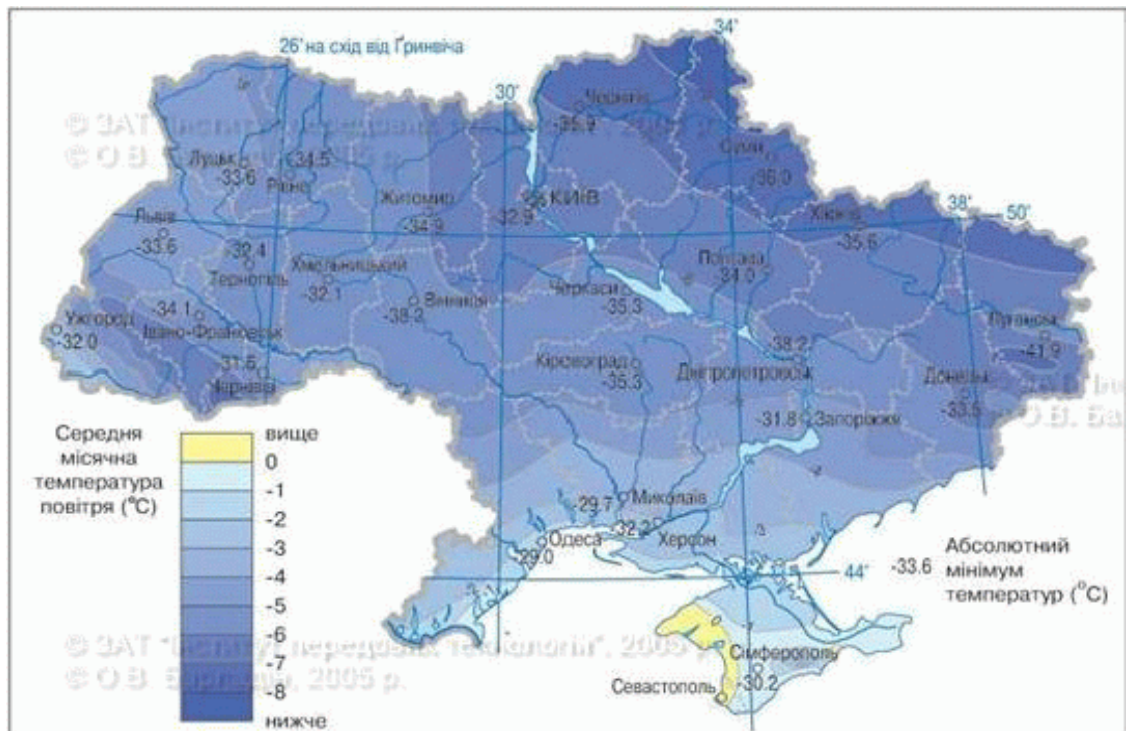


Рис. 1.5. Середньобогаторічна температура повітря (січень)[13]

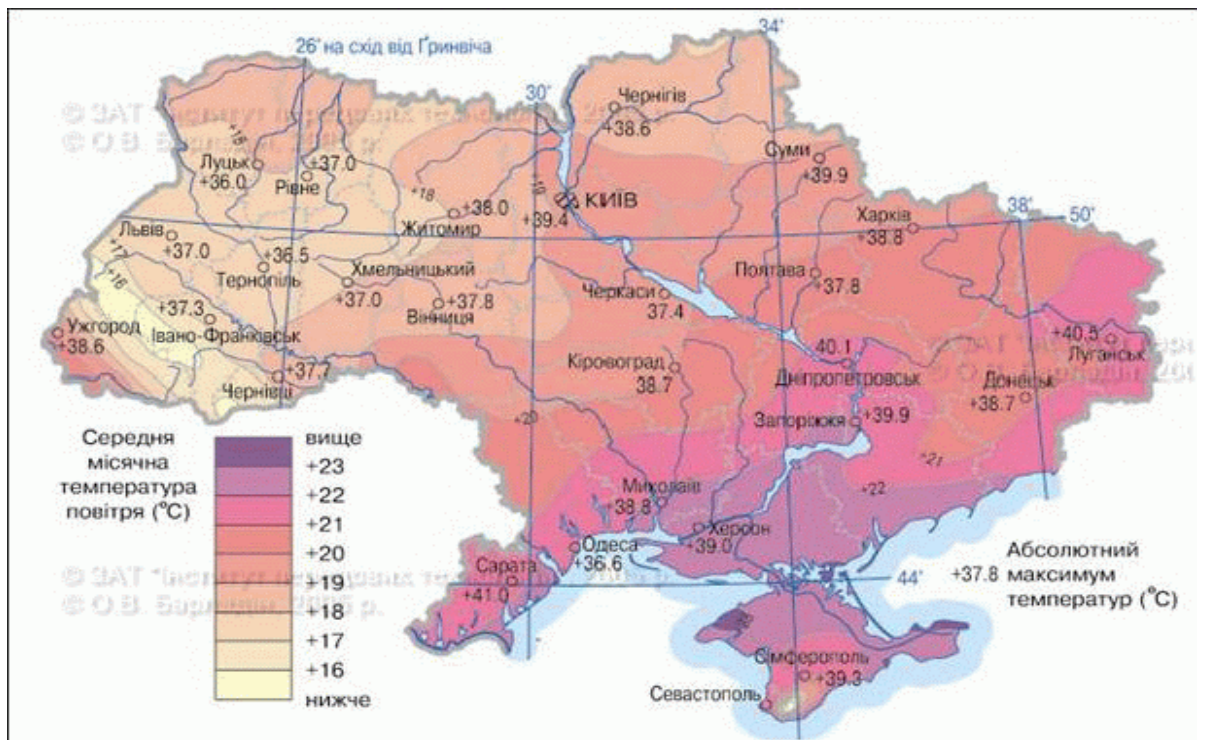


Рис 1.6. Середньобогаторічна температура повітря (липень)[13]

Аналізуючи карту, (рис 1.7) прослідковується зменшення кількості опадів у південно-східному напрямку

Область	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень		
						I декада	II декада	III декада
Вінницька	10,6	65,2	30,8	19,0	103,9	19,4	35,5	16,7
Волинська	21,7	56,6	32,1	10,5	98,7	50,9	20,0	40,0
Дніпровська	15,9	89,6	25,8	11,3	54,1	11,6	15,9	7,5
Донецька	18,9	115,3	15,8	14,8	46,0	3,7	15,3	7,1
Житомирська	17,6	48,3	17,8	23,0	128,0	23,0	29,1	13,5
Закарпатська	40,6	111,1	72,8	18,5	87,2	35,1	50,8	32,8
Запорізька	13,4	87,2	10,7	14,4	32,2	3,4	13,7	5,3
Івано-Франківська	13,9	48,0	41,0	24,7	135,5	44,3	50,0	69,3
Кіровоградська	15,0	70,4	31,4	8,4	85,9	12,7	34,8	13,5
Київська	12,3	63,4	18,5	30,8	129,5	16,1	23,5	17,9
Луганська	24,8	82,5	21,2	16,7	70,7	16,8	7,1	16,6
Львівська	24,6	69,3	47,8	12,8	145,6	46,3	29,0	57,3
Миколаївська	13,8	74,8	19,0	5,3	58,3	5,0	34,1	7,3
Одеська	7,4	58,8	11,0	7,6	61,2	5,3	25,8	7,5
Полтавська	17,5	56,6	16,5	22,9	94,5	24,7	16,7	11,3
Рівненська	23,1	53,6	20,4	7,0	103,9	50,2	21,6	20,3
Сумська	39,4	39,8	12,5	36,1	110,5	35,4	10,3	23,8
Тернопільська	21,8	55,6	33,5	20,7	92,0	48,7	27,3	51,5
Харківська	20,9	72,2	24,4	14,4	86,7	12,4	10,2	15,3
Херсонська	13,2	52,0	6,4	13,6	44,7	4,4	19,8	8,6
Хмельницька	18,4	56,8	23,7	18,6	98,9	36,7	29,0	24,6
Черкаська	12,8	68,3	19,5	20,3	111,7	20,1	26,0	14,0
Чернівецька	14,2	55,2	31,8	14,0	81,2	25,7	46,5	33,5
Чернігівська	31,3	36,4	13,9	36,5	126,1	23,9	19,7	23,9

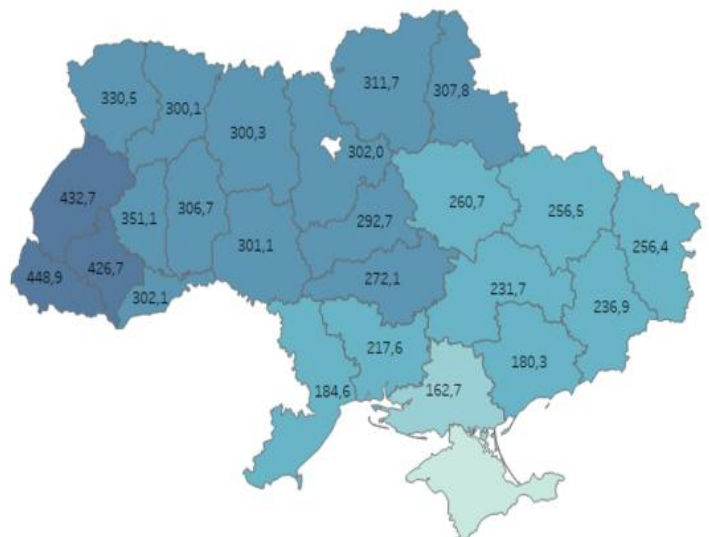


Рис. 1.7. Карта середньорічної кількості опадів в регіонах України

[16]

Абсолютна річна кількість опадів на території країни ще не свідчить про достаток вологи. Адже значна частка вологи випаровується, та як наслідок не йде у стік річок, а величина випаровування залежить від температури.

Чим вища температура повітря, тим більше вологи воно може в собі містити, а отже - більше вологи може випаровувати. Величина випаровуваності може бути меншою або більшою, ніж кількість опадів.

Співставивши ці дві величини, можна визначити зволоженість території. Та побудувати картосхему зволоженості (рис.1.8)



Рис. 1.8. Річні коефіцієнти зволоження території України[13]

На дній картосхемі (рис.1.8) прослідковується нерівномірність зволоженості території України в цілому та досліджуваної території, зокрема. Забезпеченість території вологою зменшується з півночі на південь та зростає відповідно навпаки, що також закономірно пов'язано із температурою та кількістю опадів на території.

1.3. Ґрунти

Ґрунтовий покрив суббасейну Середнього Дніпра є результатом тривалого формування під впливом кліматичних умов, рослинності, рельєфу та геологічної будови. Взаємозв'язок між кліматичними характеристиками регіону та типами ґрунтів чітко простежується у широтній зональності ґрунтових систем.

У межах лісостепової зони сформувалося понад 160 типів ґрунтів різного генетичного походження та агрономічної цінності. Серед них переважають сірі лісові ґрунти (світло-сірі, сірі й темно-сірі), типові, вилужені й опідзолені чорноземи, а також лучно-чорноземні ґрунти. Клімат із достатнім зволоженням і теплим літом сприяє високій біологічній продуктивності ґрунтового профілю.

У межах Лісостепу й Степу трапляються також ґрунти галоморфного ряду — солончаки, гігроморфні солончакові ґрунти, солонці й солонцюваті ґрунти, що формуються в умовах періодичного зволоження і високого випаровування.

У північній частині степової зони, де переважають помірно континентальні кліматичні умови з меншою кількістю опадів, домінують чорноземи звичайні, тоді як у південніших, посушливіших районах поширені чорноземи південні. Зменшення кількості опадів у напрямку з півночі на південь сприяє поступовому переходу ґрунтів до більш посушливих типів.

Суббасейн охоплює дві ґрунтові зони, які відповідають біокліматичному поділу Європи. Перша — бореальна (помірно холодна) зона — включає Поліську природну область із дерново-підзолистими, дерновими, дерново-карбонатними, а також болотними, торф'яними й алювіальними ґрунтами в річкових долинах. Друга — суббореальна (помірна) зона — охоплює Лісостеп, Степ і Сухий степ з перевагою чорноземів та сірих лісових ґрунтів.

У заплавах і надзаплавних терасах річок, особливо в Поліссі та західному Лісостепу, поширені лучні глейові, лучно-болотні, болотні та мулуваті-болотні

мінеральні ґрунти. Їхнє формування обумовлене високим рівнем ґрунтових вод і періодичними підтопленнями (рис. 1.9) [17-18].

У північній частині степової зони домінують звичайні чорноземи, тоді як у південних районах поширені південні чорноземи. У цілому територія суббасейну належить до двох ґрунтових зон, які відповідають різним біокліматичним умовам Європи. Перша — бореальна зона (помірно холодна) — охоплює Поліську природну зону, де переважають дерново-підзолисті, дернові, дерново-карбонатні ґрунти, а також поширені торф'яні, болотні та алювіальні ґрунти в заплавах річок. Друга — суббореальна зона (помірна) — охоплює природні зони Лісостепу, Степу та Сухого степу з широким спектром ґрунтових типів: сірі лісові ґрунти, типові та вилужені чорноземи, лучно-чорноземні ґрунти, а також звичайні та південні чорноземи.

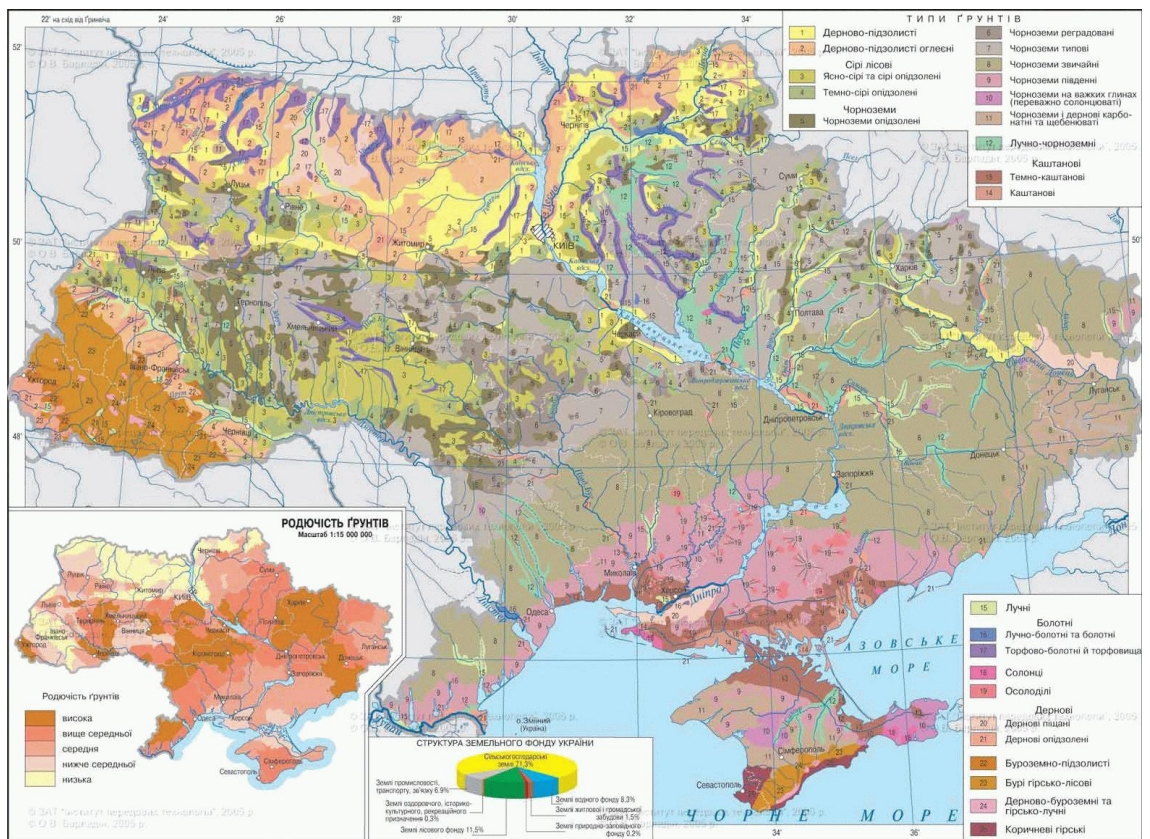


Рис. 1.8. Карта ґрунтів України [19]

У долинах річок, особливо в межах Полісся та західного Лісостепу, сформувалися болотні, торф'яні та алювіальні ґрунти. На заплавах і

надзаплавних терасах переважають лучні глейові, лучно-болотні, болотні та мулувато-болотні мінеральні ґрунти (рис. 1.8) [17-18].

1.4. Рослинність

Рослинність є ключовим елементом у функціонуванні річкових басейнів. Вона виконує низку екологічно важливих функцій: захищає ґрунт від ерозійних процесів, уповільнює поверхневий стік, сприяє фільтрації та інфільтрації води в ґрунт, а також бере участь у регуляції гідрологічного режиму, зменшуючи забруднення водних об'єктів.

Флористичне різноманіття суббасейну обумовлено його розташуванням у межах трьох природних зон: Полісся, Лісостепу та Степу.

У лісостеповій зоні, попри значний антропогенний вплив, збереглися фрагменти природної рослинності, переважно в долинах річок і балках. Тут поширені широколистяні ліси, що складаються з дуба, клена, ясеня, липи, граба і в'яза. Лісові галявини представлені злаково-різнотравними луками з участю костриці, тонконога, осоки, конюшини, ковили, шавлії та звіробою. Вздовж водотоків трапляються заплавні луки й чагарникові зарості з верби, тополі та вільхи.

У Поліссі переважають лісові масиви, основними деревними породами яких є сосна, дуб, граб, береза, вільха. Часто трапляються мішані ліси з домішками ялини й осики. Рослинний покрив урізноманітнюють луки, болота й чагарники. На болотах зростають осока, пухівка, очерет, сфагнові мохи, журавлина. Луки мають переважно злаково-різнотравне покриття з мітлицею, кострицею, щучником, конюшиною, люцерною.

У степовій зоні домінують трав'янисті формації: ковила, типчак, житняк, костриця, доповнені різнотрав'ям — ромашкою, шавлією, чебрецем, буркуном, деревієм, гісопом, еспарцетом. У балках і заплавних ділянках поширені байрачні ліси, що представлені дубом, кленом, ясенем, грабом, шовковицею.

Заплави річок багаті на гідрофільну рослинність: очерет, рогіз, осока, верба, тополя.

Загалом рослинність суббасейну має перехідний характер, що відображає поступову зміну зональних ландшафтів з півночі на південь — від лісів Полісся до лісостепових і степових формацій.

Лісові екосистеми справляють істотний вплив на водний режим: залісені території зменшують поверхневий стік, регулюють випаровування, поповнюють підземні води та стабілізують руслові процеси. На рис. 1.9 видно, що рівень лісистості в межах суббасейну є загалом низьким. Виняток становлять лише північні райони, де показник лісистості наближається до Середнього рівня. У центральній і південній частині регіону лісове покриття значно розріджене, що негативно впливає на стійкість гідрологічної системи. Зокрема, річки в безлісних зонах є більш вразливими до сильних опадів, що спричиняє часті виходи води на заплави, підтоплення територій і активне мігрування русел [15].

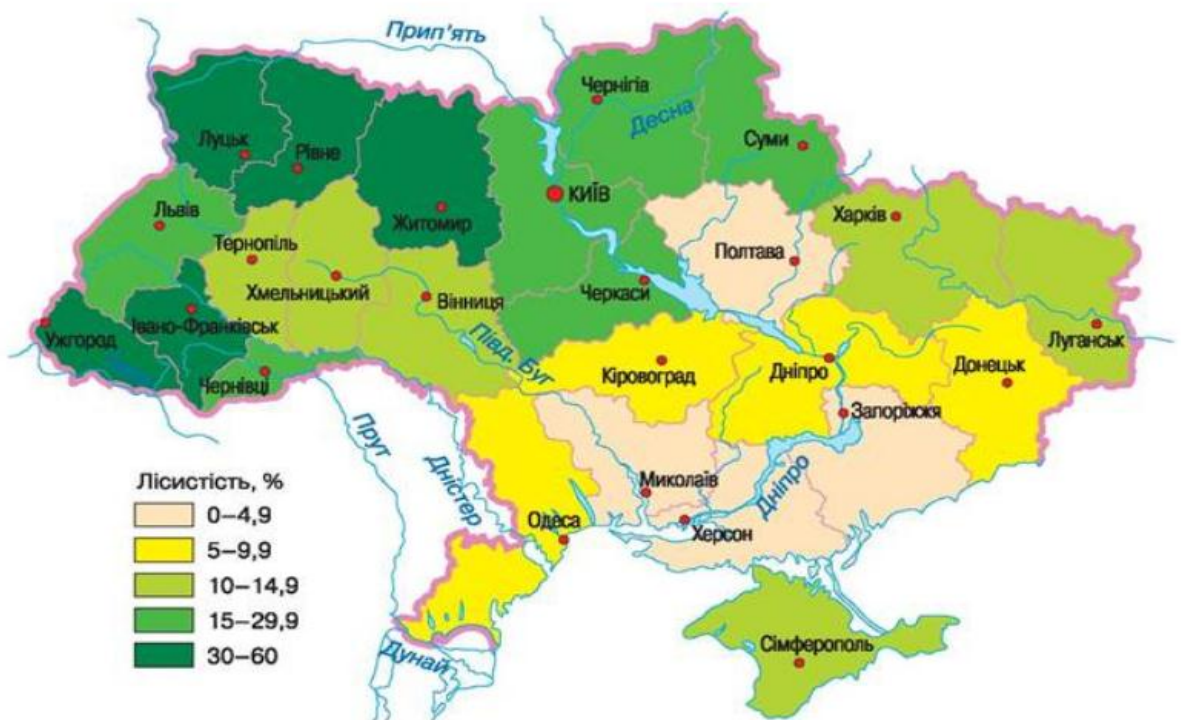


Рис.1.9. Карта лісистості території України[21]

У цілому, природна рослинність басейну зазнала істотних змін під впливом господарської діяльності людини. Особливо це стосується степових районів, де майже всі природні території були трансформовані під сільськогосподарські угіддя. У межах басейну Дніпра спостерігається високий рівень розораності: якщо середній показник розораності по Україні становить близько 58%, то в лісостеповій зоні цей показник сягає 70%, а в районах малих річок і водойм — 20–30% [15]. Така трансформація ландшафтів спричиняє деградацію природних біоценозів, зменшення здатності екосистем до саморегуляції та посилення ерозійних процесів у басейнових системах.

РОЗДІЛ 2 ГІДРОЛОГІЧНИЙ РЕЖИМ

2.1. Гідрографія та моніторингова мережа

Суббасейн Середнього Дніпра є найбільшим серед суббасейнів басейну річки Дніпро. Його площа становить 109 527 км², що дорівнює приблизно 37% від загальної площі всього басейну. Водна мережа суббасейну включає 509 річок, з яких найбільш значущими за гідрологічними характеристиками є Рось, Тясмин, Сула, Псел, Ворскла та Самара. Основну частину гідрографічної мережі формують малі та середні річки, довжина яких, як правило, не перевищує 100 км. Окрім річок, водні ресурси суббасейну доповнюють численні водосховища та ставки, які відіграють суттєву роль у регулюванні водного стоку та забезпеченні водопостачання населених пунктів і промисловості (рис. 2.1.) [17].



Рис. 2.1. Поверхневі води та районування басейну Дніпра[23]

Найгустіша річкова мережа зосереджена у північній частині суббасейну, в межах природної зони мішаних лісів. У південних районах мережа менш розвинена [17]. Річки мають рівнинний характер і характеризуються нерівномірним режимом стоку, обумовленим сезонністю випадання опадів та весняним таненням снігу.

З 2019 року в Україні впроваджено нову систему моніторингу вод відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви ЄС. У рамках цієї програми в суббасейні Середнього Дніпра функціонує 77 пунктів державного моніторингу вод, які поділяються на:

- 57 пунктів для діагностичного моніторингу, що охоплюють 44 масиви поверхневих вод (МПВ);
- 20 пунктів операційного моніторингу на 14 МПВ.

Пункти розміщені на території дев'яти областей:

Київська область (16 пунктів): 10 проб у зоні впливу Дніпровських водосховищ, зокрема в смт Теремці, біля Бортницької станції аерації, м. Українка, смт Гостомель, м. Фастів, м. Васильків, м. Переяслав-Хмельницький, Вишгород. А також 6 проб у басейні р. Рось (м. Біла Церква, м. Тетіїв, с. Кам'яна Гребля, с. Глибочка, м. Богуслав, с. Тептіївка).

Вінницька область (2 пункти): с. Осична (Осичанське водосховище), с. Журбинці.

Дніпропетровська область (3 пункти): м. Вільногірськ (р. Самоткань), м. Верхньодніпровськ, смт Аули (р. Дніпро, Кам'янське водосховище).

Черкаська область (10 пунктів): річки Супій, Дніпро (Кременчуцьке вдсх.), Росава, Вільшанка, Золотоношка, Тясмин, Рось (у містах Канів, Гамарня, Мліїв, Благодатне, Чернобай, Кам'янка, Чигирин, Сокирне, Корсунь-Шевченківський).

Чернігівська область (2 пункти): м. Прилуки (р. Удай, вище і нижче міста).

Полтавська область (17 пунктів): м. Заводське, с. Сенча, м. Лубни, с. Тарасівка, м. Пирятин, м. Гадяч, с. Запсілля, м. Миргород, м. Полтава, м. Кобеляки, с. Старі Санжари, с. Макухівка, с. Пронозівка, м. Горішні Плавні, м. Кременчук.

Сумська область (13 пунктів): с. Вільшана, с. Курмани, с. Шумське, с. Старе Село, смт Краснопілля, с. Рябушки, м. Лебедин, м. Тростянець, м. Охтирка, с. Миропілля, с. Пожня.

Харківська область (2 пункти): м. Богодухів (вище і нижче).

Житомирська область (10 пунктів): м. Житомир, м. Радомишль, с. Харитонівка, м. Бердичів, смт Нова Борова, м. Малин, с. Рудня Городищенська, с. Швайківка, с. Медведівка.

Кіровоградська область (2 пункти): р. Мокрий Ташлик (заказник «Редьчине»), м. Світловодськ (питний водозабір).

Повний перелік пунктів моніторингу, інформація з яких використана для виконання даної роботи, з відповідною нумерацією наведено у таблиці 2.1, а їх просторове розміщення відображено на картосхемі (рис. 2.2.).

Таблиця 2.1

Перелік гідрологічних постів в суббасейні Середнього Дніпра

№ посту	Річка	Пост
42	р. Тетерів	с. Троща
43	р. Тетерів	м. Житомир
44	р. Тетерів	смт Іванків
45	р. Гнилоп'ять	с. Головенка
46	р. Гуйва	с. Городківка
47	р. Ірша	смт Хорошів(смт Володарськ-Волинський)
48	р. Ірша	с. Українка
49	р. Ірпінь	смт Гостомель
63	р. Стугна	с. Здорівка
64	р. Трубіж	смт Баришівка, шлюз №7
65	р. Трубіж	м.Переяслав (м. Переяслав-Хмельницький), шлюз №1
66	р. Недра	м. Березань, шлюз №2
67	р. Рось	с. Круподеринці
68	р. Рось	с. Фесюри
69	р. Рось	м. Корсунь-Шевченківський
70	р. Росава	м. Миронівка
71	р. Супій	с. Піщане
72	р. Вільшанка	с. Мліїв
73	р. Золотоношка	м. Золотоноша

74	р. Сула	с. Зеленківка
75	р. Сула	м. Ромни
76	р. Сула	м. Лубни
77	р. Ромен	м. Ромни
78	р. Удай	м. Прилуки
79	р. Перевід	с. Сасинівка
80	р. Сліпорід	с. Олександрівка
81	р. Оржиця	с. Маяківка
82	р. Тясмин	с. Велика Яблунівка
83	р. Серебрянка	с. Балаклея
84	р. Псел	м. Суми
85	р. Псел	м. Гадяч
86	р. Псел	с. Запсілля
87	р. Хорол	м. Миргород
88	р. Говтва	с. Михнівка
89	р. Ворскла	с. Чернеччина
90	р. Ворскла	м. Полтава
91	р. Ворскла	м. Кобеляки
92	р. Мерло	м. Богодухів

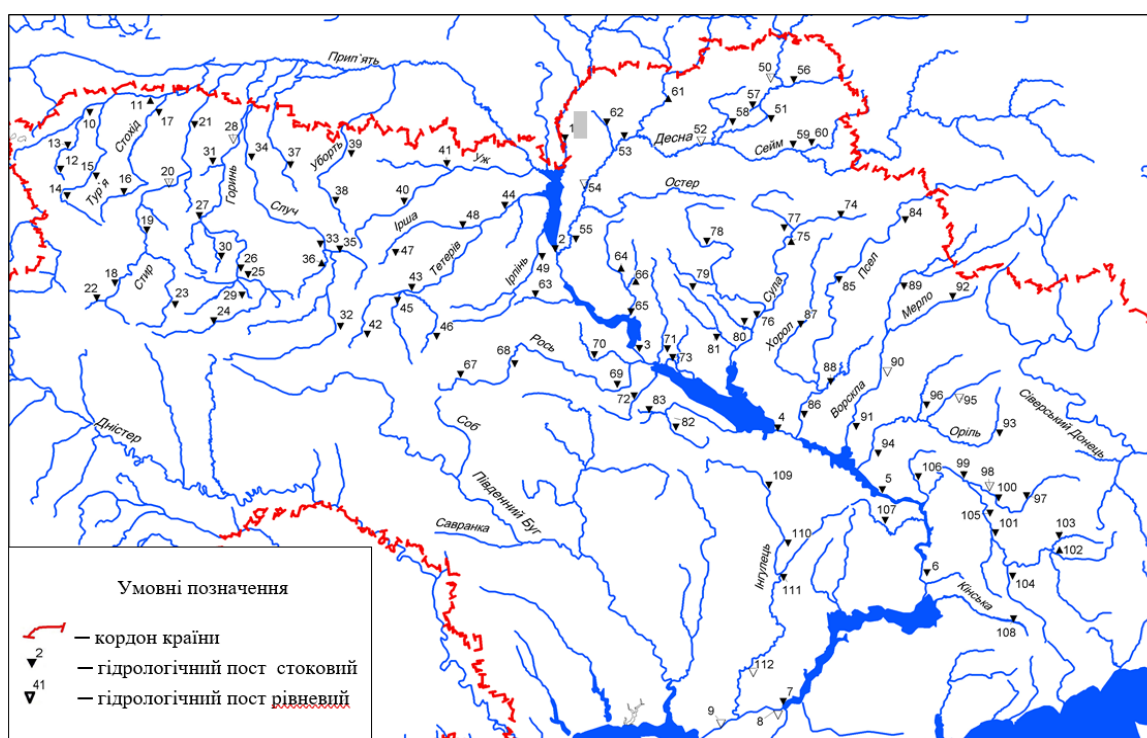


Рис. 2.2. Схема розташування гідрологічних постів на річках

2.2. Режим рівнів води

Режим рівнів води (табл.2.2) в річках суббасейну Середнього Дніпра є важливою складовою у загальній характеристиці гідрологічного режиму території та ключовим фактором для оцінки стійкості русел. Вивчення цього режиму дозволяє не лише проаналізувати закономірності змін рівнів води у часі, а й оцінити вплив природних та антропогенних чинників на морфологічну стабільність русел, динаміку заплав, затоплення та водогосподарське використання територій.

Таблиця 2.2

Рівні води на постах за період з 1991 по 2021 роки

№ посту	Річка - пост	Середньобаторічний рівень	Максимальний		Мінімальний періоду відкритого русла		Мінімальний зимового періоду	
			Значення	Дата	Значення	Дата	Значення	Дата
42	р. Тетерів - с. Троща	17.6	219	06.04.1996	-6.00	08.09-06.11.2003		
43	р. Тетерів - м. Житомир	75.9	520	07.04.1996	25.0	28.03.-20.04.2020		
44	р. Тетерів - смт Іванків	132	402	09.04.1996	54.0	26-28.09.2020	61.0	08.12.2021
45	р. Гнилоп'ять - с.	94.3	262	06-07.04.1996	56.0	09-10.08.2015		
46	р. Гуйва - с. Городківка	94.3	262	06.04.1997	56.0	09.08.2015		
47	р. Ірша - смт	195	394	07.04.1996	167	10-11.08.1992	173	16-23.01.1995
48	р. Ірша - с. Українка	43.1	350	09-10.03.1999	-23.0	26-30.04.2020	-17.0	02-05.12.2019
49	р. Ірпінь - смт	286	432	18-19.03.2003	199	22.07.1992	220	27.12.2008
64	р. Трубіж - смт	186	322	11-14.10.1991	69.0	15-16.10.2018	76.0	16-24.01.2004
65	р. Трубіж - м.Переяслав	196	386	06.04.2001	107	17.05.2004	139	01-02.01.1996
66	р. Недрам - Березань,	148	278	31.10.1991	78.0	25.04.1992	83.0	26-28.12.1994
67	р. Рось - с.	121	294	06.04.1996	90.0	04.08.2015	100	23-26.01.2016
68	р. Рось - с. Фесюри	175	475	07.04.1996	118	27.11.2020	118	21.12.2020
69	р. Рось - м. Корсунь-	223	588	10.04.1996	162	29.04.2009	159	02.01.2009
70	р. Росава - м.	132	215	17.03.2018	36.0	07-13.02.1991		
71	р. Супій - с. Піщане	152	329	03-06.04.3112	92.0	24-27.09.3136	104	13.12.2021
72	р. Вільшанка - с. Мліїв	151	283	03.04.1996	50.0	04-07.05.2004	54.0	25.01-04.02.2004
73	р. Золотоношка - м.	93.2	193	19.03-05.04.2018	45.0	06-22.08.2010	51.0	15.02.1993
74	р. Сула - с. Зеленківка	165	330	04.04.2018	117	03.08.2010	125	20.02.2006
75	р. Сула - м. Ромни	192	400	30.03.1994	115	09-12.10.2020	128	06-12.12.2015
76	р. Сула - м. Лубни	259	487	17-20.04.1996	106	28-30.10.2020	122	08.12.2021
77	р. Ромен - м. Ромни	101	282	08.04.2003	47.0	16.09-04.10.2017	58.0	24.11.2020
78	р. Удай - м. Прилуки	210	294	22-27.04.1998	114	18-21.10.2015	139	25-25.10.2015
79	р. Перевід - с.	206	349	28-29.03.2010	143	10.09.1992	145	28-31.12.1996
80	р. Сліпорід - с.	115	281	27-28.03.2010	49.0	24-27.05.1993	61.0	03-07.03.1993
81	р. Оржиця - с. Маяківка	156	289	06.04.1996	88.0	22.10.1994	105	09.12.1991
82	р. Тясмин с. Велика	179	500	04.04.1996	143	20-27.09.2020	149	05-06.12.2020
83	р. Серебрянка - с.	181	346	02.04.1996	82.0	18-20.05.2017	102	04.01.2814
84	р. Псел м. Суми	180	446	10.04.2006	90.0	01.05.2010	85.0	22.03.2010
85	р. Псел - м. Гадяч	347	621	20.04.2006	233	15-17.05.1992	218	08-10.12.1994
86	р. Псел - с. Запсілля	213	554	02-03.05.1994	110	06.09.2021	134	28.12.2021
87	р. Хорол - м. Миргород	286	438	09-10.04.1996	227	27.09.2020	231	09.12.2021
88	р. Говтва - с. Михнівка	181	323	04.04.2018	98.0	22.09.2014	135	25.10-01.11.2015
89	р. Ворскла - с.	87.4	364	18-20.03.2021	-24.0	23.09-01.10.2019	-17.0	23-30.12.2003
90	р. Ворскла - м. Полтава	674	861	12-14.04.2003	489	08.09.2010	556	23.12.2009
91	р. Ворскла м. Кобеляки	156	512	19-20.04.2003	97.0	01.08.2006	102	06.03.1991
92	р. Мерло - м. Богодухів	219	396	09.04.2003	180	02-07.09.1992	185	11-15.12.1992

За даними гідрологічних спостережень (табл. 2.2), режим рівнів води у цьому регіоні демонструє класичні риси рівнинних річок із переважно сніговим живленням. Основними сезонними фазами є: весняна повінь, літня та зимова межені, а також осінні паводки. Весняна повінь обумовлена переважно таненням снігу, припадає на березень-квітень і забезпечує до 50-60% річного стоку. Рівні піднімаються інтенсивно, спостерігається тривала фаза підйому та короткочасна фаза спадання, що свідчить про добру водоемність русел та прилеглих заплав.

Оглядаючи дані за багаторічний період чітко прослідковується що, літній період характеризується переважно стійким зниженням рівнів, за винятком

короткочасних паводків унаслідок зливових дощів. Зафіксовано значні просторові відмінності: наприклад, у верхів'ях Псла та Ворскли рівні влітку можуть падати до критичних значень межені, тоді як у нижній течії зберігається певна стабільність, зумовлена наявністю водосховищ і штучного регулювання. Зимові межень триває з грудня до лютого і характеризується низькими та стабільними рівнями. У деяких роках спостерігався повний льодостав, що фіксувався в гідрологічних постах (наприклад, р. Ірша – Українка).

На основі матеріалів щорічних гідрологічних оглядів Укргідрометцентру, 2019-2020 гідрологічний рік виявився менш водоносним. Модульні коефіцієнти Середнього стоку коливалися в межах 0.14-0.53, що є суттєво нижче норми. У річках II району, до якого входить більшість річок Середнього Дніпра, осінній стік становив 15%, зимовий – 25%, весняний – 37%, літній – 23% річного обсягу стоку [26]. Це свідчить про концентрацію стоку навесні та помірний характер гідрографів в інші пори року.

На гідрологічний режим Середнього Дніпра суттєво впливає каскад водосховищ, особливо Київське та Канівське. Їхній режим регулювання визначає внутрішньодобові коливання рівнів води, що, з одного боку, стабілізує стік у нижній течії, а з іншого – впливає на морфологічну динаміку русел, ерозійні процеси та затоплення заплавл [27].

Додатковий аналіз таблиць по рівнях засвідчує стабільну тенденцію до зниження весняного стоку в останнє десятиріччя, що частково пов'язано з кліматичними змінами (зменшення снігового покриву, потепління зими) . Водночас, збільшення інтенсивності літніх паводків може бути наслідком локалізованих дощів та зниження лісистості в регіоні, що зменшує водорегулюючу функцію ландшафту.

Окрему увагу варто приділити регіональним відмінностям. Так, у верхів'ях р. Тетерів, Ірпінь та Рось, що розташовані в межах Полісся та північного Лісостепу, переважає снігове живлення, натомість у річках Псел,

Ворскла, Ромен – спостерігається більша роль дощового живлення, що визначає зсув максимуму стоку на літньо-осінній період [28].

Режим рівнів води також залежить від геоморфологічних особливостей долин, ширини заплав, наявності заболочених ділянок. У річках із широкими заплавами (наприклад, Сула, Псел) амплітуди коливань рівня є меншими, ніж у річках із вузькими долинами. Крім того, на руслову динаміку значний вплив справляють людська діяльність: меліорація, видобуток піску, будівництво гідротехнічних споруд тощо.

Підсумовуючи, режим рівнів води річок суббасейну Середнього Дніпра є комплексним результатом взаємодії природних і антропогенних факторів. Основними його характеристиками є: чітка сезонність, зменшення весняного стоку, підвищення частоти та амплітуди літніх паводків, і вплив регулювання водосховищ. Ці особливості мають бути враховані при оцінці стійкості русел, оскільки гідрологічний режим безпосередньо впливає на морфодинаміку руслових процесів, формування ерозійних берегів, осадконакопичення та загальну екологічну рівновагу водних екосистем регіону.

2.3 Режим витрат води

Гідрологічний режим річок суббасейну Середнього Дніпра формується під впливом помірно-континентального клімату, що характеризується нерівномірним розподілом опадів протягом року. Домінування опадів у теплий період сприяє формуванню річного стоку переважно навесні, коли відбувається танення снігового покриву. Саме в цей період спостерігаються найвищі витрати води на більшості річок регіону (табл.2.3) [26].

Таблиця 2.3

Витрати води на постах Середнього Дніпра за період з 1991 по 2021 роки

№ посту	Річка - пост	Середньобогато річна витрата	Найбільша		Найменша періоду відкритого русла		Найменша зимового періоду	
			Значення	Дата	Значення	Дата	Значення	Дата
42	р. Тетерів - с. Троща	0.75	33.6	06.04.1996	0.01	21.09 -04.04.2016		
43	р. Тетерів - м. Житомир	12.5	364	7-09.04.1996	0.80	24-25.11.2004		
44	р. Тетерів - смт Іванків	31.4	591	09.04.1996	3.63	26-28.09.2020	5.51	07.12.2020
45	р. Гнилоп'ять - с. Головенка	3.01	45.0	9-10.03.1999	0.06	7.07.2018	0.09	14.01.2020
46	р. Гуйва - с. Городківка	0.80	22.1	6-7.04.1996	0.01	27.09.2015		
47	р. Ірша - смт Хорошів(смт Володарськ-Волинський)	0.70	41.7	14.04-25.05.1996	0.00	16-27.09.2009	0.04	06-09.12.2014
48	р. Ірша - с. Українка	5.81	196	09-10.03.1999	0.43	29.09.2018	0.44	05.02.2012
63	р. Стугна - с. Здорівка	0.23	8.50	05.04.1996	0.02	13-21.09.2019	0.02	03.01.2016
64	р. Труб'язь - смт Баришівка, шлюз №7	3.18	36.9	17-24.06.2006	0.00	28.08-21.11.2011	0.15	06.12.1991
65	р. Труб'язь - м.Переяслав (м. Переяслав-Хмельницький), шлюз №1	5.24	48.8	06.04.1996	0.14	25.09.2020	0.56	09.12.2020
66	р. Недрам - Березань, шлюз №2	1.18	13.2	02.04.1996	0.01	30.01.2019	0.02	24.11.2019
67	р. Рось - с. Круподеринці	1.10	37.9	10.04.1996	0.03	21-22.08.2019	0.07	22.02.2021
68	р. Рось - с. Фесюри	6.52	238	07.04.1996	0.08	01-02.06.2008	0.26	21-22.12.2019
69	р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський	16.8	355	10.04.1996	1.48	15.09.2020	2.20	04-06.01.2013
70	р. Росава - м. Миронівка	0.62	7.30	14-22.03.1999	0.00	17.06-19.09.2012		
71	р. Супій - с. Піщане	1.75	16.5	18.03.2003	0.07	29.09.2016	0.20	6.12-13.12.2020
72	р. Вільшанка - с. Мліїв	0.91	8.20	3.04.1996	0.00	26.05-2.08.2012	0.16	07.02.2010
73	р. Золотоношка - м. Золотоноша	0.67	9.08	6.04.1996	0.01	21.09.2020	0.09	01-05.12.2020
74	р. Сула - с. Зеленківка	1.03	56.6	31.03.2006	0.01	30.07-1.08.2012	0.09	23.01.2008
75	р. Сула - м. Ромни	6.27	161	30.03.1994	0.11	30.09.2020	0.81	22.11- 02.12.2011
76	р. Сула - м. Лубни	20.6	157	17-20.04.1996	0.64	29.09.2017	1.04	28.11-02.12.2014
77	р. Ромен - м. Ромни	2.38	30.5	18-19.03.1999	0.02	20.08-30.09.2017	0.25	08-09.11.2014
78	р. Удай - м. Прилуки	3.71	36.0	24-26.03.1999	0.01	18-30.01.2019	0.03	21.11.2019
79	р. Перевід - с. Сасинівка	1.03	7.73	08.06.1994	0.01	22-23.09.2020	0.07	01.12.2017
80	р. Сліпорід - с. Олександрівка	0.74	19.0	28.03.2010	0.00	12.07-20.1.2021	0.00	28.11.2020-10.03.2021
81	р. Оржиця - с. Маяківка	3.02	27.0	20.03.2006	0.07	18-23.09.2014	0.33	07-12.01.2008
82	р. Тясмин с. Велика Яблунівка	2.26	76.0	04.04.1996	0.05	12-21.09.2021	0.10	05.12.2019
83	р. Серебрянка - с. Балаклея	4.97	591	02.04.1996	0.00	12-14.08.2013	0.00	13-14.11.2018
84	р. Псел м. Суми	19.9	418	10.04.2006	5.04	28.09.2019	7.10	18.12.2020
85	р. Псел - м. Гадяч	27.7	292	17.04.1994	3.59	08-10.09.2020	6.43	15-18.01.2005
86	р. Псел - с. Запсілля	40.6	284	15.04.1996	2.94	21.09.2020	10.5	29-30.12.2014
87	р. Хорол - м. Миргород	2.61	86.5	09-10.04.1996	0.40	27.09.2020	0.35	24-28.02.2021
88	р. Говтва - с. Михнівка	2.90	181	5.04.1996	0.01	6.09.2007	0.20	4.12-13.12.2015
89	р. Ворскла - с. Чернечина	12.5	226	7.04.2003-9.04.2003	1.12	19.08.2021	1.09	03-05.01.2021
90	р. Ворскла - м. Полтава	2.61	86.5	09-10.04.1996	0.40	27.09.2020	0.35	24-28.02.2021
91	р. Ворскла м. Кобеляки	28.5	280	19.04.2003-20.04.2003	2.01	20.09.2020-22.09.2020	7.16	28.12.2020
92	р. Мерло - м. Богодухів	0.73	21.4	30.03.2006	0.01	20.09.2019	0.08	03.01.2009

Для характеристики режиму витрат було проаналізовано дані за період 1991–2021 рр. з гідрологічних постів, що охоплюють середні та малі річки суббасейну (Табл. 2.3). Статистичний аналіз середньобогаторічних екстремумів підтвердив чітку сезонність стоку. Весняний паводок забезпечує до 50–60% річного об'єму витрат. Наприклад, на р. Тетерів у межах м. Житомир середньобогаторічна витрата становила 12,48 м³/с, тоді як у пік весняного водопілля (7–9 квітня 1996 р.) фіксувалися значення понад 360 м³/с, що свідчить про високу водність та ризик розвитку паводкових ситуацій.

У літньо-осінній період витрати істотно знижуються. Мінімальні значення, як правило, припадають на кінець літа або осінь, коли спостерігається дефіцит опадів. Для Тетерева мінімум зафіксовано в листопаді 2004 р. – 0,8 м³/с. Аналогічні закономірності простежуються і для малих річок, наприклад, р. Гнилоп'ять: при середній витраті 3,0 м³/с максимальні значення сягали 45 м³/с (березень 1999 р.), а мінімальні – лише 0,063 м³/с (липень 2018 р.), що свідчить про надзвичайну чутливість таких водотоків до кліматичних коливань (Табл. 2.3).

Зимовий період характеризується стабільно низькими витратами, що пояснюється зменшенням поверхневого стоку, сніговим покривом та частковим льодоставом. У січні 2020 року на тій самій річці (Гнилоп'ять) витрата складала лише 0,088 м³/с, що є критичним рівнем з огляду на екологічну стійкість водних екосистем.

Антропогенне навантаження додатково трансформує режим витрат. Значний вплив справляє зарегулювання стоку через каскад водосховищ (Київське, Канівське, Кременчуцьке) та наявність малих ГЕС і гідротехнічних споруд. Наприклад, у басейнах р. Псел і р. Ворскла функціонують малі гідроелектростанції із сумарною потужністю понад 6,5 МВт, що змінюють природну сезонність витрат та створюють штучні добові коливання [32].

Лівобережні притоки Дніпра – Псел, Ворскла, Сула, Оржиця, Удай – мають більш стабільний режим за рахунок низького ухилу, широких заплав і слабкої руслової ерозії. Їхня сумарна площа басейнів перевищує 66 тис. км², а

середньорічна витрата становить близько 120 м³/с [26]. У той же час ці річки зазнають істотного впливу меліорації, осушення заболочених територій та розорювання долин.

Історичні аспекти дослідження стоку також відіграють важливу роль у розумінні довгострокової динаміки витрат. Починаючи з XVII століття, картографічні джерела Г. Боплана описували понад 120 річок регіону, а в XX столітті гідрологічні спостереження систематизувалися в межах діяльності Укргідрометеоцентру та академічних шкіл

Узагальнюючи вищезазначене, слід зазначити, що режим витрат води річок суббасейну Середнього Дніпра є варіативним і залежить від комплексу природних (клімат, рельєф, живлення) та антропогенних чинників (зарегулювання, меліорація, водозабір). Його сезонна структура зберігає типові риси снігового живлення, проте зростає роль літньо-осінніх паводків. Такі тенденції вимагають інтегрованого підходу до управління водними ресурсами з урахуванням потенційних змін клімату та збереження стійкості русел малих і середніх річок.

РОЗДІЛ 3 ОСНОВНІ ПІХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ РУСЕЛ

3.1. Число Лохтіна

Стійкість руслових систем є фундаментальним аспектом у дослідженнях морфодинаміки річок, оскільки вона визначає їхню здатність зберігати просторову конфігурацію у відповідь на природні та антропогенні впливи. В контексті суббасейну Середнього Дніпра, який охоплює значну частину Центральної України, аналіз стійкості русел набуває особливої актуальності у зв'язку з інтенсивним використанням прибережних територій, розвитком аграрного та гідротехнічного навантаження, а також змінами кліматичних умов. Під поняттям «стійкість русла» зазвичай розуміють його здатність протистояти переформуванню — як у горизонтальному (плановому), так і у вертикальному (глибинному) напрямку. Це включає зміну траєкторії потоку, розмиви берегів, дноуглиблення або замулювання. Визначення цього показника дозволяє прогнозувати ймовірність виникнення небажаних геоморфологічних процесів у межах річкових долин, що мають безпосередній вплив на інженерні споруди, екосистеми, гідроморфологічний стан водойм і водокористування.

Однією з перших спроб кількісної оцінки стійкості русел в історії гідрології вважається методика, запропонована В.М. Лохтіним у 1895 році. Цей підхід передбачає використання співвідношення, що отримало назву "*число Лохтіна*", яке визначається як:

$$Л = \frac{d}{H} \quad (3.1)$$

де:

d — середній діаметр донних наносів, мм;

H — кілометричне падіння річки, м/км.

Це відношення дозволяє оцінити потенціал руслових деформацій з огляду на енергетичний режим потоку (через падіння) та морфометричні характеристики руслового матеріалу (через розмір частинок). Оскільки число

Лохтіна має лінійний розмір (1/м), воно чутливе до масштабу річки, а тому порівняння за цим показником доцільне для водотоків, які належать до одного порядку за класифікацією гідрографічної мережі.

Вищі значення числа Лохтіна свідчать про більшу мобільність руслового матеріалу та потенційно меншу стійкість русла, особливо в умовах значного падіння. Навпаки, низькі значення притаманні річкам з пологим ухилом і грубозернистим матеріалом, де ймовірність суттєвих руслових змін значно нижча. Таким чином, число Лохтіна є простим, але ефективним індикатором динамічної рівноваги русел та може використовуватись у порівняльному аналізі водотоків суббасейну Середнього Дніпра.

Слід зазначити, що при застосуванні цієї методики необхідно дотримуватись обмежень щодо просторової однорідності параметрів: зокрема, типу наносів і характеру падіння. Для змішаних або регульованих ділянок русел необхідні додаткові коригування, що враховують штучні втручання у руслову систему (дамби, водосховища, руслорегулюючі споруди тощо) [24].

3.2. Коефіцієнт стійкості М.Макавєєва

З У подальшому розвиток підходів до кількісної оцінки стійкості річкових русел сприяв вдосконаленню формули Лохтіна. Так, з метою усунення лінійної розмірності показника та розширення можливостей для міжбасейнового порівняння, В.М. Макавєєв запропонував альтернативний вираз, в якому замість кілометричного падіння H використовується середній гідравлічний похил I , а у знаменник вводиться середня глибина потоку h . Це дозволило врахувати вплив глибинного профілю як показника потенційної енергії потоку, що впливає на деформаційну активність русла:

$$K_{\text{мак}} = \frac{d}{h I} \quad (3.2)$$

де:

d — діаметр донних наносів, мм;

h — середня глибина русла, м;

I — середньозважений похил водної поверхні, м/м.

Запропонований коефіцієнт Маккавеева дозволив розширити спектр застосування критерію стійкості, оскільки зменшив залежність від масштабу річки. Однак певним недоліком залишилася відносно низька чутливість до змін морфометрії русла, оскільки збільшення глибини зазвичай супроводжується зменшенням швидкості руслових деформацій, що може згладжувати оцінку ризику нестабільності.

З урахуванням цього, М.І. Маккавеев запропонував ще одну модифікацію — безрозмірний критерій, який включає ширину річки B та зберігає використання похилу водної поверхні. Такий підхід дозволив суттєво підвищити чутливість оцінки стійкості русел і забезпечити порівнянність результатів для річок різних розмірів та морфологічного типу. Формула має вигляд:

$$K_{\text{мак}} = \frac{d}{B I} 1000 \quad (3.3)$$

де:

B — середня ширина русла, м. [24]

3.3. Коефіцієнт інваріантності К.Гришаніна

Ще одним критерієм оцінки динамічної стійкості руслових систем є показник **відносної інваріантності** (M), запропонований К.В. Гришаніним. Цей показник дозволяє охарактеризувати взаємозв'язок морфометричних параметрів русла з гідродинамічними умовами течії, зокрема — для призматичних (геометрично однорідних) русел. Формально він визначається як:

$$M = \frac{h (gB)^{0.25}}{Q^{0.5}} \quad (3.4)$$

де:

h — середня глибина потоку, м;

B — ширина русла, м;

Q — витрата води, м³/с;

g — прискорення вільного падіння ($\approx 9,81$ м/с²).

Показник M поєднує в собі геометричні та гідродинамічні характеристики потоку, дозволяючи оцінити відносну рівновагу між енергетичними можливостями потоку й його здатністю транспортувати нанос. Залежно від типу річки, значення цього показника може мати різну інтерпретацію.

Для *рівнинних річок*, характерних для суббасейну Середнього Дніпра, оптимальний динамічно стійкий стан русла визначається інтервалом:

$$0,75 < M < 1,05.$$

Якщо значення показника інваріантності перевищує верхню межу ($M > 1,05$), це свідчить про надмірне зниження транспортувальної здатності потоку — в руслі можуть спостерігатися процеси акумуляції наносів. Натомість при $M < 0,75$ переважають ерозійні процеси, що зумовлює активне розмивання руслового ложа.

Для *гірських річок*, де русла формуються в умовах високої енергії потоку, типові інтервали є іншими: динамічно стабільний стан спостерігається при $0,45 < M < 0,64$. Якщо $M > 0,64$ — виникає надлишкова акумуляція, тоді як при $M < 0,45$ — активізується розмивання. Оцінка таких процесів базується на розрахунках параметрів русла в умовах *руслоформувань витрат води* — тобто тих витрат, які забезпечують формування основних морфологічних рис руслового профілю.

Застосування показника M у практиці аналізу рівнинних річок, таких як Псел, Ворскла, Сула або Рось, дозволяє детально простежити межі морфодинамічної стабільності окремих ділянок. При цьому значення параметрів (глибини, ширини, витрати) доцільно брати із даних багаторічних спостережень в умовах середніх або максимально характерних витрат.

Отже, показник відносної інваріантності є інформативним інструментом для інтегральної оцінки стійкості русел та ефективним доповненням до інших критеріїв, таких як числа Лохтіна чи модифіковані коефіцієнти Маккавеева. Його застосування особливо цінне в умовах необхідності зіставлення різних

типів річок, а також у контексті просторового аналізу морфологічної стабільності водотоків у межах суббасейну[25].

3.4. Ерозійний показник О.Ободовського

У розвитку методів оцінки стійкості русел одним із найпоширеніших та універсальних залишався підхід, запропонований В.М. Лохтіним. Зважаючи на його простоту та доступність, формулу Лохтіна було адаптовано у численних варіаціях, які мали на меті усунути обмеження, пов'язані з лінійною розмірністю, та забезпечити можливість її застосування для водотоків різного порядку. Проте більшість модифікацій залишаються чутливими до типу русла, морфології долини та геологічних характеристик наносів.

Для усунення цих обмежень і глибшого урахування руслово-басейнових чинників, до оцінки стійкості почали вводити додаткові морфометричні та гідрологічні параметри. Зокрема, як важливі уточнюючі індикатори використовуються:

- *показник розпластаності русла* — відношення ширини русла до його глибини (B/h);
- *коефіцієнт ерозії A* , який інтегрує умови формування та надходження наносів у межах водозбору.

Показник B/h дозволяє описати ступінь відкритості русла до деформацій. У випадку *вільних (активно мігруючих) русел*, характерних для низинних річок, підвищення цього показника зазвичай супроводжується зниженням стійкості, адже збільшується площа потенційного розмиву. Навпаки, для *врізаних русел*, які мають обмеження щодо розширення (наприклад, у межах яружно-балкових систем), зростання B/h свідчить про зменшення глибини і, відповідно, збільшення стійкості руслової конфігурації. Така двозначність ефекту була окреслена в дослідженнях О.Г. Ободовського як своєрідне «дзеркальне» відображення впливу морфології на деформаційну активність русел.

Іншим важливим компонентом є коефіцієнт ерозії A , запозичений з праць М.І. Маккавєєва. Цей коефіцієнт узагальнює умови розвитку ерозійних процесів у межах басейну та здатність потоку транспортувати нанос. Його значення визначається з урахуванням типу алювію, характеристик ґрунтового покриву та кліматичних умов природної зони. Для різних типів річок України проведено оцінку коефіцієнта A на основі типового складу алювіальних відкладів, що дозволяє враховувати територіальну специфіку в моделюванні стійкості (табл 3.4)[25].

Таблиця 3.4

Оцінка коефіцієнта ерозії A для різних природних зон України залежно від складу річкового алювію рівнинних річок[25]

Річковий алювій	Природні зони			Середнє по зонах
	Полісся	Лісостеп	Степ	
Мул, глина з піском	-	0,0309	-	0,039
Мул із піском, суглинок, пісок	0,0309	0,0386	0,047	0,0369
Пісок з гравієм і галькою	-	0,0331	0,072	0,046
Галька, галька з гравієм	-	0,03	-	0,03
Середнє по різновидах алювію	0,0309	0,035	0,053	

У результаті, поєднання обох параметрів (B/h і A) дало змогу запропонувати ерозійний показник стійкості русла, який виступає модифікацією класичного підходу Лохтіна та має критеріальну форму, зручну для порівняння між річками різних порядків. Вираз, запропонований Ободовським, має вигляд:

$$L_o = \frac{d}{H} \frac{B}{h} A \quad (3.5)$$

де:

d — середній діаметр донних наносів, мм;

B — середня ширина русла, м;

h — середня глибина русла, м;

A — коефіцієнт ерозії (безрозмірний);

H — падіння водної поверхні, м на ділянці довжиною не менше 1 км.

Цей показник позбавлений розмірності, що робить його універсальним у застосуванні до річок різного типу та гідрологічного режиму. Його значення корелює з інтенсивністю ерозійних процесів і стійкістю русла до переформування. Крім того, шкали оцінки L_0 , розроблені для рівнинних річок, дозволяють класифікувати ділянки річок за ступенем стійкості та виділяти зони підвищеного ризику морфологічної нестабільності. (Табл 3.5)

Таблиця 3.5

Шкала стійкості русла рівнинних річок за ерозійним показником стійкості[25]

Умови стійкості	Значення L_0 при	
	вільних умовах руслоформування	переважанні обмежених умов руслоформування
Стойкі	< 1	> 7
Відносно стійкі	1–4	4–7
Відносно нестійкі	4–7	1–4
Нестійкі	> 7	< 1

РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА СТІЙКОСТІ РУСЕЛ РІЧОК ЛІВОБЕРЕЖЖЯ ДНІПРА

4.1. Визначення Середнього діаметру наносів

Одним із ключових чинників, що визначає розвиток руслових процесів та загальну морфологічну стабільність річкових систем, є наноси — тверді частинки, які транспортуються потоком води. Залежно від способу переміщення, наноси поділяють на завислі та донні. У контексті оцінки стійкості русел переважне значення мають саме донні наноси, які безпосередньо взаємодіють з русловим ложем [25].

Наноси можуть мати різний гранулометричний склад — від глинистого мулу до крупного гравію та валунів. Їхній розмір, характер переміщення та швидкість осідання визначають динаміку розмивних і акумулятивних процесів. У періоди багатоговоддя активізується винесення дрібнофракційних частинок, які або зависають у товщі потоку, або транспортуються по дну в режимі сальтації. Такі умови сприяють розмиву алювіального матеріалу, формуючи нестійкі ділянки русла .

Зміна гранулометричного складу алювію є маркером переважаючих гідрологічних і геоморфологічних процесів. Зокрема, зростання Середнього розміру донних частинок часто вказує на домінування ерозії, тоді як зменшення діаметру сигналізує про акумулятивні тенденції, викликані, зокрема, площинним змивом наносів у межах водозбору. У таких умовах транспортувальна здатність потоку знижується, що веде до накопичення матеріалу в руслі, особливо в періоди низької водності [25].

Для оцінки стійкості русел одним із базових показників є середньозважений діаметр донних наносів (d_{50}). Його визначення здійснюється на основі побудови акумулятивних кривих за результатами відбору проб наносів на гідропостах. У межах досліджуваної території — Лівобережжя Дніпра (без Десни) — гранулометричний склад алювію

зафіксовано лише на 14 гідрологічних постах, що ускладнює узагальнення для всього суббасейну [34].

На основі аналізу щорічників спостережень та узагальнених даних за 1991–2021 рр., у табл. 4.1 подано значення середньозваженого діаметра наносів (у мм) на основних постах, що охоплюють малу та середню річкову мережу суббасейну Середнього Дніпра.

Таблиця 4.1

Середньозважений діаметр наносів на постах за період з 1991 по 2021 роки(складено автором)

Річка - пост	Середній за 30 років d_{50}
р. Тетерів - смт Іванків	0.53
р. Ірша - с. Українка	0.36
р. Рось - с. Фесюри	0.55
р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський	0.32
р. Сула - с. Зеленківка	0.30
р. Сула - м. Лубни	0.26
р. Удай - м. Прилуки	0.29
р. Псел - м. Суми	0.21
р. Псел - м. Гадяч	0.17
р. Псел - с. Запсілля	0.16
р. Ворскла -с. Чернеччина	0.21
р. Ворскла - м. Кобеляки	0.27

4.2. Визначення морфометричних характеристик русел

Морфометричні характеристики річкових русел є основою для оцінки їхньої стійкості, оскільки вони відображають геометричні особливості, що формуються під впливом гідрологічного режиму, гідравлічних умов потоку та геолого-геоморфологічного контексту. Основні морфометричні параметри, що використовуються для аналізу, включають ширину (В), глибину (h), падіння (Н), похил водної поверхні (I), середній діаметр донних наносів (d), а також співвідношення ширини до глибини (В/h). Ці параметри застосовуються в

розрахунках чисел стійкості за Лохтіним, Маккавєєвим, Гришаніним та ободовським [25].

Для побудови аналітичної бази було відібрано 12 гідрологічних постів, по яких ведеться облік гранулометричного складу донних наносів. Наявність даних про середній діаметр донного матеріалу є ключовою умовою для застосування більшості класичних методик оцінювання морфостійкості річкових русел, зокрема числа Лохтіна, коефіцієнтів стійкості за М.І. Маккавєєвим та ерозійного показника О.Г. Ободовського.

Обрані пости не лише характеризуються наявністю гранулометричних параметрів, але й мають повний набір гідроморфологічних характеристик (ширина, глибина, похил, витрати), що забезпечує комплексність і репрезентативність аналізу. Розподіл їх за положенням щодо Дніпра дозволяє класифікувати:

Лівобережні притоки:

- р. Сула – с. Зеленківка
- р. Сула – м. Лубни
- р. Удай – м. Прилуки
- р. Псел – м. Суми
- р. Псел – м. Гадяч
- р. Псел – с. Запсілля
- р. Ворскла – с. Чернеччина
- р. Ворскла – м. Кобеляки

Правобережні притоки:

- р. Тетерів – смт Іванків
- р. Ірша – с. Українка
- р. Рось – с. Фесюри
- р. Рось – м. Корсунь-Шевченківський

Морфологічна будова долин постів вказує на характерні особливості течії: більшість русел рівнинного типу з помірною звивистістю, шириною заплав від 200 м до кількох кілометрів. Наприклад, русло р. Сула у с. Зеленківка

характеризується широкою заплавою до 1,5 км, пологими схилами, русло – помірно звивисте, піщане, з помірною глибиною. Натомість русло р. Рось у м. Корсунь-Шевченківський має вузьку V-подібну долину з крутими схилами та обмеженим розвитком заплави [26].

Середнє падіння русел зазвичай становить 0,1–0,4 м/км, що є типовим для річок лісостепу. Водомірні пости здебільшого розташовані в ділянках із репрезентативними морфометричними показниками, де русло не змінено внаслідок гідротехнічного втручання. У більшості випадків русла демонструють ознаки врівноважених руслоформувань процесів, однак є приклади зростаючої деформаційності, що пов'язано із змінами режиму стоку чи антропогенними чинниками (наприклад, на Ворсклі в районі м. Кобеляки).

Для подальшого аналізу було узагальнено основні морфометричні характеристики відібраних постів згідно з описами у гідрологічних оглядах та зібраною інформацією польових спостережень у таблицю 4.2.1. Зібрані дані дозволяють надалі розрахувати числові показники стійкості русел

Таблиця 4.2

Основні морфометричні показники досліджуваних річок на постах за період з 1991 по 2021 роки (складено автором)

Лівобережні притоки:	d50	Q р. м ³ /с	l _{сер} (шир).л	A	l.м/км	H. м	h _{сер.м}
р. Сула – с. Зеленківка	0.30	36.0	4.85	0.03	0.20	0.08	0.41
р. Сула – м. Лубни	0.26	42.8	33.00	0.03	0.22	0.06	1.35
р. Удай – м. Прилуки	0.29	5.40	19.00	0.04	0.30	0.08	0.90
р. Псел – м. Суми	0.21	75.0	87.00	0.03	0.40	0.10	3.00
р. Псел – м. Гадяч	0.17	27.7	55.00	0.03	0.30	0.10	1.14
р. Псел – с. Запсілля	0.16	175	43.00	0.03	0.20	0.06	1.60
р. Ворскла – с. Чернеччина	0.21	26	43.00	0.03	0.70	0.06	1.61
р. Ворскла – м. Кобеляки	0.27	130	56.00	0.07	0.30	0.07	1.03
Правобережні притоки:							
р. Тетерів – смт Іванків	0.53	45.0	35.00	0.03	0.30	0.11	1.50
р. Ірша – с. Українка	0.36	87.5	30.00	0.03	0.25	0.08	0.68
р. Рось – с. Фесюри	0.55	94.0	30.00	0.04	0.35	0.06	1.4
р. Рось – м. Корсунь-Шевченківський	0.32	145	43.00	0.04	0.40	0.08	1.37

4.3. Розрахунок стійкості русел за вказаними показниками

Враховуючи наведені в розділі 3 підходи до оцінки стійкості русел, а також дані, подані у табл. 4.3, де відображені основні морфометричні характеристики річок суббасейну Середнього Дніпра, було виконано розрахунок показників стійкості русел відповідно до методик Лохтіна, Маккавєєва, Грішаніна та Ободовського. Оцінювання проводилося за даними гідрологічних спостережень та морфометричними параметрами річок за період 1991–2021 рр.

Таблиця 4.3

Розрахунок показників стійкості русел річок Середнього Дніпра(складено автором)

	Коефіцієнт Ободовського		Показник Лохтіна		Показник Макавєєва		Показник Грішаніна	
	Значення	Характеристика стійкості	Значення	стійкості	Значення	Характеристика стійкості	Значення	Характеристика стійкості
Лівобережні притоки:								
р. Сула – с. Зеленівка	1.50	відносно стійке	3.84	слабостійке	12.19	абсолютно стійке	0.18	не стійке
р. Сула – м. Лубни	3.47	відносно стійке	4.29	слабостійке	1.72	Абсолютно не стійке	0.88	стійке
р. Удай – м. Прилуки	2.91	відносно стійке	3.58	слабостійке	4.52	слабостійке	1.43	стійке
р. Псел – м. Суми	2.02	відносно стійке	2.10	нестійке	0.97	Абсолютно не стійке	1.87	стійке
р. Псел – м. Гадяч	2.65	відносно стійке	1.66	нестійке	0.91	Абсолютно не стійке	1.04	стійке
р. Псел – с. Запсілля	2.34	відносно стійке	2.63	слабостійке	0.72	Абсолютно не стійке	0.55	не стійке
р. Ворскла – с. Чернеччина	3.15	відносно стійке	3.57	слабостійке	3.48	не стійке	1.42	стійке
р. Ворскла – м. Кобеляки	15.48	нестійке	3.96	слабостійке	1.42	Абсолютно не стійке	0.44	стійке
Правобережні притоки:								
р. Тетерів – смт Іванків	3.41	відносно стійке	4.73	слабостійке	4.54	слабостійке	0.96	стійке
р. Ірша – с. Українка	6.19	відносно нестійке	4.54	слабостійке	3.03	не стійке	0.30	не стійке
р. Рось – с. Фесюри	8.06	нестійке	9.75	стійке	6.37	слабостійке	0.60	не стійке
р. Рось – м. Корсунь-Шевченківсь	4.91	відносно нестійке	4.05	слабостійке	2.98	не стійке	0.52	не стійке

Аналізуючи результати табл. 4.3, можна зазначити, що оцінка за числом Лохтіна свідчить про значну нестійкість більшості русел. Це відповідає загальній тенденції до зниження стійкості в умовах рівнинної морфології та незначного падіння водної поверхні. Проте такий висновок суперечить даним, отриманим за іншими критеріями, а також результатам натурних спостережень, що фіксують обмежену активність руслових деформацій на досліджуваних ділянках.

Застосування коефіцієнта стійкості за Маккавєєвим дозволило отримати більш обґрунтовану картину. Оцінювання із використанням глибини та ширини русла в комбінації з похилом засвідчило, що значна частина річок має ознаки помірної або високої стійкості. Це особливо актуально для річок, що протікають у зонах з добре розвиненою заплавою та відсутністю інтенсивного техногенного впливу.

Найбільш суперечливі результати дає індекс інваріантності за Грішаніним, згідно з яким значна кількість ділянок русел належить до стійких. Така тенденція частково зумовлена математичними особливостями формули, де важлива роль відводиться витратам води. Для частини річок, навіть із потенційно ерозійно активним режимом, високі середні витрати згладжують інші фактори, що й призводить до завищених оцінок стійкості.

У процесі аналізу розрахункових даних коефіцієнтів стійкості русел за методиками було виявлено, що найвищий ступінь узгодженості між результатами спостерігається між коефіцієнтом Маккавєєва та ерозійним показником Ободовського (L_0). Обидва індекси чутливі до ширини, глибини та середнього розміру донних наносів, що обумовлює їхню високу кореляцію при аналізі типових рівнинних річок суббасейну середнього Дніпра.

Для більш об'єктивної оцінки доцільним виявилось застосування ерозійного показника стійкості L_0 , запропонованого Ободовським. Його формула враховує не лише морфометрію русла, але й ерозійну активність басейну (через коефіцієнт A), що дозволяє повніше охопити фактори, які впливають на стабільність русел. На відміну від інших показників, L_0 є критеріальним, тобто безрозмірним, і зручним для порівняння між річками різних масштабів.

Таблиця 4.4

Оцінка стійкості русел за ерозійним показником L_0 (складено автором)

Лівобережні притоки:	Коефіцієнт Ободовського	
	Значення	Характеристика стійкості
р. Сула – с. Зеленківка	1.50	відносно стійке
р. Сула – м. Лубни	3.47	відносно стійке
р. Удай – м. Прилуки	2.91	відносно стійке
р. Псел – м. Суми	2.02	відносно стійке
р. Псел – м. Гадяч	2.65	відносно стійке
р. Псел – с. Запсілля	2.34	відносно стійке
р. Ворскла – с. Чернеччина	3.15	відносно стійке
р. Ворскла – м. Кобеляки	15.48	нестійке
Правобережні притоки:		
р. Тетерів – смт Іванків	3.41	відносно стійке
р. Ірша – с. Українка	6.19	відносно нестійке
р. Рось – с. Фесюри	8.06	нестійке
р. Рось – м. Корсунь-Шевченківсь	4.91	відносно нестійке

Результати табл. 4.4 свідчать про те, що більшість річок суббасейну Середнього Дніпра можна віднести до категорії стійких. Приблизно 75% усіх проаналізованих ділянок мають показник L_o у межах, що відповідають високій стабільності. Решта ж відноситься до відносно стійких, із незначними ризиками розвитку руслових деформацій у разі змін гідрологічного режиму або підвищення навантаження з боку господарської діяльності. Така ситуація обумовлена переважно тим, що більшість досліджуваних річок належать до типових рівнинних водотоків, з вільною меандрованістю, розвиненою заплавою та м'яким кліматом, що не сприяє активній ерозії.

Таким чином, результати комплексної оцінки засвідчують, що ерозійний показник стійкості є найбільш адаптивним інструментом для характеристики річок в умовах лісостепової та поліської зони Середнього Дніпра. Він інтегрує як руслові, так і басейнові чинники, дозволяючи отримати збалансовану оцінку потенційної стабільності русел. У зв'язку з цим, показник L_o може бути рекомендований для використання у практичних розрахунках щодо проектування берегозахисних споруд, гідротехнічного регулювання та моніторингу гідроморфологічного стану річок.

РОЗДІЛ 5 ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТІЙКОСТІ РІЧОК ЛІВОБЕРЕЖЖЯ ТА ПРАВОБЕРЕЖЖЯ СУББАСЕЙНУ СЕРЕДНЬОГО ДНІПРА

З метою виявлення просторових закономірностей розподілу стійкості русел було здійснено порівняння між річками лівобережної та правобережної частин суббасейну Середнього Дніпра. Порівняння ґрунтується на результатах, поданих у таблицях 4.3.2, 4.3.3, а також у зведеній таблиці з морфометричними та розрахунковими параметрами.

Річки лівобережної частини, як показують дані, здебільшого демонструють відносно стійку морфологічну структуру. Це підтверджується оцінками за показником Ободовського, де більшість лівобережних водотоків (Сула, Удай, Псел, Ворскла) мають значення L_0 у межах від 1.5 до 3.4, що свідчить про їхню помірну або високу стабільність. У той же час, оцінки за числом Лохтіна та коефіцієнтом Маккавеева дещо занижують реальну стійкість, через що частину ділянок помилково відносять до категорії слабостійких. Показник Грішаніна для більшості лівобережних річок коливається в діапазоні 0.5–1.8, що вказує на домінування стійких і умовно стійких русел.

У правобережній частині суббасейну ситуація виявляється складнішою. З одного боку, такі річки, як Ірша, Тетерів та Рось, мають більші витрати води і ширші русла, однак коефіцієнт стійкості за Ободовським у них часто перевищує 4.0 і навіть 8.0, що вказує на гірші умови морфодинамічної стабільності. З іншого боку, коефіцієнт Лохтіна стабільно свідчить про слабостійкість, а за показником Грішаніна лише окремі ділянки мають стійкі характеристики.

Таким чином, спостерігається чітка просторово-структурна диференціація. Лівобережні річки, як правило, мають менший діаметр донних наносів, меншу ширину, але більш вигідне поєднання похилів та глибини, що в цілому сприяє стійкості русел. У той час як правобережні річки, попри більшу

водність, виявляються більш чутливими до ерозійних процесів через ширші долини, більшу звивистість та активніші антропогенні впливи.

Загалом, аналіз порівняльних характеристик свідчить про доцільність застосування показника L_0 як найбільш інтегрального критерію, що дозволяє охопити басейнові, морфологічні та гідрологічні чинники. Для цілей управління та охорони річкових систем рекомендовано окремо підходити до планування заходів для лівобережної та правобережної частин суббасейну, з урахуванням виявлених відмінностей у ступені стійкості їхніх русел.

ВИСНОВКИ

У ході виконання бакалаврської роботи було здійснено комплексну оцінку стійкості русел річок суббасейну Середнього Дніпра, що охоплює як лівобережні, так і правобережні притоки основної водної артерії України — річки Дніпро.

Було проаналізовано природні умови суббасейну, включаючи геологічну будову, клімат, ґрунтове покриття та рослинність, які формують базис для розвитку руслових процесів.

Визначено основні морфометричні параметри русел, середні діаметри донних наносів та коефіцієнти ерозії для кожної природної зони в межах досліджуваного регіону.

Розраховано числові значення класичних і сучасних коефіцієнтів стійкості русел за методиками Лохтіна, Маккавеева, Грішаніна та Ободовського. Результати узагальнено у таблицях, що дозволили здійснити якісний порівняльний аналіз.

Виявлено, що найбільш обґрунтованим та придатним для практичного використання є ерозійний показник стійкості L_0 за Ободовським, який інтегрує басейнові та руслові чинники, не має розмірності та дозволяє здійснювати порівняння річок різних масштабів.

Установлено, що більшість річок лівобережної частини суббасейну мають вищий рівень стійкості русел порівняно з правобережними, що пов'язано з їхніми геоморфологічними особливостями, меншою шириною та ерозійним тиском.

Проведено міжрегіональне порівняння, яке засвідчило, що правобережні річки є більш схильними до руслових деформацій через складнішу геологічну будову та вищий ступінь техногенного впливу.

Обґрунтовано доцільність використання показника L_0 при оцінці стійкості русел у контексті адаптивного управління водними ресурсами та планування гідротехнічних заходів.

Отримані результати можуть бути використані для екологічного моніторингу, стратегічного планування водоохоронних заходів та подальших наукових досліджень у галузі гідрології, геоекології та руслових процесів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Управління річковими басейнами: навч. посібник. – Київ: ДІА, 2024. – 169 с.
2. Водна ініціатива Європейського Союзу Плюс для країн Східного партнерства. Делімітація та кодування масивів підземних вод у басейні Дніпра. – 2019. – 50 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.euwipluseast.eu/images/2019/04/GWB-Delineation-DNIPRO_UA_final.pdf
3. Геологічна карта України [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Геологічна_карта
4. Український кристалічний щит [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Український_кристалічний_щит
5. Геологічна будова [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://geografiamozil2.jimdofree.com/головна/геологічна-будова/>
6. Інженерно-геологічні умови долини Дніпра на ділянці Дніпровського водосховища // Вісник Дніпропетровського університету. Серія: Геологія, географія. – 2015. – Т. 23, № 1. – С. 50–58.
7. Кривдік С. Г., Кравченко Г. Л., Томурко Л. Л. та ін. Петрологія і геохімія чарнокітоїдів Українського щита: монографія. – Київ: Наукова думка, 2011. – 215 с. – (Проект «Наукова книга»)
8. Щербак Д. В., Огар В. В. Стратиграфія Українського щита та його схилів: навч. посібник. – Київ: ВПЦ Київського університету, 2005. – 85 с.
9. Геологічне строєння Дніпровсько-Донецької западини [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://geotop.com.ua/geologicheskoe-stroenie-dneprovsko-doneckoj-vpadiny_ua.php
10. Енциклопедія сучасної України / ред. кол.: І. М. Дзюба та ін.; НАН України, НТШ. – Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2001–2024. – ISBN 966-02-2074-X

11. Сучасні особливості клімату Лісостепу України [Електронний ресурс].
Режим доступу: <https://www.repository.sspu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/e2b46354-1db2-48bd-a526-9f04a2c14bde/content>
12. Клімат Полісся, води лісової зони України [Електронний ресурс].
Режим доступу: https://geoknigi.com/book_view.php?id=809 (дата звернення: 09.02.2025).
13. Основні показники клімату та пори року [Електронний ресурс]. –
Режим доступу: <https://geomap.com.ua/uk-g8/873.html>
14. Кліматичні умови [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://geomap.land.kiev.ua/climate-2.html>
15. Водна Ініціатива Європейського Союзу Плюс для країн Східного партнерства: Результати 2 та 3 / Технічний звіт: Опис характеристик району басейну річки Дніпро. – 36 с.
16. Оподи в регіонах України: карта, кількість та характеристики 2020 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://kurkul.com/spetsproekty/826-opadi-v-regionah-ukrayini-karta-kilkist-ta-harakteristiki-2020-roku>
17. Проект плану управління суббасейном Середнього Дніпра. Частина 1 (2025-2030) [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://davr.gov.ua/fls18/Dnipro/S_Dnipro.pdf
18. Інтегрована Візія Річки Дніпро / Rozkvit Урбаністична коаліція для України, Greenpeace Central and Eastern Europe. – Липень 2024. – С. 25.
19. Типи ґрунтів, мапа ґрунтів [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://farming.org.ua/Типи%20ґрунту%20Карта%20ґрунтів.html>
20. Технічний звіт: Опис характеристик району басейну річки Дніпро [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://www.euwipluseast.eu/images/2019/07/PDF/EUWI_UA_characteristics_Dnipro_Summary_UA_20190702.pdf

21. Росли́нність України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uahistory.co/pidruchniki/gilberg-geography-8-class-2016/30.php>
22. Басейнове управління водних ресурсів Середнього Дніпра [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://buvrd.gov.ua/monitoring/>
23. Державний водний кадастр: облік поверхневих водних об'єктів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://geoportal.davr.gov.ua:81/#>
24. Ободовський О.Г. Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України) - К.: Ніка-Центр, 2001. - 274 с.
25. Ободовський О. Г. Руслові процеси: підручник / О. Г. Ободовський. - К. : ВПЦ "Київський університет", 2017. - 511 с.
26. Огляд режиму річок за 2019–2020 рік. Укргідрометеоцентр. — Київ, 2021.
27. Ковальчук І.П. Гідрологія України. — Львів: Видавництво ЛНУ ім. Івана Франка, 2010. — 412 с.
28. Бублик О.М. Зміна гідрологічного режиму в умовах сучасного клімату // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2020. — Т. 4(57). — С. 15–22.
29. Іолтуховська М.Г. Оцінка стійкості русел лівих приток Дніпра в межах України за період 1991 -2021 рр. Шевченківська весна – 2025: ГЕОГРАФІЯ: Збірник наукових праць XXI міжнародної наукової міждисциплінарної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. Київ : Видавництво «Наукова столиця», 2025. Випуск XXII. 222 с. С. 120-123
30. Водні ресурси України / за ред. Яценка М.М. — К.: Ніка-Центр, 2012. — 312 с.
31. Левассер де Боплан Г. Опис України. — Львів: Інститут українознавства, 1990. — 200 с.
32. Ковальчук І.П. Гідрологія України. — Львів: Видавництво ЛНУ ім. Івана Франка, 2010. — 412 с.

32. Інститут гідрохімії НАН України. Сарнавський С.П., Гребінь В.В.
Ретроспективний огляд гідрологічних досліджень [Електронний
ресурс]. – Режим доступу: <https://hydro-chemistry-ecology.knu.ua>