

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ

Кафедра екології та охорони навколишнього середовища

ЄРМАКОВ МИКОЛА ОЛЕКСАНДРОВИЧ

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ БАСЕЙНУ РІЧКИ СТУДЯНКИ

Спеціальність 101 Екологія

Освітня програма Екологія

Робота на здобуття освітнього ступеня Бакалавр

Науковий керівник:
КАРАЇМ ОЛЬГА АНАТОЛІЇВНА,
кандидат економічних наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ

Протокол № 10
засідання кафедри екології та охорони
навколишнього середовища
від 02 червня 2025 р.

Завідувач кафедри

доц. Радзій В. Ф.



АНОТАЦІЯ

Єрмаков М. О. Оцінка екологічного стану басейну річки Студянки.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня Бакалавр за спеціальністю 101 Екологія, освітньо-професійна програма Екологія. Волинський національний університет імені Лесі Українки. Луцьк, 2025.

В умовах зростаючого впливу людської діяльності на довкілля оцінка антропогенного навантаження набуває особливої важливості. Дослідження басейну річки Студянки є необхідним для визначення його екологічного стану та розробки ефективних заходів зі збереження природних ресурсів і підтримки екологічної рівноваги.

У кваліфікаційній роботі подано загальну характеристику річки Студянки, охарактеризовано клімат, рельєф, геологічну будову та ґрунти басейну річки, наведено морфометричну, гідрографічну, гідрологічну характеристики, висвітлено особливості басейнового водокористування, визначено вплив на нього господарської діяльності, представлено оцінку гідрологічних параметрів річки Студянки, здійснено оцінку гідроморфологічної якості, оцінено стан поверхневих вод річки Студянки та запропонувати заходи щодо його покращення.

Ключові слова: екологічна оцінка, річка Студянка, річковий басейн, водокористування, антропогенний вплив.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ РІЧКИ СТУДЯНКИ	6
1.1. Загальні відомості про річку Студянка	6
1.2. Природно-географічні особливості басейну річки Студянки	7
1.3. Морфометричні параметри, гідрографія та гідрологічні характеристики річки Студянки	9
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ТА МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ БАСЕЙНУ РІЧКИ СТУДЯНКИ	12
2.1. Специфіка водокористування в межах басейну річки Студянки	12
2.2. Вплив господарської діяльності на екосистему басейну річки Студянки	13
2.3. Методичні підходи до екологічної оцінки якості поверхневих вод річки Студянки	15
РОЗДІЛ 3. ГІДРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА БАСЕЙНУ РІЧКИ СТУДЯНКИ	17
3.1. Оцінка гідрологічних параметрів річки Студянки	17
3.2. Оцінка гідроморфологічних параметрів поверхневих вод річки Студянки	32
3.3. Оцінка якості поверхневих вод річки Студянки	35
ВИСНОВКИ	41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44
ДОДАТКИ	49

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах, коли зростає усвідомлення загроз, спричинених активною людською діяльністю для природних екосистем, питання оцінки цього впливу набуває особливої актуальності. Дослідження рівня антропогенного навантаження в басейні річки Студянки має значення не лише для оцінки екологічного стану даної місцевості, а й для розроблення ефективних стратегій збереження природних ресурсів та забезпечення сталого розвитку. Отже, здійснення оцінки екологічного стану басейну річки Студянки є необхідним як з наукової точки зору, так і для формування конкретних заходів та стратегій, спрямованих на збереження природного середовища та підтримку екологічної рівноваги.

Вирішенню проблем раціонального використання та збереження водних ресурсів, а також оцінки їх екологічного стану й антропогенного впливу на них присвятили свої роботи низка науковців, зокрема: Боярин М. В. [2; 3], Гопчак І. В. [6; 7; 8], Гриб Й. В. [9; 10; 11], Гриценко А. В. [31], Клименко М. О. [22; 23], Караїм О. А. [18–21], Колісник А. В. [25], Лавринюк З. В. [26; 27], Романенко В. Д. [30], Мольчак Я. О. [33; 34], Нетробчук І. М. [37–39], Некос А. Н. [40], Паламарчук М. М. [42; 43], Цьось О. О. [46], Яцик А. В. [47–50] та ін.

Мета роботи – здійснити оцінку екологічного стану басейну р. Студянки.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні завдання:

- подати загальну характеристику р. Студянки;
- охарактеризувати клімат, рельєф, геологічну будову та ґрунти р. Студянки;
- навести морфометричну, гідрографічну, гідрологічну характеристики р. Студянки;
- висвітлити особливості водокористування у басейні р. Студянки;
- визначити вплив господарської діяльності на басейн р. Студянки;
- подати оцінку гідрологічних параметрів р. Студянки;

- здійснити оцінку гідроморфологічної якості р. Студянки;
- оцінити якість поверхневих вод р. Студянки та запропонувати заходи щодо його покращення.

Об'єкт дослідження: процес формування екосистеми басейну річки Студянки під впливом природних і антропогенних чинників.

Предмет дослідження: екологічний стан басейну річки Студянки.

Методи дослідження. У процесі роботи використовувалися: метод узагальнення та систематизації, аналізу та синтезу, порівняльний та ін.

Інформаційну базу дослідження становили: законодавчі та нормативні акти з питань розвитку та збереження водних об'єктів, матеріали Регіонального офісу водних ресурсів у Волинській області, Басейнового управління річок Західного Бугу та Сяну, науково-аналітичні статті, електронні джерела періодичних видань та результати авторських досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у поглибленні теоретичних засад, обґрунтуванні необхідності та здійсненні оцінки екологічного стану басейну річки Студянки.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що теоретико-методичні положення кваліфікаційної роботи можуть бути використані для прийняття практичних рішень фахівцями-екологами.

Апробація результатів та публікації. Основні положення та результати кваліфікаційної роботи викладено у доповіді на тему: «Антропогенний вплив на природне середовище басейну річки Студянки» на Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Сучасна наука та освіта Волині» 22 травня 2025 року м. Луцьк [17].

Структура роботи. Кваліфікаційна робота бакалавра складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Основний зміст викладено на 48 сторінках друкованого тексту. Робота містить 14 таблиць, 10 додатків. Список використаних джерел нараховує 50 найменування і міститься на 5 сторінках.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ РІЧКИ СТУДЯНКИ

1.1. Загальні відомості про річку Студянка

Річка Студянка бере початок у заболоченій місцевості поблизу села Грибовиця. Її русло проходить територією Володимирського району, охоплюючи населені пункти Грибовиця, Кропивниця, Гряди, Хрінів, Дігтів, Ласків, Хотячів, а також місто Устилуг. Впадає Студянка в річку Західний Буг на південному заході від Устилуга, приблизно на 570-му кілометрі від її гирла. Вона є правою притокою Західного Бугу. Загальна довжина річки складає 26,3 км, а площа її водозбірного басейну – 136 км² [44].

Точні координати місця витоку та гирла річки наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Координати витоку й гирла річки Студянки*

Назва	Висота над рівнем моря	Широта	Довгота
Витік	213,4	50°41'50"	24°13'14"
Гирло	178,5	50°51'24"	24°8'31"

*Джерело: [44].

У період з 1979 по 1990 роки в межах басейну річки здійснювалися меліоративні заходи, які включали розчищення, поглиблення та розширення русла під час створення осушувальних систем Студянської та Суходольської. Перша з них була облаштована в середній течії річки, тоді як друга охоплювала північну частину басейну. Загалом у ході експлуатації цих систем осушили 0,136 тис. га земель [45].

Крім того, у 1974–1985 роках на території басейну, зокрема в межах колгоспу «Україна», діяла зрошувальна система, що використовувалася для потреб сільського господарства – полів і пасовищ. У 1986 році в гирловій частині

річки було проведено роботи з її розширення, поглиблення та випрямлення загальною протяжністю 11 км [44].

1.2. Природно-географічні особливості басейну річки Студянки

Кліматичні умови басейну річки Студянки мають атлантико-континентальні риси, характерні для західних регіонів України. Для цієї місцевості властиві помірна кількість опадів (600–650 мм на рік), м'які зими із середньою температурою січня близько -5°C та частими відлигами, а також помірно тепле літо, коли середня температура липня досягає $+20^{\circ}\text{C}$. Протягом року кількість днів з опадами становить 115–120, а днів із грозовими явищами – близько 30. Земля вкрита снігом приблизно 70 днів на рік, а безморозний період триває до 155 днів. Стійкий сніговий покрив формується наприкінці грудня та тане на початку березня, при цьому максимальна висота снігового покриву може досягати 15 см [44; 45].

На території басейну річки домінують вітри західного, північно-західного та південно-східного напрямків.

Басейн річки Студянки розташований у західній частині Волинської височини та входить до лісостепової зони. Рельєф характеризується незначним перепадом висот: різниця між витокom і гирлом річки складає 34,9 м.

Геологічна будова басейну доволі різноманітна. У його центральній та західній частинах зустрічаються еолово-делювіальні відклади, лесові суглинки, супіски, алювіальні відклади першої та другої надзаплавних терас, піски, глини. На півночі та півдні переважають болотні утворення і торф'яні відкладення різного ступеня розкладу, а східна частина представлена еолово-делювіальними відкладами, лесовими суглинками та супісками [24].

Потужність четвертинних відкладів у південній частині басейну коливається в межах 11–20 м, тоді як у центральній, північній, західній і східній частинах їх товщина становить 21–50 м.

У північній частині басейну домінують чорноземи опідзолені, що сформувалися на лесових відкладах. Їх структура представлена такими горизонтами:

- He (0-30 см) – гумусово-елювіальний шар, добре насичений гумусом, у верхньому шарі має зернисту структуру, а в підорному шарі – слабку ущільненість;

- H_{pi} (30-60 см) – верхня частина гумусово-ілювіального горизонту, добре гумусована, горіхувато-грудкувата, доволі ущільнена;

- Phi (60-110 см) – нижня частина гумусово-ілювіального горизонту, менш гумусована, має призматичну структуру, доволі щільна. На глибині 110-120 см переходить у материнську породу – карбонатний лесоподібний суглинок [44].

За гранулометричним складом ці ґрунти відносяться до крупнопилувато-легкосуглинкових. Вони мають сприятливі фізико-хімічні властивості, містять у верхньому шарі 2,4–3,0 % гумусу, у підорному – 1,8–2,0 %, а на глибині 70–90 см – близько 1 %. Реакція ґрунтового розчину слабкокисла або наближена до нейтральної (рН 5,9–6,0). Чорноземи добре насичені кальцієм і магнієм, а також містять значні запаси азоту, фосфору та калію, що забезпечує їх високу родючість. Вони придатні для вирощування зернових, технічних, кормових та овочевих культур, а також для садівництва.

На крайній півночі басейну і в західній його частині поширені торф'яно-болотні ґрунти та низинні торфовища. Потужність гумусового шару цих ґрунтів варіюється від 30 до 50 см. Вони відзначаються високою зольністю, оскільки мінеральна порода залягає досить близько і поступово включається в процес ґрунтоутворення. Вміст рухомого фосфору у цих ґрунтах середній або підвищений, а калію – низький чи середній. Найкраще вони підходять для використання у кормових сівозмінах [24].

Низинні торфовища мають шар торфу понад 50 см і розділяються на мілкі (до 1 м), середньоглибокі (1–2 м) та глибокі (понад 2 м). Вони сформувалися на місці колишніх водойм, у заплавах річок та пониженнях рельєфу. Верхній шар

торфу (до 30–40 см) має бурий колір і пронизаний корінням трав'янистої рослинності. Глибше залягає більш однорідна маса осокового торфу. Зольність торфовищ змінюється у межах 6–60 %, що зумовлено щорічним відкладенням мінеральних часток під час повеней. Торфи містять багато азоту, але мають низький вміст фосфору та калію. Їх родючість значно варіюється та складно піддається регулюванню [35; 44].

Великі площі в басейні займають темно-сірі опідзолені ґрунти, що пролягають із південного сходу на захід. Вони використовуються переважно як орні землі. Відзначаються значною гумусованістю (2,0–3,2 % у верхньому шарі) та слабкокислою реакцією ґрунтового розчину (рН 5,8–6,4). Вони містять високий рівень азоту, фосфору та калію, що робить їх продуктивними для сільськогосподарського використання [36; 44].

На півдні басейну та у західній його частині поширені сірі опідзолені ґрунти, що утворилися на лесових породах. Їх профіль включає гумусово-елювіальний шар (0–28 см), ілювіальний горизонт (28–80 см) та перехідний горизонт (80–130 см). Вони характеризуються високим вмістом кремнезему та слабкокислою реакцією ґрунтового розчину (рН 5,8–6,4). Завдяки своїм властивостям ці ґрунти є цінними для сільськогосподарського використання [44].

1.3. Морфометричні параметри, гідрографія та гідрологічні характеристики річки Студянки

Річка Студянка має одну головну притоку – це струмок без назви, який бере свій початок на північному заході від міста Нововолинськ, вище села Бужанка, і впадає в Студянку на одинадцятому кілометрі від її витоку.

У табл. 1.2 та 1.3 представлені основні морфометричні характеристики як самої річки Студянки, так і її притоки.

Таблиця 1.2

Основні морфометричні характеристики річок басейну р. Студянки*

Назва річки	Куди впадає	Права (п) чи ліва (л) притока	Довжина, км	Площа басейну, км ²	Похил, м/км
Студянка	Західний Буг	п	26,30	136,0	1,32
Стр.без назви. лів. пр. від с. Бужанка	Студянка	л	10,2	31,33	3,4

*Джерело: [44].

Графік наростання площі водозбору р. Студянки представлено у дод. Б.

Таблиця 1.3

Основні морфометричні характеристики річки Студянки*

Довжина, км	26,30
Похил, м/км	1,32
Площа басейну, км ²	136
Густота річкової мережі, км/км ²	0,27
Куди впадає	Західний Буг
Права чи ліва притока	П
Порядок ріки	I
Звивистість, км	1,37

*Джерело: [44].

Річка Студянка є височинною річкою, так як вона починає свій витік з відмітки 213,4 метрів і впадає в Лугу на висоті 178,5 м над рівнем моря.

Відповідно до типології, що базується на площі водозбірного басейну, Студянка класифікується як середня річка. Геологічна структура басейну визначена за матеріалами геологічної карти Волинської області і, згідно з ВРД, належить до «вапнякового» типу [13].

Басейн річки Студянки межує з різними водними системами: на півночі та сході він прилягає до басейну річки Луга, на півдні – до басейнів безіменних струмків, а на заході – до басейну річки Ізівка. Територіально річка протікає через Володимирський район Волинської області.

Долина річки розташована в горбистій місцевості. Заплава низинна, сягає в ширину приблизно 400 метрів. Русло характеризується звивистістю, а його ширина досягає 10 метрів. Береги здебільшого вкриті луговою рослинністю, мають невелику висоту та пологий нахил. У середній течії зустрічаються берегові вали. Озер у межах басейну немає. Щодо структури земельного фонду, то заболочені території займають 3,3 % загальної площі, ліси – 3,0 %, рілля становить 63,0 %, угіддя – 7,3 %, а населені пункти – 11,1 %.

Річка Студянка демонструє нерівномірний розподіл водного стоку протягом року. Основна його частина (60–70 %) припадає на період з травня по листопад, а менша частка – на зимово-весняний сезон (30–40 %). Живлення річки переважно дощове (50 % від загального обсягу), значну частину становить снігове живлення (37 %), а підземні води забезпечують 13 % стоку. У зимовий період і в посушливі літні місяці річка підтримується за рахунок підземних джерел. У посушливі роки можливе збіднення водоносних горизонтів, що призводить до пересихання невеликих потоків і зупинки стоку [28; 29].

Протягом року спостерігаються три періоди підняття рівня води: весняне водопілля (березень–квітень), викликане таненням снігу; літні паводки через інтенсивні та тривалі дощі (червень–серпень); а також зимові підйоми рівня води внаслідок відлиг. Льодовий покрив на річці нестабільний – вона кілька разів замерзає і скресає за зиму, а в деякі роки може взагалі не вкриватися льодом. Перші ознаки льодоутворення спостерігаються на початку грудня. Повне скресання зазвичай відбувається наприкінці лютого або на початку березня, льодохід триває від 2 до 5 днів. Повне звільнення від льоду припадає на другу декаду березня. Підвищення рівня води стартує на початку березня, викликаючи весняний розлив, масштаб якого визначається висотою берегів і шириною заплави. Значний вплив на водний режим здійснюють як основна притока, так і дрібні струмки [44].

Схематичне зображення басейну річки Студянки представлено у дод. Б.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ТА МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ БАСЕЙНУ РІЧКИ СТУДЯНКИ

2.1. Специфіка водокористування в межах басейну річки Студянки

У басейні річки Студянки обсяг стоку маловодного року (Q75 %) становить 15,99 млн м³. Прогнозні запаси підземних вод оцінюються в 92,6 млн м³, з яких затверджені запаси складають 27,5 млн м³. Таким чином, з орієнтуванням на чисельність населення близько 66 тис. осіб, водозабезпеченість на одного мешканця басейну річки Студянки в маловодний рік, з урахуванням використання підземних вод, становить 0,65 тис. м³/рік [44].

Водопостачання сільських населених пунктів з підземних водоносних горизонтів здійснюється як централізовано, так і через індивідуальні свердловини, пробурені в попередні роки. Багато свердловин, що раніше належали колгоспам, не використовуються, є безгосподарськими та безконтрольними, іноді без належного тампонажу, що може призводити до забруднення підземних водоносних горизонтів. Найпоширенішим джерелом водопостачання сіл басейну є індивідуальні колодязі, які розкривають верхні водоносні горизонти, деякі з яких є незахищеними від забруднення поверхневими та дощовими стоками.

Варто зазначити, що в межах басейну річки Студянки немає великих тваринницьких комплексів, діяльність яких могла б спричинити значне забруднення водних об'єктів. Перелік гідротехнічних споруд на річці Студянка представлено у табл. 2.1.

На річці Студянка налічується 13 гідротехнічних споруд, серед яких: три дорожні переїзди, п'ять залізобетонних мостів, один залізничний міст та чотири переходи.

Таблиця 2.1.

Гідротехнічні споруди на річці Студянка*

№	Споруда	Призначення	Відстань від гирла, ПК
1	Дорожній Переїзд	Перехід	07+85
2	Залізничний Міст	Залізничний Переїзд	11+59
3	Залізобетонний Міст	Міст	57+45
4	Залізобетонний Міст	Міст	64+95
5	Труба	Перехід	78+61
6	Дорожній Переїзд	Перехід	106+30
7	Дорожній Переїзд	Перехід	122+50
8	Залізобетонний Міст	Міст	149+50
9	Залізобетонний Міст	Міст	178+10
10	Труба	Перехід	192+70
11	Труба	Перехід	205+00
12	Залізобетонний Міст	Міст	226+20
13	Труба	Перехід	237+00

*Джерело: [44].

Прибережні захисні смуги вздовж річки Студянки простягаються на 53 кілометри. Загальний стан цих територій переважно відповідає нормам, встановленим водним законодавством. Рівень розорювання прибережних смуг незначний і складає приблизно 1 % від їхньої загальної площі. Близько 79 % території зайнято луговою рослинністю з поодинокими деревами. Уздовж майже всієї довжини річки Студянки переважають такі види рослин, як очерет звичайний, камиш, стрілолист стрілолистий, рогіз широколистий та інші. Крім того, понад 20 % площі прибережних захисних смуг має заболочений характер [44].

2.2. Вплив господарської діяльності на екосистему басейну річки Студянки

Річка Студянка, в минулому була повноводною водною артерією з шириною до шести метрів і глибиною до трьох метрів. Свою назву вона отримала завдяки студенній джерельній воді. Однак унаслідок природних і антропогенних чинників джерела, які живили річку, замулилися, що призвело до значного

обміління та зменшення водного потоку. Уздовж берегів річки Студянки висаджені верби. Поблизу села Будятичі функціонує криниця зі святим джерелом, яке забезпечує водою як місцевих жителів, так і саму річку. Джерельна вода характеризується лікувальними властивостями, а територію біля криниці доповнює капличка.

Археологічні дослідження лівого берега річки підтвердили наявність двошарового поселення ранньослов'янського та давньоруського періоду, що свідчить про історичну цінність цієї місцевості. Заплава річки місцями сягає чотирьохсот метрів у ширину та є переважно заболоченою, що сприяло створенню численних ставків, зокрема в с. Русові й с. Хотячеві. Деякі ділянки русла перетворилися на болотяні рівчаки або густі зарості, особливо в районі траси Володимир-Волинський – Нововолинськ. На прилеглих територіях поширені вологолюбиві рослини, зокрема осока, рогоза, зозулинець болотний, меч-трава, росичка. За даними досліджень якості води в річці Студянка, показники чистоти річкової води за останні роки покращилися. Основною причиною цього стало завершення видобутку вугілля та припинення скидання шахтних вод, які раніше здійснювалися нововолинськими шахтами № 9 та № 5. Водночас закриття шахт спричинило підйом рівня ґрунтових вод, що призвело до заболочення територій, які тепер входять до загально-зоологічного заказника «Прибужжя».

Історичні дані та свідчення місцевих жителів підтверджують важливу соціально-економічну роль річки в регіоні. У Русові діяв водяний млин, в Устилузі били потужні джерела з кришталево чистою водою. У міжвоєнний період заможні мешканці Варшави приїздили сюди на відпочинок, зводили дерев'яні котеджі, а польські офіцери облаштовували пляжі. У 60-х роках ХХ століття в районі Руснова змінили русло річки та створили кілька ставків, які зариблювали для комерційного вилову риби. Під час цих гідротехнічних робіт у річку потрапляла велика кількість мулу та глини, що негативно вплинуло на екологічний стан водойми.

Сучасні екологічні загрози для річки включають зміни русла, зумовлені діяльністю бобрів, які руйнують дерева та перекривають джерела, а також антропогенним втручання у вигляді випрямлення річки під час будівництва доріг.

Будівництво ставків уздовж русла призвело до значної деградації річкової екосистеми та спричинило значне погіршення її стану, як повноцінного водного об'єкта. На сьогодні річка трансформувалася в систему заболочених рівчаків, зарослих очеретом та лепехою. В останні роки спостерігається інтенсивне обміління річки, що призвело до зникнення рибних популяцій, які раніше під час повеней та паводків проникали сюди із річки Західний Буг. Додатково гідрологічні зміни були зумовлені діяльністю прикордонних служб, які здійснили регулювання русла шляхом його спрямлення та облаштування трубного водовідведення.

В Устилузі відсутня централізована каналізація, що мінімізує ризики антропогенного забруднення, адже стічні води спрямовуються на поля фільтрації, розташовані на віддаленій території. У міській раді існують проекти каналізаційної системи з біоочисткою, які планують реалізувати.

Для відновлення екосистеми річки Студянки необхідне комплексне фінансування та розробка державних екологічних програм, однак відсутність належної уваги до цієї проблеми може призвести до подальшої деградації річки та зникнення її як природного об'єкта.

2.3. Методичні підходи до екологічної оцінки якості поверхневих вод річки Студянки

Здійснене дослідження оцінки екологічного стану басейну річки Студянки базується на результатах представлених Басейновим управлінням водних ресурсів річок Західного Бугу та Сяну [1] та Регіональним офісом водних

ресурсів у Волинській області [45] з використанням методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [31].

Підсистема «Якість води», яка містить математичну модель екологічної оцінки стану поверхневих вод, призначена для аналізу рівня їх чистоти та визначення ступеня антропогенного впливу на річкові басейни.

Головними характеристиками, що визначають якість поверхневих вод, є параметри сольового складу, еколого-санітарні (торфо-сапробіологічні) показники, а також вміст у воді специфічних токсичних і радіоактивних речовин. Ці показники згруповані у відповідні аналітичні блоки.

Оцінювання здійснюється на основі поділу водних об'єктів на п'ять класів та сім категорій, які відображають як загальний стан води, так і рівень її забрудненості чи чистоти.

Для кожного з блокових індексів визначаються відповідні вербальні характеристики, що дають змогу описати якість води як за її екологічним станом, так і за ступенем чистоти [31].

З урахуванням середніх та найгірших значень кожного показника в межах відповідного блоку шляхом послідовних обчислень визначаються клас і категорія якості поверхневих вод у річковому басейні. Оцінювання здійснюється як окремо за кожним показником, так і в узагальненому вигляді для блоків та водного об'єкта загалом.

Класифікація якісного стану басейну річки відбувається за значенням ІКАН, яке є числовою характеристикою стану всієї системи. Вона визначається на основі функції, що відображає рівень відповідності до альтернативних класів якості води (зокрема: «добрий», «незначні зміни», «задовільний», «поганий», «дуже поганий» і «катастрофічний») [49].

РОЗДІЛ 3

ГІДРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА БАСЕЙНУ РІЧКИ СТУДЯНКИ

3.1. Оцінка гідрологічних параметрів річки Студянки

Розрахунок норми річного стоку. Гідрологічна норма – це середнє арифметичне значення показників гідрологічного режиму, розраховане на основі багаторічних спостережень. Зі збільшенням періоду, за який проводиться обчислення, отримане значення суттєво не змінюється.

Витрата води (Q , м³/с) визначає об'єм води (м³), що проходить через поперечний переріз річки за певний проміжок часу (секунду), та відображає водність річки в конкретний момент. Виділяють миттєву витрату, що фіксується в будь-який момент року, та середню витрату за визначений період (доба, декада, місяць). Остання обчислюється як відношення суми середньодобових витрат до кількості днів у зазначеному періоді. Середньорічна витрата визначається як середнє арифметичне значення середньомісячних витрат.

Якщо відсутні дані гідрометричних спостережень, для визначення середнього багаторічного значення річного стоку річки Студянки в місці її впадіння в Західний Буг слід розрахувати норму річного стоку у вигляді таких показників: витрати модуля, об'єму та шару стоку [44].

Модуль стоку (M_0) виражається у л/(с·км²) та відображає кількість води (у літрах або кубометрах для максимального стоку), що стікає за секунду з площі водозбору розміром один квадратний кілометр. Його можна визначити за формулою:

$$M_0 = \frac{Q_0 \cdot 10^3}{F}; \quad (3.1)$$

де, F – площа водозбору в км².

Середня багаторічна витрата визначається з формули (3.1):

$$Q_0 = \frac{M_0 \cdot F}{10^3}; \quad (3.2)$$

де, Q_0 – середня річна витрата;

Згідно формули (3.2) отримуємо:

$$Q_0 = \frac{2,9 \cdot 136,0}{10^3} = 0,39 \text{ м}^3/\text{с};$$

Середній багаторічний об'єм річного стоку $W \text{ м}^3$ – кількість води, що стікає з водозбору за деякий проміжок часу, визначається за формулою:

$$W_0 = Q_0 \cdot T = \frac{M_0 \cdot F}{10^3} \cdot 31,54 \cdot 10^6; \quad (3.3)$$

де, $T = 31,54 \cdot 10^6 \text{ с}$;

Тоді знаходимо об'єм стоку:

$$W_0 = 12,441 \cdot 10^6 \text{ м}^3$$

Шар стоку (мм) – шар води, який можна отримати, якщо об'єм стоку за рік рівномірно розподілити по всій площі басейну річки.

Шар стоку знайдемо за формулою:

$$h_0 = \frac{W_0}{F \cdot 10^3}; \quad (3.4)$$

де, h_0 – шар стоку за період в мм;

F – площа водозбору (км^2);

$$h_0 = \frac{12,44 \cdot 10^6}{136,0 \cdot 10^3} = 91,45 \text{ мм}.$$

Розрахунок річного стоку заданої забезпеченості. Зміни річного стоку в різні періоди зумовлені впливом численних факторів, через що ця величина має випадковий характер. У процесі її дослідження доцільно застосовувати методи математичної статистики. Оцінку річного стоку можна виконувати за допомогою кривих забезпеченості [44].

Під забезпеченістю гідрологічної величини розуміють ймовірність того, що її значення перевищуватиме певний рівень серед усіх можливих варіантів.

Криві забезпеченості, відомі також як криві ймовірності перевищення, можуть бути представлені у двох формах: емпіричні (на основі спостережень) та теоретичні (аналітичні) [44].

Для досліджуваного об'єкта (річка Студянка в місці впадіння в Західний Буг) необхідно визначити річний стік із забезпеченістю 75 %. Це передбачає обчислення параметрів теоретичної кривої забезпеченості (Q_0 , C_v , C_s), визначення її ординат, побудову графіка та подальше визначення річного стоку для заданої забезпеченості.

Коефіцієнт варіації є безрозмірною характеристикою і обчислюється за такою формулою:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^2}{n}}, \quad \text{при } n > 30 \text{ років} \quad (3.5)$$

де, k_i - модульний коефіцієнт річного стоку.

Коефіцієнт варіації річного стоку всіх приток і власне Західного Бугу

$$C_v = 0,40,$$

Коефіцієнт асиметрії річного стоку приток, що впадають в р. Західний Буг

$$C_s = 3,5 C_v.$$

Відносну середню квадратичну похибку розрахунку C_v за допомогою методу моментів вираховують за формулою:

$$G_{C_v} = \sqrt{\frac{1 + C_v^2}{2 \cdot n}} \cdot 100\% \quad (3.6)$$

де, n – кількість років спостережень (по річкам-аналогам n не більше 20).

У нашому прикладі

$$G_{C_v} = \sqrt{\frac{1 + 0,4^2}{2 \cdot 20}} \cdot 100\% = 18,3\%;$$

Якщо похибка G_{C_v} перевищує 10–15 %, довжину гідрологічного ряду вважають недостатньою. Проте, враховуючи, що розрахунки не мають експлуатаційної мети, умовно приймаємо, що рівень похибки знаходиться в допустимих межах [44].

У гідрологічних розрахунках значення коефіцієнта асиметрії (C_S) найчастіше визначають графічним методом, підбираючи його таким чином, щоб теоретична крива забезпеченості максимально відповідала емпіричним даним. Надалі отримане співвідношення C_S/C_V перевіряється за аналогією з іншими річками. Як правило, значення C_S знаходиться в діапазоні 1,0–4,0, причому найчастіше приймається в межах 1,5–2,5 [44].

У даному випадку для визначення C_S графічним методом, використовуючи дані річки-аналога, приймаємо співвідношення $C_S = 3,0 \cdot C_V$. Інші параметри залишаються незмінними: $Q_0 = 0,39 \text{ м}^3/\text{с}$ та $C_V = 0,40$.

Розрахунок ординат теоретичної кривої забезпеченості методом моментів здійснюється на основі обраного співвідношення C_S і C_V . Для значення $C_S = 1,20$ (при співвідношенні $C_S = 2,5 \cdot C_V$) за таблицями «Відхилення ординат біноміальної асиметричної кривої забезпеченості від середнього значення (1,0) при $C_V = 3,0$ » визначають відповідні числа Фостера.

Оскільки прийняті значення C_S збігаються зі значеннями C_V у першій графі таблиці відхилень ординат, інтерполяція не потрібна. Отримані числа Фостера представлено у дод. К.

Оскільки відхилення ординат від середнього значення пропорційні C_V , усі знайдені значення Φ необхідно помножити на $C_V = 0,40$. Отримані величини $\Phi \cdot C_V$ показують відхилення ординат кривої забезпеченості від середнього значення ряду. Для визначення ординат кривої забезпеченості (K_p) слід додати одиницю: $K_p = \Phi \cdot C_V + 1$, оскільки середнє значення модульного коефіцієнта K_{cp} дорівнює 1,0.

Далі розраховується значення модульного коефіцієнта, взятого для розрахунку, значення C_S (1,20) і будується теоретична крива забезпеченості.

Загалом, теоретична крива забезпеченості річних витрат будується на клітчатці ймовірностей. У нашому прикладі дод. Л крива побудована по ординатах K_p . Відповідно до правильності вибраних параметрів її можна прийняти у якості розрахункової [44; 45].

На основі кривої забезпеченості визначаємо значення модульного коефіцієнта при 75 % забезпеченості ($K_p = 75 \%$), за формулою:

$$K_p = \frac{Q_p}{Q_0} \quad (3.7)$$

Звідси річний стік дорівнює:

$$Q_p = K_p \cdot Q_0; \quad (3.8)$$

де, K_p – модульний коефіцієнт заданої забезпеченості $P \%$.

Коефіцієнт забезпеченості для 75 % становить 1,29. Оскільки при $P = 75 \%$ значення K_p перевищує 1, це означає, що у маловодні роки витрата води буде більшою за середню. Така тенденція свідчить про те, що більшість років, які вплинули на формування коефіцієнта варіації 0,4, були маловодними [44].

Річка Студянка не відзначається значними коливаннями обсягів річкового стоку. Для цієї місцевості не є характерними типові весняні паводки або часті дощові підйоми рівня води. Таким чином, річна витрата води для 75%-ї забезпеченості дорівнює:

$$Q_{75\%} = 1,29 \cdot 0,53 = 0,69 \text{ м}^3/\text{с};$$

Після обчислення річного стоку з певною ймовірністю перевищення, необхідно визначити, як часто цей стік буде повторюватися. Під повторюваністю гідрологічної величини, наприклад, річного стоку, розуміється кількість років N , протягом яких цей стік повторюється в середньому один раз. Повторюваність і забезпеченість взаємопов'язані через такі співвідношення:

а) із забезпеченістю $P \leq 50 \%$

$$N = \frac{100}{P}; \quad (3.9)$$

б) із забезпеченістю $P \geq 50\%$

$$N = \frac{100}{100 - P}; \quad (3.10)$$

У нашому випадку із забезпеченістю $P = 75 \%$ повторюваність буде:

$$N = \frac{100}{100 - 75} = 4;$$

Тобто витрата води, що дорівнює або менша за 0,51 м³/с, буде повторюватися в середньому (за n століть) один раз на п'ять років. Після визначення річної витрати води для 75 % забезпеченості, доцільно представити її через інші характеристики, використовуючи формули (3.1), (3.3), (3.4). Таким чином, модуль стоку для 75 %-ї забезпеченості буде:

$$M_{75\%} = \frac{0,51 \cdot 10^3}{136,0} = 3,73 \text{ л/(с} \cdot \text{км}^2\text{)};$$

Об'єм стоку буде:

$$W_{75\%} = 0,51 \cdot 31.54 \cdot 10^6 = \frac{3,73 \cdot 136,0}{10^3} \cdot 31.54 \cdot 10^6 = 15,99 \cdot 10^6 \text{ м}^3;$$

Шар стоку буде:

$$h_{75\%} = \frac{15,99 \cdot 10^6}{136,0 \cdot 10^3} = 117,61 \text{ мм};$$

Оцінка максимальної витрати води та об'єму стоку повені за відсутності спостережних даних. Річні розрахункові ймовірності перевищення (забезпеченості) максимальних витрат води визначаються в залежності від класу капітальності гідротехнічних споруд [44].

Необхідно обчислити максимальну витрату води для р. Студянка при впадінні в р. Західний Буг з забезпеченістю $P = 1 \%$.

Максимальна витрата води, що враховується для весняної повені, розраховується наступним чином:

$$Q_P = q_P \cdot F = \frac{K_0 \cdot h_p \cdot \mu}{(F + 1)^n} \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot F; \quad (3.11)$$

де Q_P – розрахункова багаторічна максимальна витрата води, ймовірність перевищення якої $P \%$ (м³/с);

F – площа водозбору (км²);

K_0 – параметр, який характеризує дружність повені, визначається в залежності від природної зони і категорій рельєфу;

h_p – розрахунковий шар сумарного (без зрізу ґрунтового) стоку повені заданої забезпеченості $P\%$ і визначається за картами СНіП;

μ – коефіцієнт, що враховує нерівність статистичних параметрів шару стоку і максимальних витрат;

n – показник ступені редукції (зменшення) шару стоку по площі водозбору, залежить від природної зони і визначається за картами СНіП;

δ_1 – коефіцієнт, що враховує зниження максимальної витрати води за рік, зарегульованих озерами і водосховищами;

δ_2 – коефіцієнт, що враховує зниження витрат у залісених і заболочених басейнах.

Параметри формули 3.11 визначаються наступним чином.

K_0 і n визначають залежно від природної зони і категорії рельєфу. Для рік України, для I категорії рельєфу $K_0 = 0,030$, для II – $K_0 = 0,017$, для III – $K_0 = 0,012$; параметр n для усіх категорій рельєфу дорівнює 0,17. Категорія рельєфу визначається залежно від коефіцієнта α за формулою:

$$\alpha = \frac{I \cdot \sqrt{F + 1}}{25}; \quad (3.12)$$

де, I – середньовивірений нахил головного водостоку в проміллі ($I = 1,32\%$);

F – площа водозбору, км².

Якщо $\alpha > 1$, водозбір відносять до I категорії, $\alpha = 0,5-1,0$ – II категорії, $\alpha < 0,5$ – III категорії. У нашому дослідженні:

$$\alpha = \frac{1,32 \cdot \sqrt{136,0 + 1}}{25} = 0,62;$$

Отже, басейн відноситься до другої категорії рельєфу, $K_0 = 0,017$.

Значення параметра μ визначаємо у залежності від природної зони і розрахункової забезпеченості. У цьому випадку $F < 200$ км² і $P > 1\%$, $\mu = 1,0$.

Таблиця 3.1

Значення коефіцієнта, що враховує нерівність статистичних параметрів шару стоку і максимальних витрат μ^*

Природна зона	Ймовірність перевищення, %					
	0,1	1	3	5	10	25
Лісова зона	1,10	1,00	0,95	0,92	0,88	0,80
Лісостепова і степова зони: при $F \geq 200 \text{ км}^2$ при $F < 200 \text{ км}^2$	1,05	1,00	0,96	0,94	0,92	0,87
	1,10	1,00	0,93	0,87	0,79	0,64
Зона засушливих степів і напівпустель	1,02	1,00	0,98	0,97	0,96	0,92

*Джерело: [44].

Параметр h_P знаходимо для центру водозбору за картою ізоліній (СНіП 2.01.14-83). У нашому дослідженні $h_P = 40,0$ мм. Якщо у руслі головної річки наявні озера, необхідно враховувати зниження шару стоку, отриманого за картою на величину поправочного коефіцієнту (K_1), який визначаємо із табл. 3.2

Таблиця 3.2

Поправочні коефіцієнти до шару стоку повені*

$f_{oz}, \%$	Коефіцієнт зниження шару стоку повені
Від 2 до 10	0,9...0,8
Від 10 до 20	0,8...0,7
Більше 20	0,7

*Джерело: [44].

У дослідженні при $f_{oz} = 0,59 \%$ приймаємо $K_1 = 1,0$.

Коефіцієнт мінливості C_V шару стоку для водозборів із $F < 200 \text{ км}^2$ для значень C_V , узятих із карти, вводиться поправковий коефіцієнт (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Поправочні коефіцієнти для C_V^*

Площа водозбору, км ²	Поправочний коефіцієнт	Площа водозбору, км ²	Поправочний коефіцієнт
Від 0 до 50	1,25	Від 10 до 150	1,20...1,15
Від 50 до 100	1,25...1,20	Від 150 до 200	1,15...1,05

*Джерело: [44].

У роботі вводиться поправочний коефіцієнт, так як $F < 200$ км² і C_V приймається рівним 1,2 [44].

Коефіцієнт асиметрії C_S отримуємо із співвідношення $C_S = 3 \cdot C_V$, а саме $C_S = 3 \cdot 1,2 = 3,60$.

При $C_V = 1,2$ і $C_S = 3 \cdot C_V$ визначаємо ординату кривої (модульний коефіцієнт) забезпеченістю 1%, тобто $K_{1\%} = \Phi_{1\%} \cdot C_V + 1 = 5,33 \cdot 1,2 + 1 = 7,39$.

Відповідно шар стоку 1 % забезпеченості становитиме

$$h_{1\%} = 40,0 \cdot 7,39 = 295,84 \text{ мм}$$

Параметр δ_1 , який враховує зниження максимальної витрати води за рахунок регулюючого впливу озер розраховуємо за формулою:

$$\delta_1 = \frac{1}{1 + C \cdot f_{oz}}; \quad (3.13)$$

де f_{oz} – середньовиважена озерність водозбору (0,76 %);

C – параметр, що залежить від середнього шару повені,

при $h_0 > 100$ мм $C = 0,2$;

при $h_0 = 100-50$ мм $C = 0,2-0,3$;

при $h_0 = 50-10$ мм $C = 0,23-0,4$;

Вплив озерності на зниження максимальних витрат повеневих вод враховується лише у випадках, коли $f_{oz} > 2\%$ і озера розташовані у головному руслі або основних його притоках. Якщо у басейні є водосховища, то

коефіцієнт δ_1 розраховується із врахуванням проектних і експлуатаційних даних.

Із врахуванням сказаного, у нашому дослідженні $f_{oz} = 0,76\%$, але на головному руслі розташовано ряд ставків, тому параметр δ_1 розраховуємо:

$$\delta_1 = \frac{1}{1 + 0,4 \cdot 0,59} = 0,81;$$

Коефіцієнт δ_2 , який включає зміну максимальних витрат води від залісненості та заболоченості розраховується за формулою:

$$\delta_2 = 1 - 0,8 \cdot \lg(1 + 0,1 \cdot f_{бол} + 0,05 \cdot f_{ліс}); \quad (3.14)$$

де, $f_{бол}$ – ступінь заболоченості басейну (3,3%);

$f_{ліс}$ – ступінь залісненості басейну (3,0%);

Якщо заболоченість є меншою ніж 3 %, а залісненість меншою за 5 %, то їх вплив щодо розрахунку максимальних витрат не береться до уваги. Вплив заболоченості та залісненості теж не включається, якщо озерність є більшою 20 %. У випадку заболоченості більшої 50 % й переважанні верхових боліт значення δ_2 може підвищуватися до 30–40 %.

У нашому дослідженні:

$$\delta_2 = 1 - 0,8 \cdot \lg(1 + 0,1 \cdot 73,3 + 0,05 \cdot 3,0) = 0,86;$$

Підставивши у формулу (3.11) усі встановлені параметри, визначаємо максимальну витрату 1 % забезпеченості повеневих вод річки Студянки при впадінні в р.Західний Буг, а саме:

$$Q_{1\%} = \frac{0,017 \cdot 295,84 \cdot 1,0}{(136,0 + 1)^{0,17}} \cdot 0,81 \cdot 0,86 \cdot 136,0 = 207,11 \text{ м}^3/\text{с};$$

Відповідно формулі (3.4) розрахункового шару стоку заданої забезпеченості $h_{1\%}$, можемо визначити об'єм стоку повені цієї ж забезпеченості, а саме:

$$W_{p\%} = F \cdot h_p \cdot 10^3; \quad (3.15)$$

У здійсненому дослідженні об'єм стоку повені 5 % забезпеченості становитиме:

$$W_{1\%} = 136,0 \cdot 295,84 \cdot 10^3 = 40,23 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

З метою розрахунку максимальної витрати води дощового паводку 1%-ї забезпеченості річки Студянки при впадінні в р.Західний Буг при відсутності даних спостережень необхідно використати емпіричну редукційну формулу:

$$Q_P = q_{200} \cdot \left(\frac{200}{F} \right)^n \cdot \lambda_P \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot F; \quad (3.16)$$

де, q_{200} – модуль максимальної витрати в $\text{м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2$ ймовірністю перевищення в 1%, приведений до площі 200 км^2 ;

n – показник степеня редукції (зменшення) модуля максимальних витрат і визначається за додатками СНіП;

λ_P – перехідний коефіцієнт від 1%-ї ймовірності перевищення до заданої ймовірності;

δ_1 – коефіцієнт, що враховує зарегульованість максимальних витрат води проточними озерами;

δ_2 – коефіцієнт, що враховує зміну максимальних витрат води від заболоченості водозбору.

У дослідженні параметри формули (3.16) розраховуються наступним чином.

Модуль максимальної витрати знаходимо за картою ізоліній (СНіП 2.01.14-83) методом інтерполяції між ізолініями, або як середнє значення, якщо водозбір здійснює перетин кількох ізоліній, $q_{200} = 0,4$.

Показник редукції також розраховується за картою ізоліній (СНіП 2.01.14-83), $n = 0,60$.

$$\text{Величина} \left(\frac{200}{F} \right)^n = (136,0)^{0,6} \text{ розраховується, й становить } 1,26.$$

Що стосується перехідного коефіцієнта λ_P від 1 %-ї ймовірності перевищення до іншої ймовірності знаходимо за таблицею 4.3.4.1 й залежить від

номера району, який визначається за картою і розміром площі водозбору.

У дослідженні розрахункова забезпеченість $P=1$, звідси $\lambda_p=1,0$

Таблиця 3.4

Коефіцієнти переходу від ймовірності перевищення $P = 1 \%$ до іншої ймовірності*

№ району по карті	Площа водозбору, км ²	Коефіцієнт λ_p при ймовірності, %						
		0,1	0,3	1	2	3	10	25
IV	>100	1,62	1,35	1,00	0,81	0,58	0,40	0,21
	50...100	–	1,50	1,00	0,77	0,50	0,34	0,15
	10...50	–	1,60	1,00	0,73	0,44	0,26	0,10

*Джерело: [44].

Водний об'єкт розташований в IV районі.

Коефіцієнт δ_1 , що включає зарегульованість максимальної витрати проточними озерами, розраховуємо за формулою (3.13). Параметр C у дослідженні, беручи до уваги розташування водозбору в лісовій зоні, дорівнює 0,4. Однак у вихідних даних представлено величину відносної, а не середньостатистичної озерності. У подібних випадках параметр C необхідно зменшити в 2 рази. Отже, у дослідженні приймаємо $C = 0,2$, озерність $f_{oz} = 0,59 \%$. Звідси:

$$\delta_1 = \frac{1}{1 + 0,20 \cdot 0,59} = 0,93;$$

Коефіцієнт δ_2 , який включає в себе зниження витрати за рахунок заболоченості водозбору, розраховуємо за формулою:

$$\delta_2 = 1 - 0,8 \cdot \lg(1 + 0,1 \cdot f_{\delta}); \quad (3.17)$$

У цьому дослідженні заболоченість $f_{\delta} = 3,3\%$, звідси:

$$\delta_2 = 1 - 0,8 \cdot \lg(1 + 0,1 \cdot 3,3) = 0,90;$$

Підставляючи в рівняння (3.16) значення усіх даних, визначаємо розрахункову витрату:

$$Q_{1\%} = 0,4 \cdot \left(\frac{200}{136,0} \right)^{0,6} \cdot 1,0 \cdot 0,93 \cdot 0,90 \cdot 136,0 = 58,33 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Об'єм дощового паводку з ймовірністю перевищення 1% розраховується на основі відповідного шару стоку тієї ж забезпеченості. Це значення визначається за картою ізоліній для центру водозбору або як середнє значення для всього басейну.

Шар паводкового стоку може бути встановлений за картами ізоліній, проте слід враховувати, що ці карти відображають значення стоку з ймовірністю перевищення 1 % лише для річок із площею водозбору понад 50 км². Для ряду річок, зокрема тих, що належать до басейну Західного Бугу, значення шару стоку, отримане з карти, коригується за допомогою поправочних коефіцієнтів. Величина цих коефіцієнтів визначається відповідно до площі водозбору.

У нашому випадку площа водозбору р. Студянка до розрахункового пункту перевищує 50 км², тому значення шару паводкового стоку з 1 % забезпеченістю визначається безпосередньо за картою ізоліній. Однак, оскільки р. Студянка є притокою першого порядку р. Західний Буг, отримане за картою значення необхідно скоригувати з урахуванням відповідного поправочного коефіцієнта (табл. 3.3), який у цьому випадку дорівнює 1,00. Таким чином, остаточне значення шару паводкового стоку залишатиметься незмінним.

$$h_{1\%} = 50 \cdot 1,00 = 50,0 \text{ мм};$$

Звідси об'єм стоку паводку 1% забезпеченості становитиме:

$$W_{1\%} = 136,0 \cdot 50,0 \cdot 10^3 = 6,8 \text{ млн м}^3;$$

Отже, максимальна витрата дощового паводка 1 % ймовірності перевищення р. Студянка при впадінні в р. Західний Буг складає 58,33 м³/с, а об'єм його стоку – 6,8 млн. м³.

На основі зазначеної карти ізоліній розраховуємо шар дощового паводкового стоку 1 % ймовірності перевищення.

Далі здійснюємо розрахунок одного гідрографа стоку, в якого більша максимальна витрата за результатами попередніх розрахунків: 207,11 м³/с при повені більше за 58,33 м³/с при паводку.

Таким чином, розраховуємо гідрограф 1 % ймовірності перевищення р. Студянка при впадінні в р.Західний Буг, беручи за основу те, що максимальна витрата повеневих вод більша, за дощовий паводок цієї ж забезпеченості.

З цією метою визначаємо умовну тривалість повені t_n , яка залежить від коефіцієнтів несиметричності гідрографу K_S та дружності повені K_D , яка визначаються з наступних рівнянь.

$$K_S = \frac{h_n}{h} \quad (3.18)$$

$$K_D = \frac{\bar{q}_p}{h_p} \quad (3.19)$$

де, h_n – шар стоку за період підйому повені, мм;

h – сумарний шар стоку повені, мм.

Умовна тривалість підйому повені розраховується згідно графіку залежно від значень K_S і K_D .

Щоб спростити розрахунок коефіцієнта несиметричності необхідно визначати його наближене значення залежно від розмірів площі водозбору за табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Орієнтовні значення коефіцієнту несиметричності гідрографа стоку K_S згідно розмірів площі водозбору*

Площа водозбору, км ²	<500	500–5000	>5000
Коефіцієнт несиметричності	0,4–0,5	0,40–0,33	0,33–0,25

*Джерело: [44].

Для площі водозбору р. Студянка при впадінні в р. Західний Буг, що дорівнює 136,0 км², згідно з табл. 3.5, розраховуємо інтерполяцією, $K_S = 0,43$. Із

зазначеною величиною водозбірної площі середньодобова максимальна витрата 1 % забезпеченості становитиме

$$\bar{Q}_P = \frac{207,11}{1,18} = 175,22 \text{ м}^3/\text{с};$$

Модуль середньодобової витрати 1 % ймовірності перевищення визначається відповідно до формули 3.19.

$$\bar{Q}_{1\%} = \frac{175,22 \cdot 10^3}{136,0} = 1288,36 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2;$$

Коефіцієнт дружності повені знаходимо за формулою 3.19. у котрій $h_{1\%}$ вираховано нами раніше ($h_{1\%} = 295,84$ мм). Звідси:

$$K_D = \frac{1288,36}{295,84} = 4,35;$$

На основі графіка при $K_S = 0,44$ і $K_D = 4,35$ визначаємо $t_n = 7$ діб.

Координатами розрахункового гідрографа є: час від початку повені, який розраховується як $t_i = t_n \cdot x$ і витрата, яка відповідає кожному дню від початку повені і визначається з рівняння $\bar{Q}_i = \bar{Q}_P \cdot y$.

Розрахунок координат t_i і $\bar{Q}_i$ проводимо в табл. 3.6 в котру для $K_S = 0,44$ записуємо значення відносних координат $x_i = \frac{t_i}{t_n}$ і $y = \frac{Q_i}{Q_{1\%}}$. Після цього вираховуємо абсолютні значення координат.

Таблиця 3.6

Вирахування координат розрахункового гідрографу ($P = 1\%$) за рівнянням, р. Студянка при впадінні в р.Західний Буг*

Відносні координати		Абсолютні координати	
$x = t_i/t_n$	$y = Q_i/Q_P$	$x = t_n \cdot x$	$y = Q_P \cdot y$
0,5	0	3,5	0
0,6	0,004	4,2	0,70
0,7	0,062	4,9	10,86
0,8	0,34	5,6	59,57
0,9	0,79	6,3	138,42

Продовження таблиці 3.6

1	1	7	175,22
1,1	0,82	7,7	143,68
1,2	0,49	8,4	85,86
1,3	0,22	9,1	38,55
1,4	0,084	9,8	14,72
1,5	0,027	10,5	4,73
1,6	0,008	11,2	1,40
1,7	0,002	11,9	0,35
1,8	0	12,6	0

*Джерело: [44].

За отриманими абсолютними координатами будуємо розрахунковий гідрограф. Плавною лінією з'єднуємо нанесені за абсолютними значеннями точки і отримаємо гідрограф повені (дод. М). Загальна тривалість повені становить 7 діб.

3.2. Оцінка гідроморфологічних параметрів поверхневих вод річки Студянки

У межах річки Студянки було визначено три ділянки для обстеження (ДО), які охоплюють усі основні сегменти річки: верхів'я, середню частину та нижню течію. Це дозволяє комплексно відобразити особливості природного середовища в басейні річки, руслові процеси, стік та рівень техногенного впливу на водозбір. Перша обстежувана ділянка (ДО № 1) розташована у верхів'ї річки, південніше населеного пункту Гряди, в зоні височини (рис. 3.1). Середня висота прилеглої території складає 203,3 м над рівнем моря. Протяжність ділянки становить 200 м, а глибина води варіюється в межах 0,4–0,55 м. Її географічні координати: 50°43'34" пн. ш. та 24°13'25" сх. д. Гідроморфологічна оцінка місцевості та результати досліджень наведені в дод. Д. За підсумками проведених досліджень встановлено, що ця ділянка відповідає 2-му класу гідроморфологічної якості, а підсумковий коефіцієнт становить 1,88.



Рис. 3.1. Ділянка обстеження №1, р. Студянки [44]

Друга обстежувана ділянка (ДО № 2) розташована в середній течії річки, між населеними пунктами Ласків і Суходоли, у низинній місцевості (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Ділянка обстеження № 2, р. Студянки [44]

Висота прилеглої території становить 195,8 м над рівнем моря. Протяжність цієї ділянки також складає 200 м, а глибина змінюється від 0,35 до 0,48 м. Географічні координати ДО №2: 50°47'5" пн. ш. та 24°12'15" сх. д. За результатами аналізу встановлено, що ділянка відповідає 2-му класу гідроморфологічної якості, а її кінцевий показник становить 1,83 (дод. Е).

Третя обстежувана ділянка (ДО № 3) розташована в нижній течії річки, у південній частині міста Устилуг, у низинній місцевості (рис. 3.3). Висота прилеглої території складає 180,1 м над рівнем моря. Протяжність ДО №3 дорівнює 200 м, а глибина змінюється в межах 0,32–0,56 м. Географічні координати: 50°51'21" пн. ш. та 24°9'16" сх. д. Гідроморфологічна оцінка місцевості та протокол дослідження наведені в дод. Ж. За підсумками аналізу визначено, що ділянка відповідає 2-му класу гідроморфологічної якості, а кінцевий показник становить 2,17.

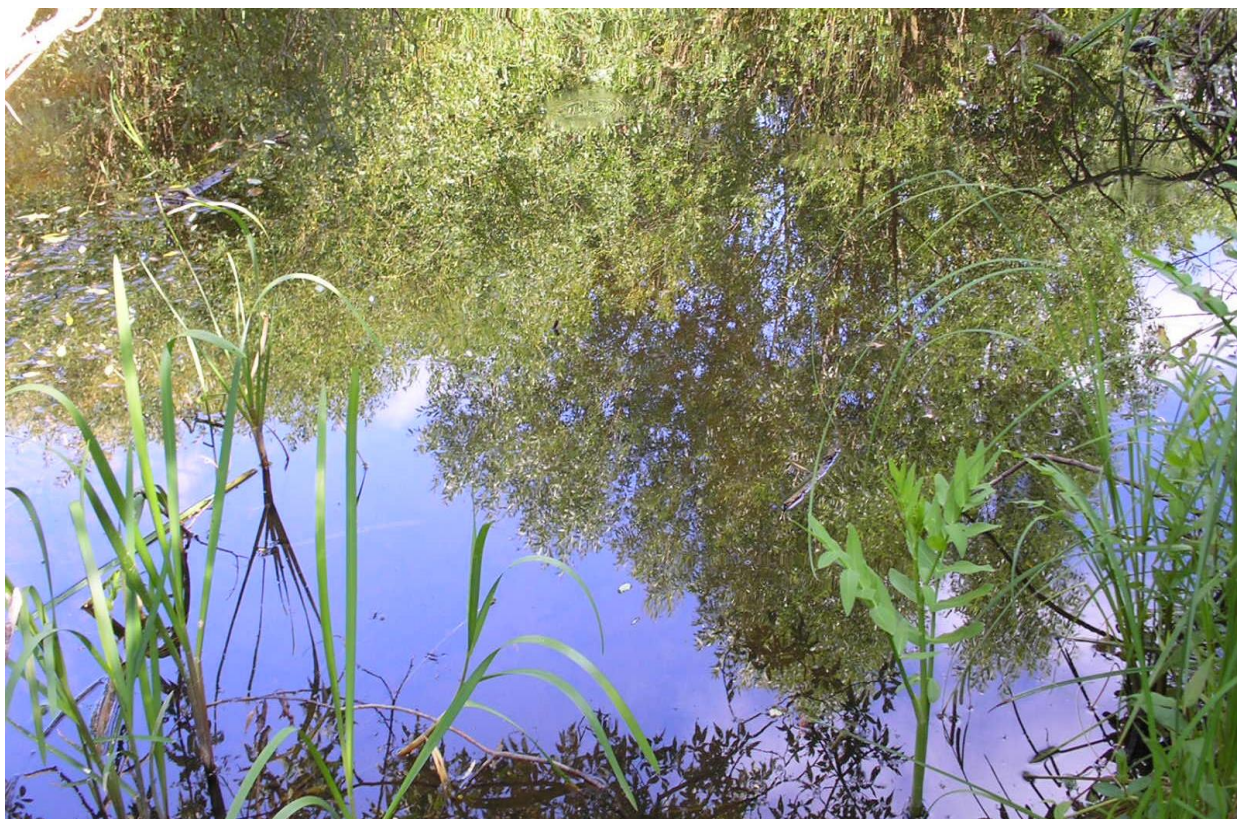


Рис. 3.3. Ділянка обстеження № 3, р. Студянки [44]

3.3. Оцінка якості поверхневих вод річки Студянки

Моніторинг якості води в річці Студянка проводився в одному контрольному створі. За результатами обстежень встановлено, що в межах водоохоронної зони цієї річки немає відгодівельних комплексів, складів отрутохімікатів, полігонів твердих побутових відходів та інших потенційних джерел забруднення.

Загалом гіdroхімічна характеристика річки Студянки оцінюється як задовільна, оскільки значних перевищень гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднювальних речовин не виявлено. Зокрема, у воді не зафіксовано перевищень за показниками нафтопродуктів, хрому, міді, цинку та свинцю. Такі речовини, як сухий залишок, нітрати, марганець, азот амонійний, хлориди й сульфати, також не перевищують встановлених нормативів. Єдиним винятком є вміст фосфатів, рівень яких у річці Студянка перевищує гранично допустиму концентрацію у 2 рази.

Джерелом забруднення поверхневих і підземних вод є Нововолинське сміттєзвалище, яке експлуатувалося з порушенням санітарних норм. Встановлено, що його проєктні потужності вже вичерпані. Очисні споруди на сміттєзвалищі відсутні, тому забруднені дренажні води, що містять солі амонію, важкі метали, органічні та завислі речовини, без очищення потрапляють у водойми та просочуються в ґрунтові води.

Якість води оцінюється за індексами, що характеризують окремі групи показників: сольового складу (I_1), еколого-санітарного стану (I_2), вмісту специфічних токсичних і радіоактивних речовин (I_3), а також за загальним інтегральним екологічним індексом (I_E).

До показників сольового складу (I_1) належать хлориди, сульфати та загальний рівень мінералізації. Еколого-санітарний блок (I_2) охоплює завислі частинки, різні форми азоту (нітрати, нітроти, амонійний азот), фосфати, рівень

розчиненого кисню, а також показники хімічного (ХСК) та біохімічного (БСК₅) споживання кисню.

Блок специфічних токсичних і радіаційних речовин (I₃) може містити від одного (наприклад, загальне залізо) до восьми компонентів, зокрема загальне залізо, мідь, цинк, марганець, загальний хром, феноли, нафтопродукти та СПАР. У середньому цей блок включає чотири ключові компоненти: загальне залізо, загальний хром, СПАР і нафтопродукти [31].

Склад сольового блоку відображає фізико-географічні умови формування стоку. Середній рівень мінералізації становить 137,5 мг/л, при цьому частка основних іонів (хлориди, сульфати, калій і натрій) коливається в межах 25–30 %. Відповідно до класифікації [31], вода річки Студянки за природними характеристиками належить до гідрокарбонатного класу, кальцієвої групи II–III типів [31].

Хлориди та сульфати, завдяки високій розчинності, є типовими компонентами всіх природних вод, де вони представлені у вигляді солей натрію, кальцію та магнію. Концентрація хлоридів у воді варіюється від 23,7 мг/дм³ до 29,7 мг/дм³, що значно нижче допустимої межі (350 мг/дм³). Вода річки відповідала I класу якості, що означає «відмінний» стан та «дуже чисту» категорію за рівнем чистоти.

Вміст сульфатів змінюється в межах 42,8–41,1 мг/дм³, що знаходиться в екологічно допустимому діапазоні (500 мг/дм³). За цими показниками якість води також віднесена до I класу, що характеризується як «відмінна» за станом і «дуже чиста» за ступенем забрудненості [31].

Класифікація води за сольовим складом була проведена відповідно до встановлених стандартів, результати наведено в табл. 3.7. Аналіз показників за 2022–2023 роки засвідчив стабільно низькі значення індексів сольового блоку, які залишалися незмінними та становили I₁ – 0,1.

Таблиця 3.7

Оцінка якості води басейну р. Студянка за сольовим блоком I_1 *

Рік	Мінералізація, $мг/дм^3$	Сульфати, $мг/дм^3$	Хлориди, $мг/дм^3$	I_1
2022	134	42,8	29,7	0,1
2023	141	41,1	23,7	0,1

*Джерело: розроблено автором.

Еколого-санітарний блок містить показники, що характеризують загальний стан води з точки зору вмісту завислих речовин, кисневого режиму та концентрації біогенних елементів.

Завислі речовини відображають частку мінеральних компонентів у воді. Для річки Студянки їх концентрація змінювалася в межах 1,3–2,7 мг/дм³, що значно нижче допустимого рівня (30 мг/дм³). За цими параметрами якість води відповідала I класу, що свідчить про «відмінний» стан та «дуже чисту» категорію за рівнем чистоти.

Показник біохімічного споживання кисню (БСК₅) визначає обсяг кисню, необхідного для розкладу органічних речовин у воді за анаеробних умов. Його зниження від нормативного значення (3,0 мг/дм³) вказує на зміну природних біологічних процесів, спричинену надходженням забруднювальних речовин, що швидко окиснюються. Спостереження показали, що рівень БСК₅ у річці Студянка варіювався від 2,4 мг/дм³ до 2,8 мг/дм³, що відповідає нормативним межам. Вода за цим показником відносилася до 3 категорії II класу, мала «задовільний» стан та «забруднений» рівень чистоти, що обмежує її використання [31].

Концентрація нітратів і нітритів у воді визначається інтенсивністю розпаду білкових речовин, які потрапляють у водойму внаслідок поверхневого стоку з сільськогосподарських земель та надходження стічних вод. У річці Студянка рівень нітратів змінювався від 1,5 мг/дм³ до 1,7 мг/дм³, що значно нижче

допустимого нормативу (45 мг/дм³). За цими параметрами вода також відносилася до 3 категорії II класу, мала «задовільний» стан та «забруднений» рівень чистоти, з обмеженим використанням.

Вміст нітритів у воді варіювався від 0,160 мг/дм³ до 0,182 мг/дм³, що також не перевищує допустимий рівень (3,0 мг/дм³). Однак, за критеріями якості, вода належала до 5 категорії IV класу, характеризувалася «поганим» станом та «брудною» за рівнем чистоти, придатною лише для технічного використання.

Концентрація фосфатів у річці змінювалася від 0,13 мг/дм³ до 0,19 мг/дм³, що перевищує нормативний рівень (0,05 мг/дм³). Це зумовило класифікацію води у 4 категорію III класу, зі «задовільним» станом та «забрудненим» рівнем чистоти, що передбачає обмежене використання.

Середні значення блокових індексів I_2 за досліджуваний період наведено у табл. 3.8.

Таблиця 3.8

Оцінка якості води р. Студянка за еколого-санітарним блоком I_2^*

Назва створу	Рік	Завислі речовини, мг/дм ³	БСК ₅ , мг/дм ³	Нітрати, мг/дм ³	Нітрити, мг/дм ³	Фосфати, мг/дм ³	I_2
р. Студянка	2022	1,3	2,4	1,5	0,160	0,19	0,9
	2023	2,7	2,8	1,7	0,182	0,13	0,7

*Джерело: розроблено автором.

Аналіз середніх значень блокових індексів (I_2) показав, що найвищі показники були зафіксовані для річки Студянки у 2022 році ($I_2 = 0,9$), що дещо вище значення 2023 року ($I_2 = 0,7$).

У межах блоку специфічних показників токсичної дії здійснювався моніторинг чотирьох основних компонентів, що впливають на токсичність водного середовища: загального заліза, хрому шестивалентного, мангану та нікелю в басейні річки Студянки.

Концентрація хрому залишалася стабільною впродовж 2022–2023 років, становлячи 0,001 мг/дм³, що значно нижче допустимої межі (0,05 мг/дм³). Вміст загального заліза у 2023 році становив 0,230 мг/дм³, (нормативний показник 0,3 мг/дм³), тоді як у 2022 році цей показник був навіть нижчим – 0,216 мг/дм³.

У цілому рівень токсичних забруднень залишався низьким і відповідав встановленим нормативам. Екологічна оцінка води класифікувала її як I класу, що свідчить про «відмінний» стан та «дуже чисту» якість.

Коливання значень блокових індексів (I_3) незначне (табл. 3.9). У 2022 році I_3 становив 0,22 мг/дм³, що нижче порівняно з 2023 роком, коли він зріс до 0,28 мг/дм³.

Таблиця 3.9

Оцінка якості води р. Студянка за блоком специфічних показників токсичної дії I_3^*

Назва створу	Рік	Fe, мг/дм ³	Cr ⁺⁶ , мг/дм ³	Mn, мг/дм ³	Ni, мг/дм ³	I_3
р. Студянка	2022	0,216	0,001	0,009	0,006	0,22
	2023	0,230	0,001	0,01	0,007	0,28

*Джерело: розроблено автором.

У цьому дослідженні факторні індекси (I_E) розраховувалися як відношення середніх значень окремих характеристик у кожній групі до їх нормативних показників. Інтегральний екологічний індекс (I_E) визначався шляхом обчислення середнього арифметичного значення трьох факторних індексів. Підсумкові результати комплексного екологічного аналізу якості води в басейні річки Студянки наведені в табл. 3.10.

Результати розрахунку інтегральних екологічних індексів вказують на те, що річка Студянка характеризується відносною чистотою. У 2023 році значення інтегрального індексу становило $I_E = 0,4$, що є нижчим порівняно з 2022 роком ($I_E = 0,6$), що свідчить про покращення якості води.

Таблиця 3.10

Інтегральний екологічний індекс якості поверхневих вод
басейну р. Студянка*

Назва створу	Рік	I ₁	I ₂	I ₃	I _E
р. Студянка	2022	0,1	0,9	0,22	0,6
	2023	0,1	0,7	0,28	0,4

*Джерело: розроблено автором.

Аналіз співвідношення екологічних індексів показує, що найбільший внесок у загальне забруднення водних ресурсів вносять еколого-санітарні показники, тоді як індекс сольового складу має найменший вплив. Індекс специфічних показників займає проміжну позицію.

Рівень забруднення річки безпосередньо залежить від антропогенного впливу, що є особливо помітним у басейні приток першого порядку.

На основі проведеного екологічного аналізу якості води річки Студянки можна зробити такі висновки: за сольовим складом та вмістом специфічних токсичних і радіаційних речовин вода річки відповідає I класу, тобто є «відмінною» за станом та «дуже чистою» за рівнем забрудненості; за еколого-санітарними показниками поверхневі води можуть бути віднесені до II–IV класів, що характеризується як «задовільна» або «погана» за станом, «забруднена» або «брудна» за ступенем чистоти, з обмеженою або технічною можливістю використання. Інтегральний екологічний індекс (I_E) змінюється у діапазоні 0,6–0,4, що дозволяє класифікувати річку Студянка як водотік I класу. Таким чином, вода оцінюється як «відмінна» або «добра» за станом, а також «дуже чиста» чи «чиста» за ступенем забрудненості.

Оцінка якості води річки Студянки має велике значення для аналізу екологічного стану басейну річки Західний Буг. Визначені показники можуть бути використані для розробки природоохоронних заходів, спрямованих на покращення стану водних ресурсів, а також для встановлення екологічних нормативів якості води.

ВИСНОВКИ

Головні наукові результати дослідження полягають у наступному:

1. Річка Студянка бере початок у заболоченій місцевості поблизу села Грибовиця. Її русло проходить територією Володимирського району, охоплюючи населені пункти Грибовиця, Кропивниця, Гряди, Хрінів, Дігтів, Ласків, Хотячів, а також місто Устилуг. Впадає Студянка в р. Західний Буг на південному заході від Устилуга, приблизно на 570-му кілометрі від її гирла. Вона є правою притокою Західного Бугу. Загальна довжина річки складає 26,3 км, а площа її водозбірного басейну – 136 км².

2. Кліматичні умови басейну р. Студянка мають атлантико-континентальні риси, характерні для західних регіонів України. Для цієї місцевості властива помірна кількість опадів. На території басейну річки домінують вітри західного, північно-західного та південно-східного напрямків. Басейн р. Студянка розташований у західній частині Волинської височини та входить до лісостепової зони. Рельєф характеризується незначним перепадом висот. Геологічна будова басейну доволі різноманітна, у центрі та на заході переважають еолово-делювіальні відклади, лесові суглинки, супіски, алювій, піски й глини. На півночі й півдні поширені болотні утворення та торф різного ступеня розкладу, а на сході – еолово-делювіальні відклади, суглинки й супіски.

3. Річка Студянка є височинною. Відповідно до типології, що базується на площі водозбірного басейну, вона класифікується як середня річка й має одну головну притоку. Долина річки розташована в горбистій місцевості. Заплава низинна, сягає в ширину приблизно 400 метрів. Русло характеризується звивистістю, а його ширина досягає 10 метрів. Береги здебільшого вкриті луговою рослинністю, мають невелику висоту та пологий нахил. У середній течії зустрічаються берегові вали. Озер у межах басейну немає. Річка характеризується нерівномірним розподілом водного стоку протягом року.

4. У басейні р. Студянка обсяг стоку маловодного року (Q75 %) становить

15,99 млн м³. Прогнозні запаси підземних вод оцінюються в 92,6 млн м³, з яких затверджені запаси складають 27,5 млн м³. Таким чином, з орієнтуванням на чисельність населення близько 66 тис. осіб, водозабезпеченість на одного мешканця басейну р. Студянка в маловодний рік, з урахуванням використання підземних вод, становить 0,65 тис. м³/рік. У межах басейну р. Студянка немає великих тваринницьких комплексів, діяльність яких могла б спричинити значне забруднення водних об'єктів. На річці налічується 13 гідротехнічних споруд. Прибережні захисні смуги вздовж річки Студянки простягаються на 53 км. Загальний стан цих територій переважно відповідає нормам, встановленим водним законодавством.

5. Сучасні екологічні загрози для річки включають зміни русла, зумовлені діяльністю бобрів, які руйнують дерева та перекривають джерела, а також антропогенним втручанням у вигляді випрямлення річки під час будівництва доріг. Будівництво ставків уздовж русла призвело до значної деградації річкової екосистеми та спричинило значне погіршення її стану, як повноцінного водного об'єкта. На сьогодні річка трансформувалася в систему заболочених рівчаків, зарослих очеретом та лепехою. В останні роки спостерігається інтенсивне обміління річки, що призвело до зникнення рибних популяцій, які раніше під час повеней та паводків проникали сюди із річки Західний Буг.

6. Здійснене дослідження оцінки екологічного стану басейну річки Студянки базується на результатах представлених Басейновим управлінням водних ресурсів річок Західного Бугу та Сяну та Регіональним офісом водних ресурсів у Волинській області з використанням методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями.

7. Річка Студянка не відзначається значними коливаннями обсягів річкового стоку. Для цієї місцевості не є характерними типові весняні паводки або часті дощові підйоми рівня води.

8. У межах річки Студянки було визначено три ділянки для обстеження, які охоплюють усі основні сегменти річки: верхів'я, середню частину та нижню

течію. Це дозволяє комплексно відобразити особливості природного середовища в басейні річки, руслові процеси, стік та рівень техногенного впливу на водозбір. Перша обстежувана ділянка розташована у верхів'ї річки, південніше населеного пункту Гряди, в зоні височини відповідає 2-му класу гідроморфологічної якості, а підсумковий коефіцієнт становить 1,88. Друга ділянка розташована в середній течії річки, між населеними пунктами Ласків і Суходоли, у низинній місцевості відповідає 2-му класу гідроморфологічної якості, а її кінцевий показник становить 1,83. Третя обстежувана ділянка розташована в нижній течії річки, у південній частині міста Устилуг, у низинній місцевості відповідає 2-му класу гідроморфологічної якості, а кінцевий показник становить 2,17.

9. Моніторинг якості води в р. Студянка проводився в одному контрольному створі. За результатами обстежень встановлено, що в межах водоохоронної зони цієї річки немає відгодівельних комплексів, складів отрутохімікатів, полігонів твердих побутових відходів та інших потенційних джерел забруднення. Загалом гідрохімічна характеристика р. Студянка оцінюється як задовільна, оскільки значних перевищень гранично допустимих концентрацій забруднювальних речовин не виявлено. Зокрема, у воді не зафіксовано перевищень за показниками нафтопродуктів, хрому, міді, цинку та свинцю. Такі речовини, як сухий залишок, нітрати, марганець, азот амонійний, хлориди й сульфати, також не перевищують встановлених нормативів. Єдиним винятком є вміст фосфатів, рівень яких у р. Студянка перевищує гранично допустиму концентрацію у 2 рази. Результати розрахунку інтегральних екологічних індексів вказують на те, що р. Студянка характеризується відносною чистотою. У 2023 році значення інтегрального індексу становило $I_E - 0,4$, що є нижчим порівняно з 2022 роком ($I_E - 0,6$), що свідчить про покращення якості води.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Басейнове управління водних ресурсів річок Західного Бугу та Сяну. Офіційний сайт. URL: <https://buvrzbts.davr.gov.ua/> (дата звернення: 20.10.2024).
2. Боярин М. В. Інтегральний екологічний індекс екосистеми басейну річки Західний Буг. *Науковий вісник ВДУ імені Лесі Українки. Серія: Географічні науки*. Луцьк, 2006. С. 171–175.
3. Боярин М. В., Нетробчук І. М. Оцінка екологічної стійкості ландшафту басейну річок Західний Буг Волинської області. *Людина і довкілля. Питання неоекології*. 2018. № 1–2(29). С. 40–46.
4. Водний кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>. Дата звернення: 20.12.2024 р.
5. Герасимчук З. В., Мольчак Я. О., Хвесик М. А. Еколого-економічні основи водокористування в Україні : навч. посіб. Луцьк : Надстир'я, 2000. 364 с.
6. Гопчак І. В. Встановлення категорій і абсолютних значень екологічних нормативів якості води для річок Волинської області. *Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво : Зб. наук. пр.* 2005. № 30. С. 64–69.
7. Гопчак І. В. Порівняння результатів екологічної оцінки сучасного стану якості води річок Волинської області. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2006. № 9. С. 148–156.
8. Гопчак І. В. Результати екологічної оцінки та екологічного нормування поверхневих вод Волинської області. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2006. № 11. С. 370–374.
9. Гриб Й. В. Комплексна оцінка якості поверхневих вод. Антропогенна складова річкового стоку у системі «концентрація забруднень-витрати води». Антропогенна складова річкового стоку у системі «верхів'я річки-гирло». *Малі річки України. Довідник*. (За ред. А.В. Яцика). К.: Урожай, 1991. С.197–234.

10. Гриб Й. В., Клименко М. О., Сондак В. В. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем (гідрохімія, гідробіологія, гідрологія, управління) : навч. посіб. Т.1. Рівне, 1999. 348 с.
11. Гриб Й. В., Мережко О. І. Особливості методології вивчення екосистем малих річок : Навч. посіб. Т.1. Рівне, 1999. С. 78–79.
12. Гулай Л., Джам О., Караїм О., Лавринюк З. Екологічний стан поверхневих вод р. Прип'ять. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. № 3. 2022. С. 26–35. DOI: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2022-3-4>
13. Директива Європейського Парламенту і Ради 2000/60/ЄС. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text. Дата звернення: 20.10.2024 р.
14. Джам Олена, Караїм Ольга, Юхимнюк Наталія. Екологічна оцінка якості поверхневих вод р. Пруднік. *Науковий вісник СНУ імені Лесі Українки. Серія: Біологічні науки*. 2020. № 2 (390). С. 31–37.
15. Державне агенство водних ресурсів України. Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України. URL: <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>
16. Екологічна оцінка сучасного стану поверхневих вод України: методичні аспекти. Укр. географ. журн. / Денисова О.І., Серебрякова Т. М., Чернявська А. П. та ін. К.: 1996. № 3. С. 3–11.
17. Єрмаков М. О., Караїм О. А. Антропогенний вплив на природне середовище басейну річки Студянки : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених «Сучасна наука та освіта Волині» (22 травня 2025 року). м. Луцьк, 2025. С. 368–370.
18. Караїм О. А. Ахнюк М. М. Аналіз вмісту завислих речовин у поверхневих водах річки Жидувка. Актуальні проблеми хімії, матеріалознавства та екології : матеріали I Міжнар. наук. Конф. (Луцьк, 12–14 травня 2021 року). Луцьк, 2021. С. 196–199.
19. Караїм О., Ахнюк М., Лавринюк З., Джам О., Гулай Л. Гідрохімічний аналіз поверхневих вод в аспекті управління водними ресурсами річки Жидувка.

Проблеми хімії та сталого розвитку. 2022. № 1. С. 10–17. DOI: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2022-1-2>

20. Караїм О., Дзам О., Лавринюк З. Екологічні засади управління водними ресурсами малих річок (на прикладі річки Жидувка). *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2023. № 1. С. 63–73. DOI: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-1-8>

21. Караїм О. А. Панасюк І. М. Оцінка екологічного стану басейну річки Стрипа та заходи щодо його поліпшення. *Людина і довкілля. Проблеми неоекології*. Харків, 2015. № 3–4. С. 89–95.

22. Клименко М. О., Прищепа А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля. К. : Академія, 2006. 360 с.

23. Клименко М. О., Клименко О. М., Статник І. І. Охорона водних об'єктів від антропогенного впливу. *Вісник КНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук, 2010. Вип.6 (65). 2010. С. 177–181.

24. Ковальчук І. П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. Львів : Інститут Українознавства. 2004. 81 с.

25. Колісник А. В., Чугай А. В. Методичні основи оцінки якості поверхневих вод. *Екологічні проблеми регіонів України*. Одеса, 2006. 123 с.

26. Лавринюк З., Караїм О., Гулай Л. Гідрохімічний аналіз та особливості використання поверхневих вод річки Оконка. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2021. № 3. С. 24–29.

27. Лавринюк З., Караїм О., Гулай Л. Оцінка якості поверхневих вод за сполуками нітрогену та особливості антропогенного впливу в аспекті управління водними ресурсами річки Бистряк. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2022. № 4. С. 39–45. DOI: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2021-4-6>

28. Малі річки України : довідник / За ред. А. В. Яцика. К. : Урожай, 2004. 296 с.

29. Мельник В., Мігас Р. Охорона природи на Волині. Луцьк, 2008. 48 с.

30. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П., Яцик А. П. та ін. К. : СИМВОЛ–1, 1998. 50 с.

31. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / А. В. Гриценко, О. Г. Васенко, Г. А. Верніченко та ін. Х.: УкрНДІЕП. 2012. 37 с.

32. Методика розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України / А. В. Яцик, Л. Б. Бишовець, О. М. Петрук та ін. Київ. 2007. 48 с.

33. Мольчак Я. О., Мігас Р. В. Річки Волині. Луцьк : Надстир'я, 1999. 176 с.

34. Мольчак Я. О., Герасимчук З. В. Річки та їх басейни в умовах техногенезу. Луцьк : РВДЛДТУ, 2004. 336 с.

35. Мельник О. В. Оптимізація використання водних ресурсів та покращення стану малих річок і водоймищ Іваничівського р-ну Волинської обл. *Науковий вісник ВНУ. Географічні науки*. 2009. № 8. С. 12–17.

36. Наконечний Ю. І. Заплавне ґрунтоутворення і ґрунти заплави р. Західний Буг. Львів. нац. ун-т ім. І. Франка. Л. 2010. 20 с.

37. Нетробчук І. М. Геоекологічний стан басейну річки Луга. *Науковий вісник ВНУ імені Лесі Українки. Серія: Географ. науки*. 2011. № 17. С. 176–182.

38. Нетробчук І. М., Боярин М. В. Екологічна оцінка сучасного стану якості води річки Студянки. Природа Західного Полісся та прилеглих територій. Луцьк. 2008. С. 31–35.

39. Нетробчук І. М., Боярин М. В., Чижевська Л. Т. Екологічні наслідки сільськогосподарського призначення земель басейну річки Західний Буг. *Вісник ВНУ. Серія: Географічні науки*. Луцьк. 2008. 328 с.

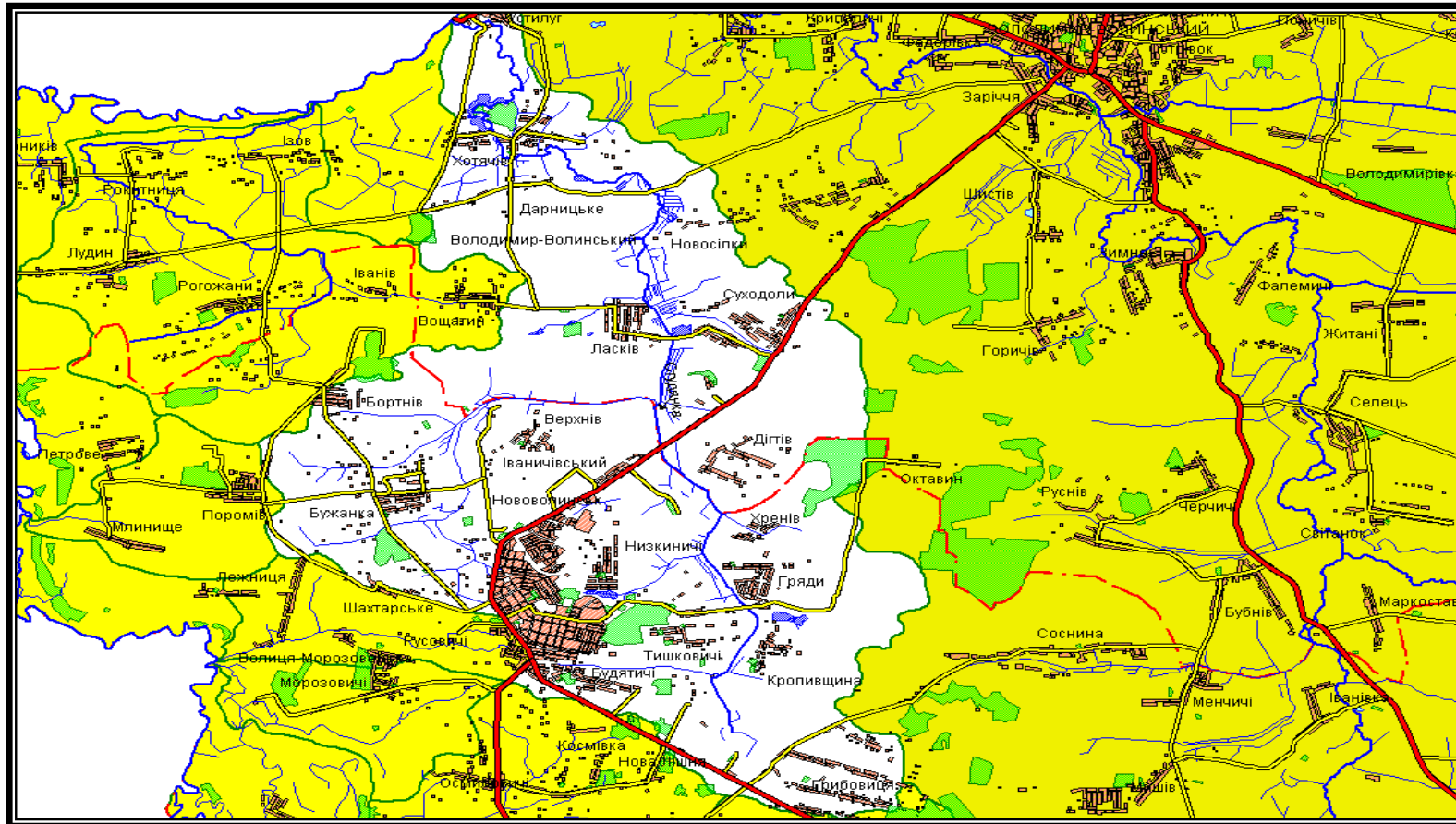
40. Nekos A., Boiaryn M., Tsos O., Netrobchuk I., Voloshyn V. Determination of the macrophyte index MIR as an indicator of water quality in the Pripet river. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology"*. 2023. № 58. С. 360–370.

41. Осадча Н. М. Адаптація системи моніторингу поверхневих вод державної гідрометеорологічної служби МНС України до положень Водної Рамкової Директиви ЄС. *Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту*. К. : 2008. С. 146–161.
42. Паламарчук М. М., Закорчева Н. Б. Водний фонд України. Довідковий посібник. К. : Ніка-Центр, 2001. 388 с.
43. Паламарчук М. М., Ревера О. З. Нове життя малих річок. К., 1991. 208 с.
44. Паспорт річки Студянки. Басейнове управління річок Західного Бугу та Сяну. Луцьк, 2008. 51 с.
45. Регіональний офіс водних ресурсів у Волинській області. Офіційний сайт. URL: <https://vodres.gov.ua/> (дата звернення: 20.11.2024).
46. Цьось О. О. Екологічна оцінка якості поверхневих вод річки Цир за категоріями. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2017. № 1–2. С. 71–76.
47. Яцик А. В., Гопчак І. В. Екологічна оцінка стану поверхневих вод Волинської області та нормування їх якості. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. К. : ВГЛ Обрій, 2006. № 10. С. 129–135.
48. Яцик А. В., Гопчак І. В. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод Волинської області. *Водне господарство України*. 2007. № 2. С. 20–24.
49. Яцик А. В. Методичне керівництво із розрахунку антропогенного навантаження і класифікація екологічного стану басейну малих річок України. К., 1992. 41 с.
50. Яцик А. В., Гопчак І. В. Методичні вказівки до виконання практичних занять «Розрахунок антропогенного навантаження і оцінка екологічного стану басейну малої річки» з навчальної дисципліни «Основи басейнового управління водогосподарськими системами». Рівне: НУВГП. 2012. 27 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/1136/1/075-117.pdf>

ДОДАТКИ

Додаток А

Схема басейну р. Студянки*

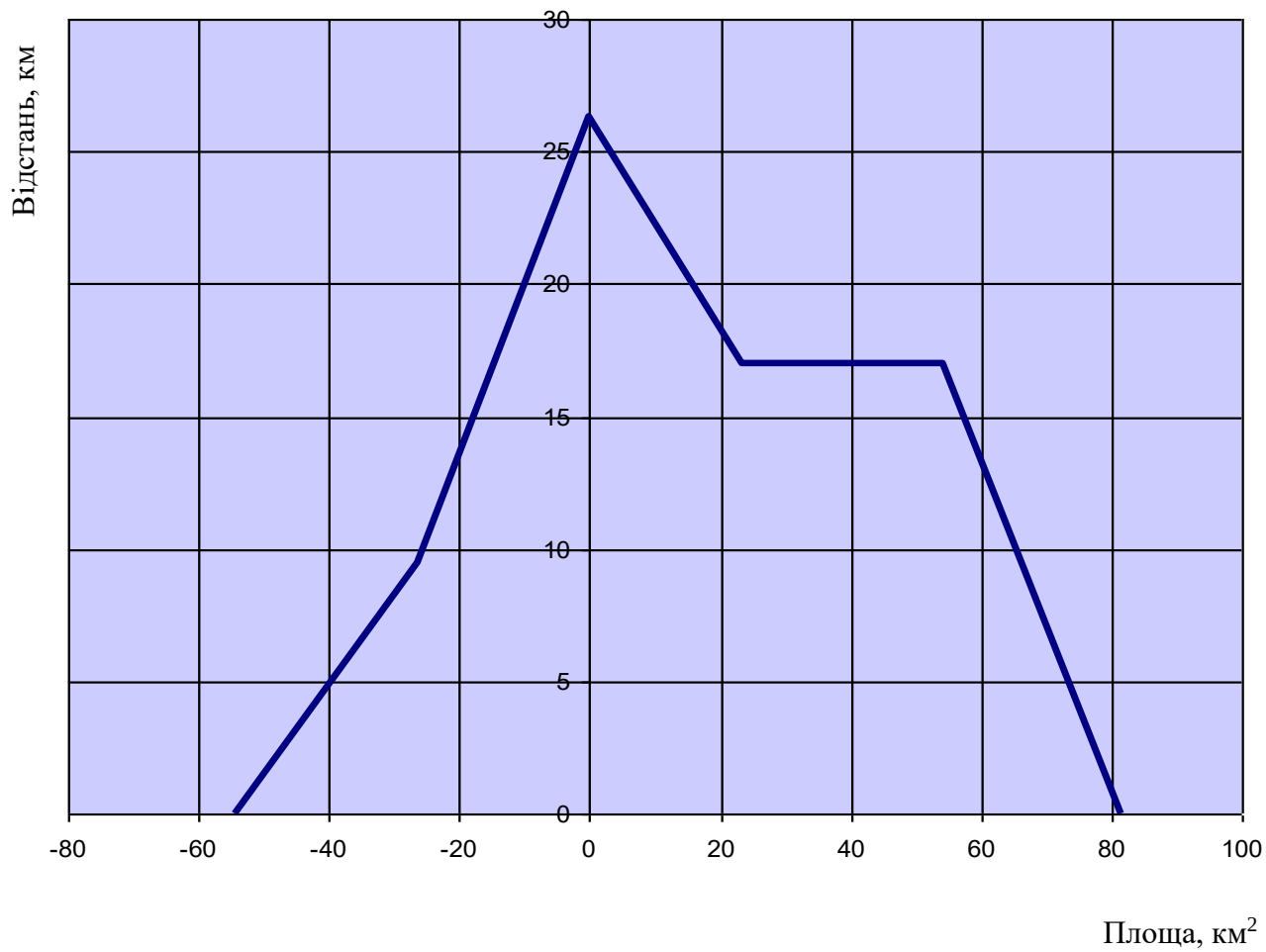


Умовні позначення

- басейни річок
- межі районів
- річки
- межа басейну р.Західний Буг
- дороги
- автошляхи
- населені пункти
- озера
- ліси
- струмки та канали
- ставки

*Джерело: [44].

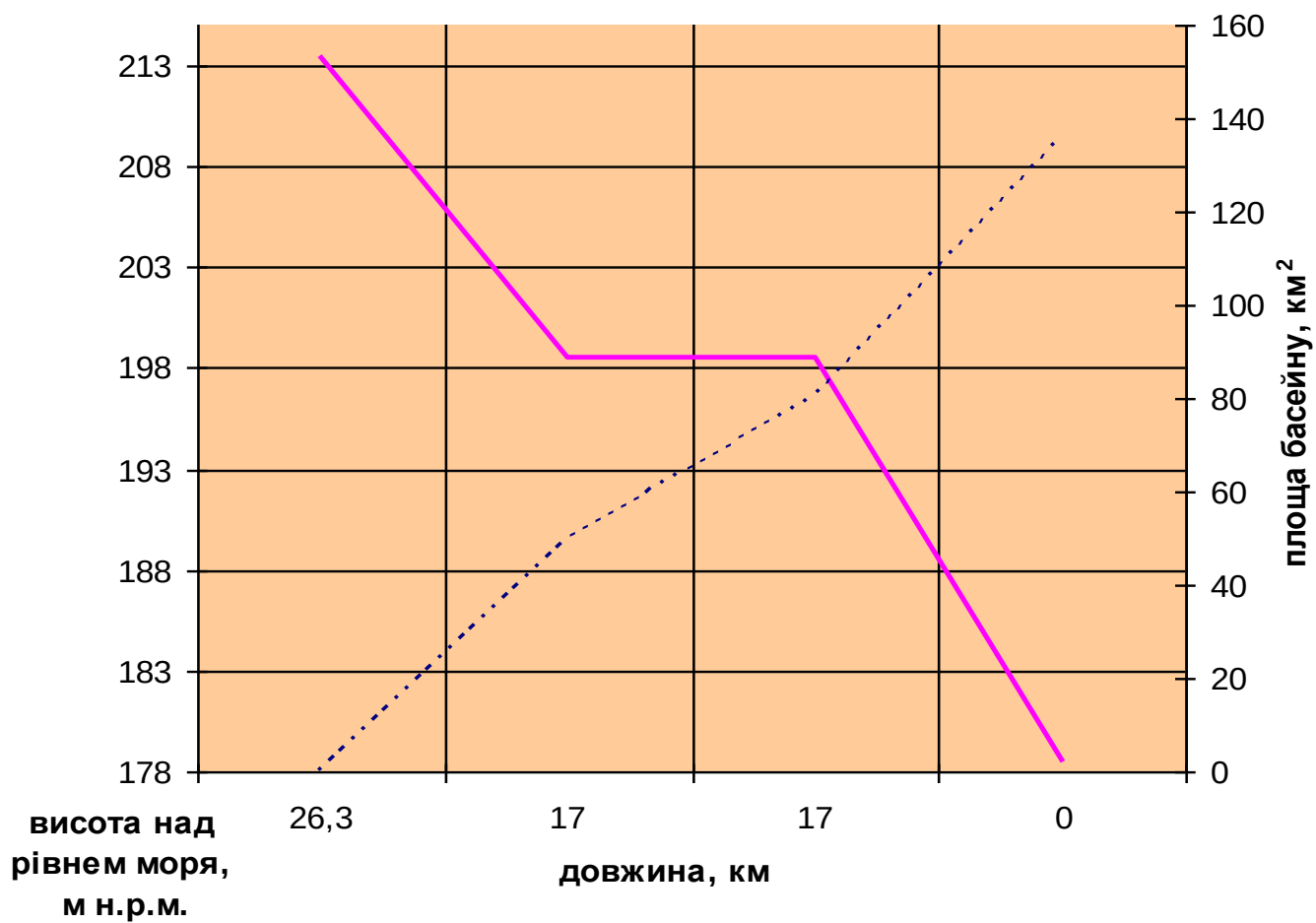
Графік наростання площі водозбору річки Студянки*



*Джерело: [44].

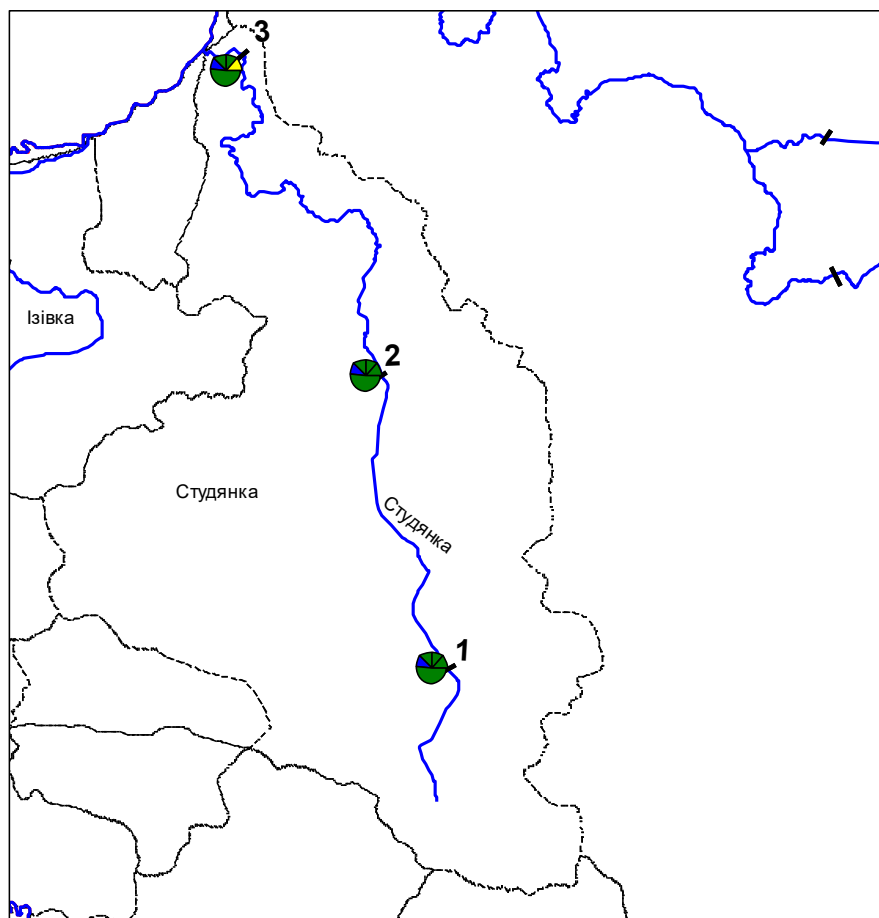
Додаток В

Поздовжній профіль річки Студянки*

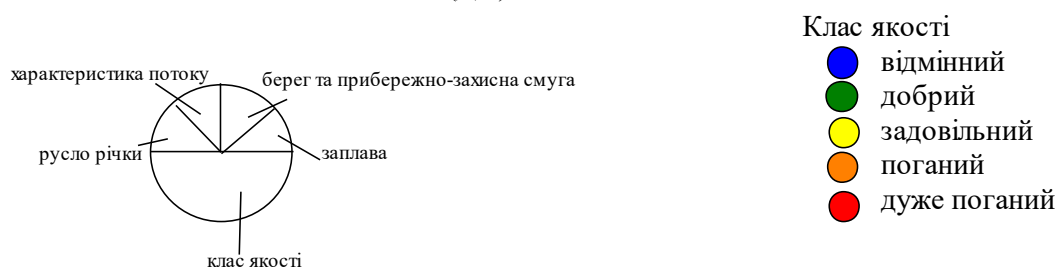


*Джерело: [44].

Оцінка гідроморфологічної якості басейну річки Студянки*



2 - ділянка обстеження (ДО)



*Джерело: [44].

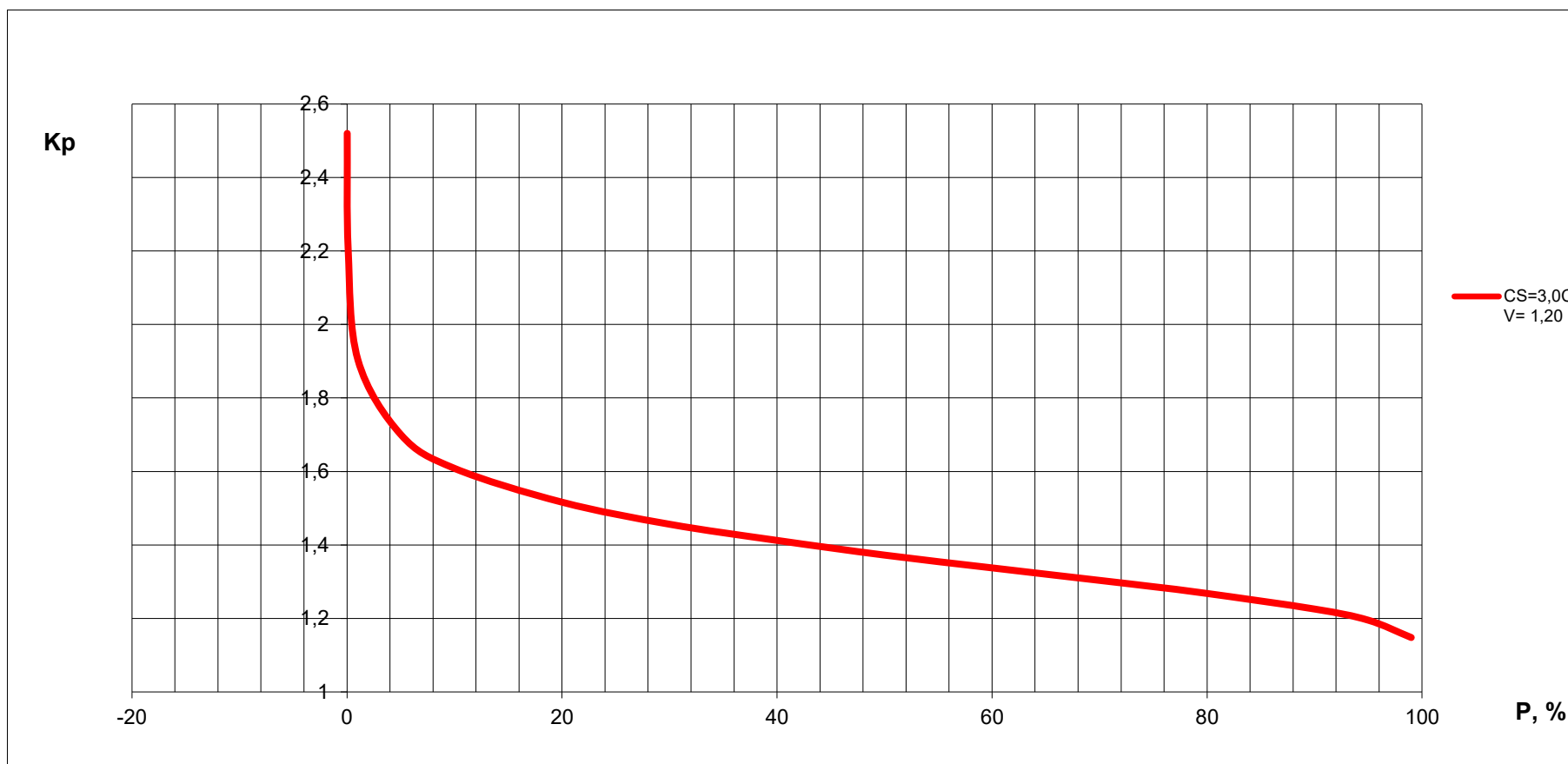
Додаток К

Розрахунок ординат теоретичної кривої забезпеченості річних витрат води
(р. Студянка, впадіння в р. Західний Буг, $C_V=0,40$)*

Забезпеченість	0,01	0,1	1	5	10	20	30	40	50	60	70	75	80	90	95	99
$C_S = 3,0 \quad C_V = 1,20$																
Φ	3,800	3,010	2,260	1,750	1,520	1,290	1,140	1,030	0,930	0,843	0,758	0,715	0,669	0,563	0,487	0,369
$\Phi \cdot C_V$	1,520	1,204	0,904	0,700	0,608	0,516	0,456	0,412	0,372	0,337	0,303	0,286	0,268	0,225	0,195	0,148
$K_p = \Phi \cdot C_V + 1$	2,520	2,204	1,904	1,700	1,608	1,516	1,456	1,412	1,372	1,337	1,303	1,286	1,268	1,225	1,195	1,148

*Джерело: [44].

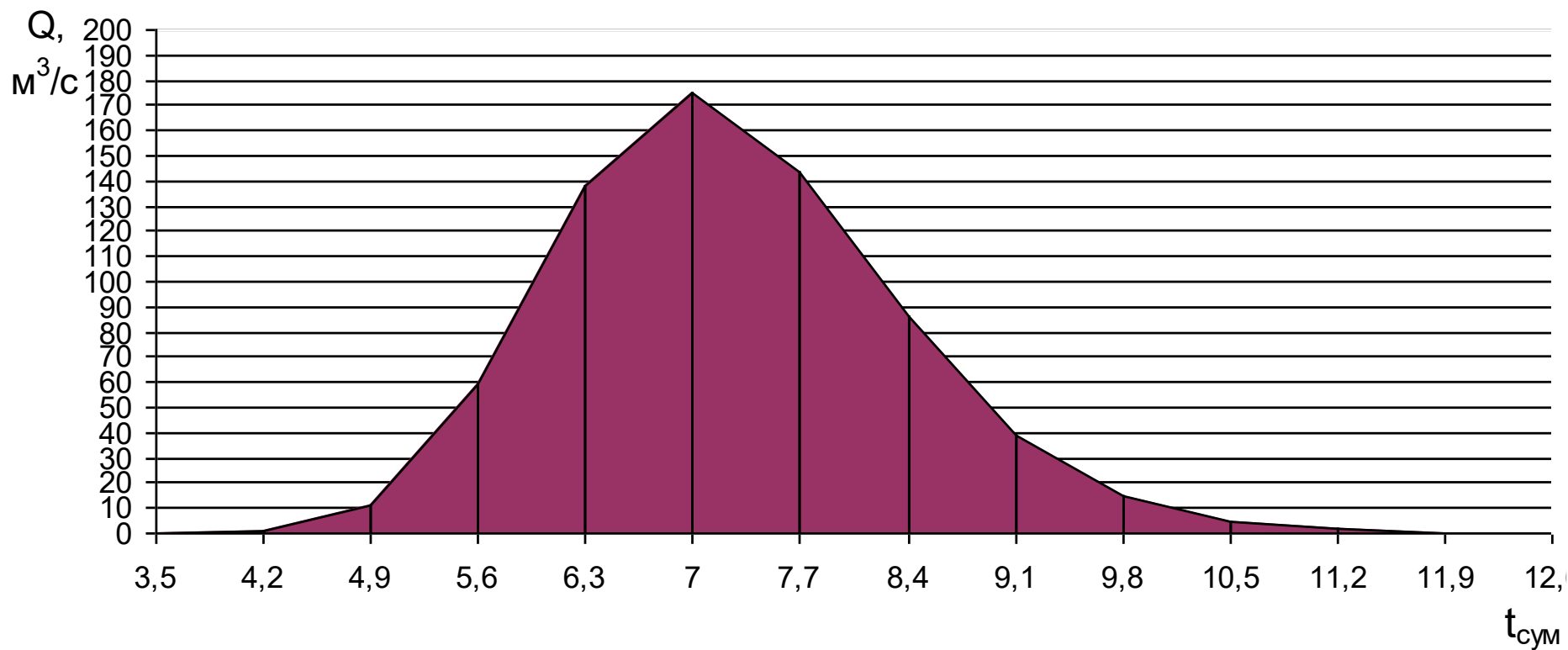
Теоретична крива забезпеченості*



*Джерело: [44].

Додаток М

Гідрограф стоку повені 1 % забезпеченості р. Студянка при впадінні в р. Західний Буг*



*Джерело: [44].