

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка
Факультет географічний
Кафедра геоекології та гідрології

Кваліфікаційна робота
ЕКОЛОГІЧНА СИТУАЦІЯ В БАСЕЙНІ РІЧКИ ЖИРАК:
ОЦІНЮВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ

Спеціальність 101 Екологія
Освітня програма «Екологія»

Здобувача другого (магістерського)
рівня вищої освіти:
Бадьори Сергія Васильовича

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:
кандидат географічних наук, доцент
Янковська Любов Володимирівна

РЕЦЕНЗЕНТ:
кандидат географічних наук, доцент
Гулик Сергій Володимирович

Тернопіль – 2025

АНОТАЦІЯ

Бадьора С.В. Екологічна ситуація в басейні річки Жирак: оцінювання та моделювання. Магістерська робота. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2025. 45 с.

Річка Жирак – права притока річки Горинь, довжина – 30 км, площа басейну – 561 км². Аналіз геоecологічних проблем природокористування басейну річки Жирак показав, що основними проблемами є розбалансованість структури землекористування та забруднення вод. Розораність басейну становить 74%, лісистість – 5%, частка природних угідь у басейні річки складає 21%.

На основі аналізу статистичних даних Державного агентства водних ресурсів України, встановлено, що у басейні річки Жирак за 2024 рік було забрано із природних водних об'єктів 7,5 млн. м³ води, використано 5,9 млн. м³ свіжої води. У поверхневі водні об'єкти басейну, за рік, було скинуто 5,8 млн. м³ стічних вод. Розрахований коефіцієнт антропогенного навантаження басейну річки Жирак становить 0,138 або 14 балів, що дозволяє віднести досліджувану територію до антропогенно трансформованих ландшафтно-басейнових систем.

Ключові слова: річка Жирак, забруднення, антропогене навантаження, оптимізаційна модель.

SUMMARY

Badora S. V. Environmental Situation in the Zhirak River Basin: Assessment and Modeling. Master's work. Ternopil: Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, 2025. 45 p.

The Zhirak River is a right tributary of the Horyn River, with a length of 30 km and a basin area of 561 km². An analysis of the geoecological problems of natural resource use in the Zhirak River basin showed that the main problems are the imbalance of the land use structure and water pollution. The basin is 74% ploughed, with about 5% forest cover, 21% of natural areas in the river basin.

Based on the analysis of statistics from the State Agency of Water Resources of Ukraine, it was found that in 2024, 7.5 million m³ of water was withdrawn from natural water bodies of the Zhirak River basin, and 5.9 million m³ of fresh water was used. Over the year, 5.8 million m³ of wastewater was discharged into the basin's surface water bodies. The calculated anthropogenic load coefficient for the Zhirak River basin is 0.138 or 14 points, which allows the studied territory to be classified as an anthropogenically transformed landscape-basin system.

Key words: Zhirak River, pollution, anthropogenic load, optimization model.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	6
1.1. Понятійно-термінологічна система дослідження.....	6
1.2. Методи гідроекологічних досліджень малих річок.....	10
Висновки до розділу 1.....	14
РОЗДІЛ 2. ГІДРОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ РІЧКИ ЖИРАК.....	15
2.1. Природно-кліматичні умови басейну річки Жирак.....	15
2.2. Гідрометричні параметри річки Жирак.....	19
2.3. Особливості земле- та водокористування у басейні річки Жирак....	23
Висновки до розділу 2.....	27
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА АНТРОПОГЕННОГО НАВАВАНТАЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ БАСЕЙНУ РІЧКИ ЖИРАК.....	28
3.1. Оцінка антропогенного навантаження басейну річки Жирак.....	28
3.2 Обґрунтування оптимізаційної моделі землекористування басейну річки Жирак.....	30
Висновки до розділу 3.....	35
ВИСНОВКИ.....	36
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	38
ДОДАТКИ.....	42

ВСТУП

Актуальність теми. Відповідно до наукових даних, річкова мережа Тернопільської області включає дві великі річки (Дністер і Горинь), п'ять середніх (Збруч, Серет, Стрипа, Золота Липа, Іква) та п'ять малих (Нічлава, Гнізна, Гнила, Коропець, Джурин) [5, с. 221]. У межах області також налічується понад 15 дуже малих річок (потоків довжиною до 50 км), які течуть лише під час танення снігу чи інтенсивних дощів. Ці водотоки майже не досліджуються науковцями, хоча більшість з них вже пересохли, а ті, що ще мають воду, перебувають у поганому екологічному стані. Незважаючи на це, такі малі струмки відіграють важливу роль у поповненні вод великих і середніх річок, виконують господарські функції та слугують показниками геоекологічного стану території. Через брак або застарілість статистичних даних щодо цих потоків, їх вивчення є актуальним і важливим як з наукової, так і з практичної точки зору.

Тому **об'єктом** нашого дослідження обрано річку Жирак, **предметом** – гідрологічні та гідрометричні параметри річки Жирак, структура земле- і водокористування у басейні річки. **Метою** дослідження є визначення основних гідрометричних параметрів річки Жирак, оцінка антропогенного навантаження і розробка оптимізаційної моделі її басейну.

Відповідно до мети, передбачається виконання наступних **завдань**:

- узагальнити та систематизувати поняттєво-термінологічну систему та методику дослідження малих річок;
- проаналізувати природно-кліматичні особливості басейну р. Жирак;
- розрахувати основні гідрометричні параметри річки Жирак;
- проаналізувати структуру земле- і водокористування басейну річки Жирак;
- оцінити рівень антропогенного навантаження та розробити оптимізаційну модель землекористування басейну річки Жирак;

Наукова новизна роботи полягає у тому, що вперше:

- розраховано гідрометричні параметри річки Жирак та її басейну: коефіцієнт звивистості річки, модуль стоку, об'єм стоку, середню ширину і похил басейну, лісистість басейну, коефіцієнт асиметрії басейну;
- проаналізовано структуру земле- і водокористування басейну річки Жирак;
- оцінено антропогенне навантаження та розроблено оптимізаційну модель землекористування басейну річки Жирак.

Практичне значення. Результати дослідження мають важливе прикладне значення, оскільки можуть бути використані для подальших напрямків оптимізації природокористування у басейні річки Жирак, а також реалізації Програми охорони навколишнього природного середовища у Тернопільській області на 2021-2027 роки. Визначенні у роботі гідрометричні параметри річки Жирак повинні бути використані при оновленні статистичних даних про малі річки Тернопільської області та розробці паспорта водотоку.

Матеріали і методи дослідження. Теоретико-методологічною основою дослідження є фундаментальні положення антропогенної гідрології, геоекології, географічного краєзнавства та регіонального моніторингу водних систем тощо. У дослідженні використано такі методи: узагальнення та систематизація, статистичний, описовий, оцінювання, геоінформаційний, гідрохімічний та геоекологічний аналіз.

Структура та обсяг роботи. Повний обсяг магістерської роботи становить 43 сторінки друкованого тексту, у тому числі основна частина – 40 сторінок. Робота містить 4 таблиці, 11 рисунків і 3 додатки. Список використаних джерел складається із 41 найменування.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Понятійно-термінологічна система дослідження

Поняттєво-термінологічна система становить фундамент теоретико-методологічного осмислення будь-якого наукового об'єкта. Вона включає впорядкований, логічно структурований і взаємопов'язаний набір понять, категорій, термінів, ознак, принципів, законів, закономірностей, аксіом, а також методів, методик і методологій, які застосовуються для його дослідження. Зміст наукових понять і категорій визначається через наукознавчий аналіз їхнього значення та функціональної ролі. У землезнавчих науках це конкретизується у вигляді матеріальних об'єктів – геосфер, ландшафтів та процесів, що в них відбуваються [35].

У нашому дослідженні центральне місце посідають такі ключові категорії: річка, мала річка, басейн малої річки та їхні гідрометричні характеристики. За визначенням В. К. Хільчевського, *річка* – це водний потік, що рухається природним руслом і поповнюється за рахунок поверхневого та підземного стоку з власного водозбору. До категорії річок, як правило, відносять лише постійні й відносно великі водотоки, площа басейну яких становить не менше ніж 50 км².

Поверхневі водотоки поділяються на постійні й тимчасові – це залежить від їхніх розмірів та фізико-географічних умов. Постійні водотоки мають стійку течію апродовж усього року або значної його частини, тоді як тимчасові існують лише обмежений період. У більшості випадків річки характеризуються постійною течією, проте в умовах посушливих регіонів вони можуть пересихати, а в умовах суворих зим – повністю замерзати [10, с. 10].

Кожна річка починається витком і завершується гирлом. У великих річок прийнято розрізняти три основні ділянки: верхню, середню та нижню течії. Такий поділ здійснюється з урахуванням орографічних особливостей рельєфу, водності потоку, швидкості течії та інших гідрологічних характеристик. Річки можуть впадати в моря, океани або озера. Водотік, що безпосередньо впадає в один із цих водних об'єктів, вважається головною річкою, а всі інші потоки, що

впадають у неї, її притоками. Сукупність усіх річок, які через головну річку здійснюють стік води до моря, океану чи озера, утворює *річкову систему* або *річкову мережу* [11, с. 79].

Річкову систему характеризують такі основні показники, як довжина річок, ступінь їхньої звивистості та щільність (густота) річкової мережі. Загальна довжина річкової системи визначається як сума довжин усіх водотоків, що до неї входять. Довжину окремої річки вимірюють уздовж її русла – від витoku до гирла. Ступінь звивистості річки оцінюється за допомогою коефіцієнта звивистості, який обчислюється як відношення фактичної довжини русла на певній ділянці до прямої відстані між її початком і кінцем. Щільність річкової мережі визначається коефіцієнтом густоти – це співвідношення загальної довжини всіх водотоків у межах певної території до площі цієї території [11, с. 81].

Територія, що охоплює всю річкову мережу й відокремлена від сусідніх річкових систем вододільними лініями, називається басейном цієї річкової системи. *Вододіл* – це умовна лінія на земній поверхні (або підземна межа), яка розділяє напрямки стоку атмосферних опадів на різні схили. Ділянка суходолу, з якої річкова система збирає воду, іменується *водозбором*. У більшості випадків межі річкового басейну й водозбору збігаються, проте іноді площа водозбору може бути меншою за загальну площу басейну [11].

Кожен річковий басейн характеризується певним набором морфометричних параметрів, серед яких – *площа, довжина, середня та максимальна ширина, похил* та інші показники. *Площа басейну* визначається як територія, обмежена вододільною лінією. *Довжина басейну* – це найкоротша пряма відстань від гирла річки до найвіддаленішої точки всередині його меж. Середню ширину обчислюють як частку відділення площі басейну на його довжину [11, с. 83].

За розмірами та водністю річки поділяють на *малі, середні й великі*. *Малою річкою* вважають постійний водотік, чий басейн повністю розташований у межах однієї фізико-географічної зони і отримує часткове підземне живлення. Формування річного стоку малих річок залежить не лише від зональних, а й від азональних та інтразональних чинників. До

категорії малих річок належать водотоки завдовжки від 10 до 100 км, площею водозбору від 50 до 2000 км² та середньою витратою води до 5 м³/с. Водотоки з площею водозбору менше 50 км² зазвичай класифікують як струмки [10, с. 12].

В Україні налічується більше 63 тис. річок та природних водотоків, загальною довжиною 135,8 тис. км, з них близько 60 тис. (95%) малих річок (довжиною менше 10 км). Кількість річок довжиною від 10 до 25 км в Україні нараховується понад 1700, довжиною від 25 до 100 км – 770, від 100 до 200 км – 81, від 200 до 500 км – 28 та великих річок довжиною більше 500 км – 15 [10, с. 59].

У Тернопільській області налічується близько 1400 річок та природних водотоків, загальною довжиною понад 6066 км, але переважають річки, довжина яких менше 10 км та водотоки 10-25 км. Згідно класифікації у Тернопільській області є дві великі річки – Дністер і Горинь; п'ять середніх – Збруч, Серет, Стрипа, Золота Липа, Іква; п'ять малих – Нічлава, Гнізна, Коропець, Гнила, Джурин та понад 15 малих річок (потоків довжиною менше 50 км) до яких належать – Ценіївка, Бариш, Восушка, Вільховець, Грабенка, Дупла, Гніздечна, Стрілка, Циганка, Вілія та інші [5, с. 221].

Малі річки відрізняються від середніх і великих не лише розмірами, довжиною та площею басейну, а й інтенсивністю біологічних процесів, які на них впливають. У великих річках гідрологічний і гідрохімічний режими, а також екологічний стан значною мірою визначаються кліматичними умовами та процесами, що відбуваються безпосередньо в руслі й заплаві, зокрема гідрологічними, хімічними та механізмами самоочищення [36].

Натомість у малих річок якість води напряму залежить від стану водозбірної території та характеру природних і антропогенних процесів на суходолі в межах їхніх басейнів. Саме малі річки мають ключове значення для формування водного об'єму, гідрохімічного режиму та якості води середніх і великих річок, а також впливають на структуру природних ландшафтів. У той же час їхнє функціонування тісно пов'язане з загальним станом регіональних ландшафтних систем, що свідчить про взаємну залежність між ними [36].

Завдяки невеликим розмірам малі річки характеризуються не лише відносно маловодністю, а й специфікою гідрологічного режиму: він є значно менш стабільним і регулярним порівняно з режимом середніх і великих річок. Навіть короточасна злива може спричинити раптове підвищення рівня води у вигляді дощового паводку. Навпаки, у посушливі періоди, особливо коли кілька тижнів не випадає опадів, такі річки можуть частково або повністю пересихати [25].

У межах кожного річкового басейну виділяють *річкову долину* та її ключові складові: *русло, заплаву й тераси*. *Річкова долина* – це витягнута, відносно неглибока улоговина рельєфу, яка сформувалася під тривалим впливом водного потоку. Її розміри зумовлені обсягом річкового стоку, який, у свою чергу, залежить від площі та природних характеристик басейну. *Русло* – це ерозійна западина, створена водотоком і постійно заповнена водою. *Заплава* – це частина долини, яка періодично затоплюється під час паводків або підйомів рівня води. *Річкові тераси* – це східчасті рельєфні форми, розташовані вздовж одного або обох берегів долини. Межу між схилами річкової долини та навколишньою територією називають *брівкою* [11].

Формування твердого стоку визначається низкою ключових чинників: ступенем еродованості річкового басейну, глибиною врізання річкових долин, режимом опадів, а також наявністю природного чи штучного регулювання водного стоку. Сукупний вплив цих факторів обумовлює середньорічну мутність води, яка може коливатися від кількох до сотень, а іноді й тисяч грамів на кубічний метр. У великих річках, як правило, спостерігається зменшення мутності та обсягу твердого стоку, що пояснюється пологішими схилами їхніх водозборів і обмеженою здатністю потоку переносити уламковий матеріал [11].

Основними параметрами, що характеризують річкову воду, є її хімічні, біологічні та фізичні властивості. Вони залежать від типу господарської діяльності та форм природокористування, що здійснюються на території басейну. Ці показники визначають умови існування гідробіоценозів і рівень придатності води для різних цілей використання. Для оцінки її якості застосовують гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин та

загально-санітарні критерії. Вимоги до якості води встановлюються окремо для господарсько-питного, культурно-побутового та рибогосподарського використання [13].

Режим річки – це сукупність закономірних змін у її гідрологічних характеристиках впродовж року, зокрема коливання витрати води, рівня води та температури. Цей режим значною мірою визначається типом живлення річки. У річковому режимі виділяють три основні періоди, що характеризуються повторюваними рівнями води: *межень*, *повінь* і *паводок*.

Межень – це період найнижчого рівня води в річці, коли витрата дуже мала, а основним джерелом живлення є підземні води. У помірних широтах розрізняють літню та зимову межень. Літня межень обумовлена інтенсивним випаровуванням та поглинанням води ґрунтами, тоді як зимова межень виникає через відсутність поверхневого стоку [11].

Повінь – тривалий і значний підйом рівня води, який щорічно повторюється в певний сезон і супроводжується затопленням заплави. Саме в цей період річка досягає максимальної водності, і на нього припадає основна частина річного стоку. Повені зазвичай спричинені весняним (або літнім у гірських районах) таненням снігу та льоду, а іноді – тривалими дощами в теплу пору року [11].

Паводок – раптове, але короткотривале підвищення рівня води, яке виникає нерегулярно й не має чітко вираженої сезонності. Найчастіше паводки спричиняються інтенсивними зливами [11].

1.2 Методика гідроекологічних досліджень малих річок

Для виконання роботи був використаний такий алгоритм дослідження (рис. 1.1).

Перший етап дослідження передбачав збір інформації шляхом аналізу наукової літератури (у тому числі енциклопедичних видань), картографічних матеріалів, а також збору статистичних даних щодо морфометричних характеристик річки Жирак та особливостей природних умов її басейну [40].

На наступному етапі, вивченні природних умов річкового басейну, застосовувався класичний підхід фізико-географічного аналізу території. Він охоплював такі компоненти, як геологічна будова й рельєф, гідрогеологічні умови, кліматичні особливості, гідрографічна та гідрологічна характеристика, а також структура ґрунтового покриву, флора, фауна й ландшафтні комплекси басейну [1].



Рис. 1.1. Блокова модель алгоритму дослідження малої річки

Другий етап дослідження – польові роботи. У гідрології та екології польові методи відіграють ключову роль. Історично це був перший спосіб

пізнання природних закономірностей, і сьогодні жодне серйозне гідрологічне дослідження не обходиться без проведення або врахування результатів польових спостережень [40].

Польові дослідження поділяються на експедиційні та стаціонарні. Експедиційні передбачають відносно короткотривалі виїзди (від кількох днів до кількох років) до водних об'єктів – океанів, льодовиків, річок, озер – для збору первинної інформації. Стаціонарні дослідження, навпаки, базуються на тривалих (зазвичай багаторічних) спостереженнях, які здійснюються у фіксованих точках – на гідрологічних станціях або постах. Найчастіше в гідрологічних дослідженнях застосовують комбінацію обох підходів [1].

У цій роботі було задіяно експедиційний метод: здійснено маршрутне обстеження річки Жирак від витoku до гирла. Це дозволило уточнити її морфометричні параметри, оцінити фізичні властивості води (зокрема прозорість, мутність, кольоровість тощо) та зібрати дані щодо екологічного стану річкового басейну.

Третій етап дослідження – обробка й аналіз отриманих даних є завершальним етапом наукової роботи. На цьому етапі здійснюється розрахунок ключових морфометричних характеристик річкової долини, зокрема коефіцієнтів звивистості й розгалуженості русла, а також густоти річкової мережі [40].

Окрему увагу приділено аналізу фізико-географічних особливостей басейну річки: ступеня лісистості, заболоченості, асиметрії басейну. Також досліджено динаміку основних гідрологічних параметрів річки у контексті кліматичних змін, а також виявлено екологічні проблеми у її долині та встановлено причини їх виникнення [40].

Для обчислення швидкості течії річки використовуємо формулу:

$$V = \frac{S}{t} (1)$$

Де V – швидкість течії річки; S – відстань; t – час [11].

Для обчислення витрати води використовуємо формулу:

$$Q = F \times v \quad (2)$$

де, Q – витрата води; F – площа живого перерізу; v – середня швидкість течії для всього живого перерізу [11].

Для обчислення об'єму стоку використовуємо формулу:

$$W = Q \times T \quad (3)$$

де W – об'єм стоку; Q – витрата води; T – час за відповідний період [11].

До морфологічних характеристик річки та її системи належать коефіцієнт звивистості, ступінь розгалуженості русла та коефіцієнт густоти річкової мережі. Серед фізико-географічних характеристик басейну річки виділяють лісистість, заболоченість, а також асиметрію басейну, яку кількісно виражають через коефіцієнт асиметрії [11].

Коефіцієнт звивистості ($K_{зв}$) – це відношення довжини ріки (L) до найкоротшої віддалі (l) між витком і гирлом. Найкоротша віддаль між витком і гирлом вимірюємо по прямій лінії за допомогою лінійки. Довжину річки можна визначити трьома способами: за допомогою циркуля-вимірювача, змоченої нитки і курвіметра. Довжина ріки вимірюється тричі і береться середнє значення [23].

$$K_{зв} = L \setminus l \quad (4)$$

Коефіцієнт густоти – це відношення суми довжин всіх рік (ΣL) до площі басейну (F) [11].

$$D = \Sigma L \setminus F \quad (5)$$

Коефіцієнт розгалуженості ріки – це відношення суми довжин всіх рік басейну (ΣL) до довжини основної річки (L) [23].

$$K_{розг.} = \Sigma L \setminus L \quad (6)$$

Коефіцієнт залісеності басейну визначається за формулою:

$$K = f \setminus F \cdot 100\% \quad (8)$$

де K – коефіцієнт залісеності; f – площа, зайнята лісом; F – загальна площа басейну. За допомогою палетки і топографічної карти визначаємо площу лісів. $S = (m+n \setminus 2) \cdot e^2$ (5), де m – цілі квадрати, n – не цілі квадрати, e^2 – лінійна одиниця [23].

Висновки до розділу 1

Понятійно-термінологічна база кваліфікаційного дослідження включає ключові категорії та поняття, такі як річка, річкова система, басейн річки, водозбір, річкова долина, русло, тераса, заплава тощо. Основним методологічним підходом до аналізу річкових систем є басейновий підхід. Згідно з методикою гідрометричних досліджень, до ключових характеристик річки належать довжина, ширина та глибина русла, похил і падіння, а також коефіцієнти звивистості й розгалуженості річкової системи. Серед морфометричних параметрів річкового басейну виділяють площу, довжину, середню ширину, похил та коефіцієнт асиметрії.

Робота була організована у три послідовні етапи: збір інформації – опрацювання наукової літератури (у тому числі енциклопедичних джерел) і картографічних матеріалів, а також збір статистичних даних щодо морфометричних характеристик річки Жирак та особливостей природних умов її басейну; польові (експедиційні) дослідження – маршрутне обстеження річки від витoku до гирла з метою уточнення морфометричних параметрів, оцінки фізичних властивостей води (прозорість, мутність, кольоровість тощо) та збору інформації про екологічний стан басейну; обробка й аналіз отриманих результатів – розрахунок морфометричних характеристик річкової долини (зокрема коефіцієнтів звивистості, розгалуженості, густоти річкової мережі), аналіз фізико-географічних особливостей басейну (лісистість, заболоченість, асиметрія), дослідження динаміки гідрологічних показників у контексті кліматичних змін, а також виявлення екологічних проблем у долині річки та причин їх виникнення.

РОЗДІЛ 2

ГІДРОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ РІЧКИ ЖИРАК

2.1. Природно-кліматичні умови басейну річки Жирак

Річка Жирак – права притока річки Горинь (басейн Дніпра). Протікає територією Лановецької міської територіальної громади Кременецького району Тернопільської області. Довжина річки становить 30 км, площа басейну – 561 км². Витік річки знаходиться біля села Шили, звідки вона спрямовується на північний схід і впадає в Горинь поблизу західної околиці села Грибова (рис. 2.1), розташованого на північний схід від міста Ланівці. Похил річки дорівнює 2,4 м/км. Заплава двостороння, значною мірою заболочена, завширшки до 100 м. Живлення річки – мішане, з переважанням снігового компоненту [24].



Рис. 2.1. Річка Жирак в середній течії (фото автора)

Оскільки басейн річки Жирак розташований у західній частині Подільської височини, для цієї території характерні такі ландшафтні типи: неглибокі річкові долини із широкими, значно заболоченими заплавами;

низькі тераси, де поширені чорноземно-лучні та звичайні чорноземи; пологі й спадисті придолінні схили, що формуються на опідзолених і еродованих чорноземах; придолінні схили на лесовидних суглинках, частково вкриті дубово-грабовою рослинністю та розвиненими на еродованих чорноземах і сірих лісових ґрунтах; хвилясті межиріччя, складені потужними шарами лесовидних суглинків, які переважно зайняті опідзоленими та звичайними чорноземами; плоскі плакорні ділянки, утворені легкосуглинистими породами з багатим різнотрав'ям на глибоких малогумусних чорноземах, де раніше зустрічалось чимало, хоча й невеликих, озер і боліт [5].

Геологічна будова басейну річки Жирак включає породи трьох основних геологічних ер – палеозойської, мезозойської та кайнозойської, які залягають майже горизонтально [24].

У межах досліджуваного басейну палеозой представлений відкладами кембрію, ордовику, силуру та девону. Найбільш поширеними є девонські породи, які утворюють потужну й літологічно однорідну карбонатно-глинисту серію морського походження. Нижньодевонські формації складаються з товщі алевролітів, чорних аргілітів, алевритистих аргілітів і глин, а також кавернозних доломітів з прошарками вапняків, гіпсів і аргілітів.

Крейдова система на досліджуваній території представлена відкладами нижнього й верхнього відділів. Проте їх поширення є нерівномірним, фрагментарним і геологічно неоднорідним. Ці породи займають лише невеликі ізольовані ділянки, що збереглися після пізньоальпійської регресії.

Четвертинні відклади у басейні річки Жирак поширені найширше – вони майже суцільним покривом перекривають корінні породи. Їхня потужність варіює, а літологічний склад є різноманітним і змінним. За віком серед четвертинних утворень розрізняють плейстоценові та голоценові відклади [24].

Басейн річки Жирак належить до Волино-Подільського артезіанського басейну і відрізняється наявністю розвиненої системи водоносних горизонтів із великими запасами підземних вод. У північній частині басейну прісні

підземні води вивчені до глибин 600-700 м, тоді як у південній – лише до 300-400 м [5].

У басейні досліджуваної річки ліси займають лише близько 5% його загальної площі. Оскільки домінуючим видом землекористування тут є сільське господарство, особливо актуальними є завдання збалансованого використання земель, а також заходи щодо запобігання площинній і лінійній ерозії на прирічкових схилах. Крім того, перспективними напрямками розвитку території вважаються промислове риборозведення та організація водної рекреації [3].

У басейні річки Жирак переважають ліси I групи. Серед основних лісоутворюючих порід виділяються дуб звичайний, ясен звичайний, граб звичайний, сосна звичайна та вільха чорна; до супутніх порід належать клен гостролистий, дуб червоний, ялина європейська та акація біла. За віковою структурою лісові насадження переважно представлені середньовіковими лісами – 86%, молодняк займає 10%, а пристигаючі й стиглі ліси – лише 4%. Щодо бонітету, найпоширенішими є ліси I класу — 38,7 %, за ними йдуть Ia (22,9 %) і II (24%). Ліси III класу становлять близько 8%, Ib - 5%, IV – 1,4%, а найменшу частку займають ліси V і Va класів бонітету. За повнотою насаджень найбільше поширені ліси із повнотою 0,6-0,8, тоді як ліси з низькою повнотою (0,3-0,4) зустрічаються найрідше [3].

Стан річкового басейну та низка морфометричних характеристик річки безпосередньо залежать від кліматичних умов регіону. Клімат у цій місцевості – помірно-континентальний, із теплим вологим літом і м'якою зимою. Середньорічні температури коливаються від -5°C у січні до $+19^{\circ}\text{C}$ у липні. Впродовж усього року, особливо влітку, переважають північно-західні та південно-західні вітри; рідше зустрічаються північні й південні. Велика кількість опадів (у середньому 550-600 мм на рік) обумовлена активним впливом атмосферних циклонів. Близько 70-75 % річної кількості опадів припадає на теплий період року. Найбільш інтенсивні дощі – з кількістю понад 10 мм за добу – найчастіше спостерігаються у травні й червні.

Максимальна добова кількість опадів становила 106 мм. З цієї кількості приблизно 84 % повертається в атмосферу через випаровування, а решта 16% формує річковий стік: з них 68 мм припадає на поверхневий стік, а 53 мм — на підземний [24].

Радіаційний баланс досліджуваної території становить 1650 МДж/м². На височинах сумарна сонячна радіація вища, ніж у низовинах, а особливо зростає на схилах південної експозиції. Середньорічна тривалість сонячного сяйва становить 1800-1900 годин, а кількість днів без сонця – у середньому 875-80 на рік, причому найбільше їх припадає на зиму – до 13-15 днів щомісяця [24, с. 143].

Атмосферна циркуляція в басейні річки Жирак обумовлена переважно західним перенесенням повітряних мас, активним проходженням циклонів і антициклонів та вираженою сезонною динамікою. Основу повітряного режиму складає континентальне повітря, однак періодично надходять трансформовані морські маси з північної частини Атлантики. Панівними є вітри західного та північно-західного напрямків, що пов'язано з особливостями загальної циркуляції атмосфери. Середня місячна швидкість вітру влітку становить 2,4-2,6 м/с, а взимку зростає до 3,5-4,3 м/с [5].

Ґрунтовий покрив басейну річки Жирак відрізняється різноманітністю і змінюється в напрямку з півночі на південь. Основну площу займають ґрунти з різним ступенем опідзолення. Найпоширенішими є опідзолені чорноземи – на них припадає близько 30% території, а власне опідзолені ґрунти – приблизно 8%. Вміст гумусу в верхньому горизонті становить у середньому 4%, що є одним із найвищих показників у регіоні. На знижених елементах рельєфу – у балкових долинах і заплавах приток річки Горинь – поширені лучні та болотні ґрунти [5, 24].

Уздовж річки Жирак розташовані місто Ланівці та десять сільських населених пунктів. Між селами Влащинці та Пахиня Кременецького району, у межах заплави річки, знаходиться ботанічний заказник місцевого значення «Заплава річки Жирак» [34].

2.2. Гідрометричні параметри річки Жирак

Під час вивчення морфометричних характеристик річки Жирак було зафіксовано такі особливості: її довжина становить 30 км, що повністю узгоджується з даними довідкових джерел, площа водозбірного басейну – 561 км². Річкова долина має трапецієподібну форму, характеризується невеликою глибиною та пологими, добре обробленими схилами. Заплава присутня з обох боків, її ширина коливається від 200 до 300 м і в окремих місцях є заболоченою. Русло річки відрізняється слабкою звивистістю, шириною 3-8 м, а в нижній течії розширюється до 10-15 м (рис. 2.2) [17].



Рис. 2.2. Долина річки Жирак (фото автора)

Долина річки Жирак має максимальну ширину 36,6 м, а середню – 26,3 м. Її басейн відрізняється незначною асиметрією (коефіцієнт асиметрії – 0,7), а похил басейну становить 0,24 м/км. Уздовж русла Жирак отримує живлення від численних приток, зокрема трьох значних – довжиною понад 10 км: Свинорийки, Буглівки та Жерді [17].

Дно річки Жирак в основному вкрите шаром мулу товщиною від 0,5

до 1 м. Замулення русла річки продовжує посилюватися, швидкість течії поступово зменшується, русло річки заростає бур'янами (рис. 2.3) [3].



Рис. 2.3. Замулення річки та «цвітіння» водойми (фото автора)

Свинорийка – права притока Жираку, протікає в Кременецькому районі Тернопільської області (рис. 2.4). Довжина річки – 13 км. Витік знаходиться поблизу села Верещаки. Далі вона спрямовується на північний схід, протікаючи через села Вишгородок, Соколівку та Жуківці, і впадає в Жирак у селі Буглівка [3].



Рис. 2.4. Річка Свинорийка (фото автора)

Буглівка – ще одна права притока Жираку, що належить до басейну Прип'яті. Її довжина – 23 км, площа водозбору – 179 км². Джерела річки розташовані поблизу сіл Печірна, Кутиска (південна околиця) та Верещаки. Основний напрямок течії – північний. Буглівка протікає через населені пункти Коростова, Буглів, Огризківці, Ванжулів, Іванківці та Оришківці, а впадає в Жирак у місті Ланівці [3, 17].



Рис. 2.5. Річки Буглівка і Жердь (фото автора)

Жердь – права притока Жираку (басейн Прип'яті), яка протікає територією Шепетівського і Хмельницького районів Хмельницької області, а також Кременецького району Тернопільської області. Загальна довжина річки – 41 км, площа водозбору – 139 км². Долина Жерді – трапецієподібна, неглибока (до 30 м), завширшки до 2,5 км, з пологими, розораними схилами. Заплава двостороння, завширшки 150-200 м, місцями заболочена. Русло звивисте, середня ширина – 4,5-5 м, похил – 1,7 м/км. Живлення мішане. Річка замерзає у грудні та скресає наприкінці березня. На її руслі створено численні ставки [3, 17].

Спостереження за фізичними властивостями води річки Жирак у літній і осінній періоди показали, що вода є напівпрозорою і містить завислі частинки, переважно зеленого відтінку. У цей час спостерігається

інтенсивне заростання русла водною рослинністю. Також відчувається неприємний болотно-гнилісний запах, який оцінюється в 4 бали за шкалою інтенсивності. Це пов'язано з розкладанням органічних решток рослин і тварин, а також із впливом стічних вод. У деяких місцях запах набуває землистого відтінку і коливається від 1 до 4 балів (рис. 2.6) [3].



Рис. 2.6. Стан води (каламутність) у річці Жирак (фото автора)

Під час зимової межені мутність води поблизу місця впадіння річки Жирак у Горинь становила 26 г/м^3 , тоді як у період весняного водопілля того самого року різко зросла до $450,5 \text{ г/м}^3$. Таке значне збільшення вказує на посилення ерозійних процесів у водозбірному басейні, зокрема в прибережній захисній смугі, яка є значно розораною [5].

Що стосується мутності та твердого стоку, то прозорість води безпосередньо залежить від місцевих фізико-географічних чинників: наявності водоохоронних зон, ступеня лісистості, типу ґрунтів, інтенсивності площинного змиву, міри заростання русла рослинністю, а також ширини й морфології заплави.

2.3 Особливості земле- та водокористування у басейні річки Жирак

Однією з найважливіших геоекологічних проблем басейну річки Жирак є розбалансованість структури землекористування. Зміни, що відбуваються на цій території, безпосередньо пов'язані зі способами використання земельних ресурсів. Надмірна розораність і низький рівень лісистості безпосередньо впливають на гідрологічний режим річки. Розширення площ під орні культури змінює ключові показники річкового стоку – такі як модуль, об'єм, шар і коефіцієнт стоку.

Обробіток схилів у межах басейну може також вплинути на морфологію русла, зокрема на падіння та похил річки. Крім того, порушення вимог водоохоронного режиму в прибережних захисних смугах, а також активне освоєння річкових долин негативно відбиваються на структурі річкової мережі, зменшуючи її звивистість і ступінь розгалуження [30].

Стан землекористування в річкових долинах є важливим індикатором сталого розвитку території, адже саме тут перетинаються економічні, соціальні та екологічні інтереси місцевих громад. Для забезпечення належного функціонування річкових екосистем господарська діяльність у їхніх басейнах має базуватися на природному потенціалі цих територій. Тому аналіз структури землекористування в прирічкових ландшафтах є необхідною умовою для збереження та відновлення екологічної рівноваги в басейнах річкових систем.

У структурі землекористування басейну річки Жирак переважають землі сільськогосподарського призначення (88%). Розораність басейну становить 74%, лісистість – 5%, частка забудованих земель – 5%, землі під водою та болотами займають 1% (рис. 2.7). Близько 12% займають пасовища, 1% – багаторічні насадження і 2% сіножаті.

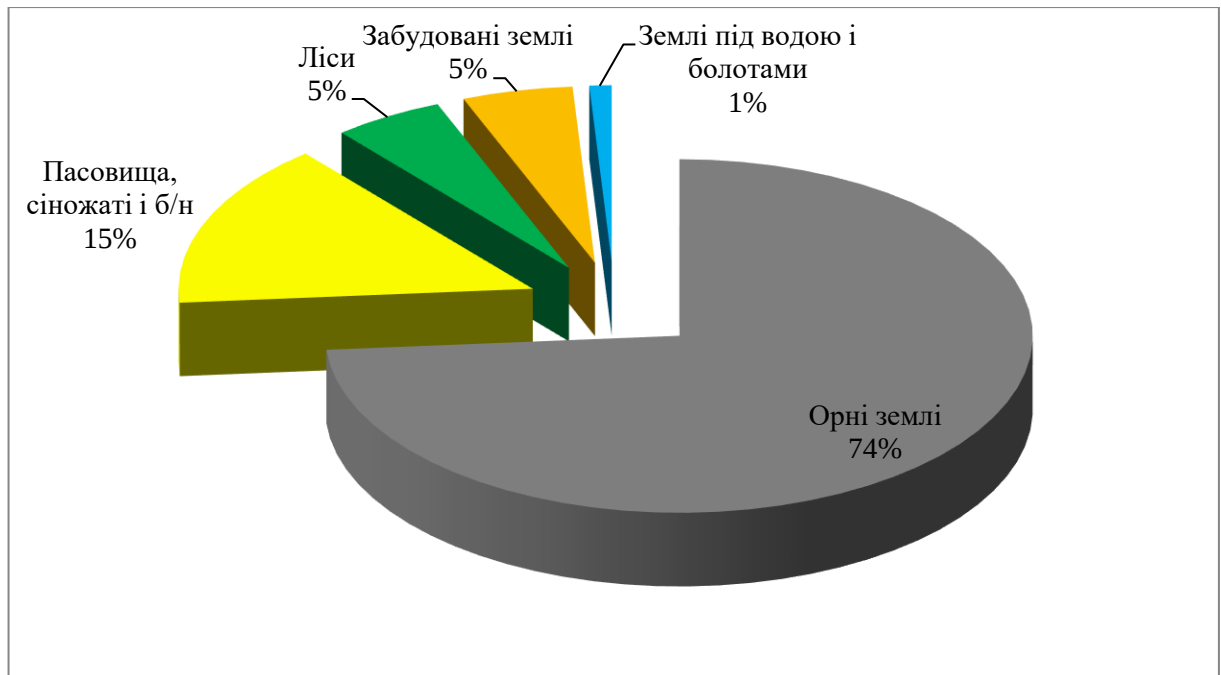


Рис. 2.7. Структура землекористування басейну річки Жирак

Геоєкологічний аналіз структури землекористування в басейні річки Жирак виявив значний дисбаланс: частка природних угідь становить лише 21%, що значно нижче рекомендованої норми у 50% [6]. Така ситуація, спричинена домінуванням орних земель та низьким рівнем лісистості, негативно впливає на киснево-вуглецеву рівновагу регіону і сприяє зростанню викидів парникових газів.

Використовуючи методику Міжурядової групи експертів з питань зміни клімату (ІРСС) [22], було оцінено внесок різних типів земельних угідь у басейні Жираку до емісії та асиміляції CO₂. На основі усереднених даних щодо впливу окремих категорій земель на кліматичні зміни (у тоннах CO₂-еквіваленту на га) (табл. 2.1) та просторового аналізу землекористування, встановлено, що досліджувана територія є емітентом парникових газів. За поточною структурою землекористування (станом на 2024 рік), землі басейну річки Жирак щорічно продукують близько 34 тисяч тонн CO₂.

Таблиця 2.1

**Оцінка впливу земельних угідь басейну річки Жирак на зміни клімату
в одиницях CO₂ еквіваленті на гектар**

Категорія земель	Коефіцієнт тон CO ₂ екв. на 1 га	Площа угідь, га	Викиди парникових газів, т
Орні землі	1,18	38 856,0	45 850,0
Пасовища і сіножаті	0,03	6900,0	210
Лісові площі	-4,78	2531,0	-12 100
Землі під водою	0,0	483	0
Забудовані землі	0,0	2151	0
Усього			33 960

Необхідність оптимізації структури землекористування в басейні річки Жирак обумовлена не лише низькою часткою природних угідь, трансформацією ландшафтів, екологічною вразливістю та інтенсивним антропогенним навантаженням, а й істотним впливом існуючої моделі землекористування на кліматичні умови регіону. Сучасний земельний устрій території щороку спричиняє викиди близько 34 тисяч тонн парникових газів, що підтверджує нагальну потребу у перегляді підходів до використання земель і зростанні площі природних екосистем.

Навіть за умов дисбалансу в структурі землекористування та посилення антропогенного тиску на басейни малих річок, особливо гострою залишається проблема збереження й раціонального використання як поверхневих, так і підземних водних ресурсів. У регіоні Поділля ця потреба посилюється через низьку ефективність існуючих очисних споруд, які часто працюють із перевантаженням через застаріле обладнання та обмежену пропускну здатність [35].

За звітною статистичною інформацією водгоспів (форма 2ТП) [8], нами проаналізовано структуру водокористування басейну р. Жирак. Встановлено, що за 2024 рік у межах досліджуваної території забрано із природних водних об'єктів 7,5 млн. м³ води, у тому числі 230 тис. м³ із підземних джерел водопостачання [8] (рис. 2.8).

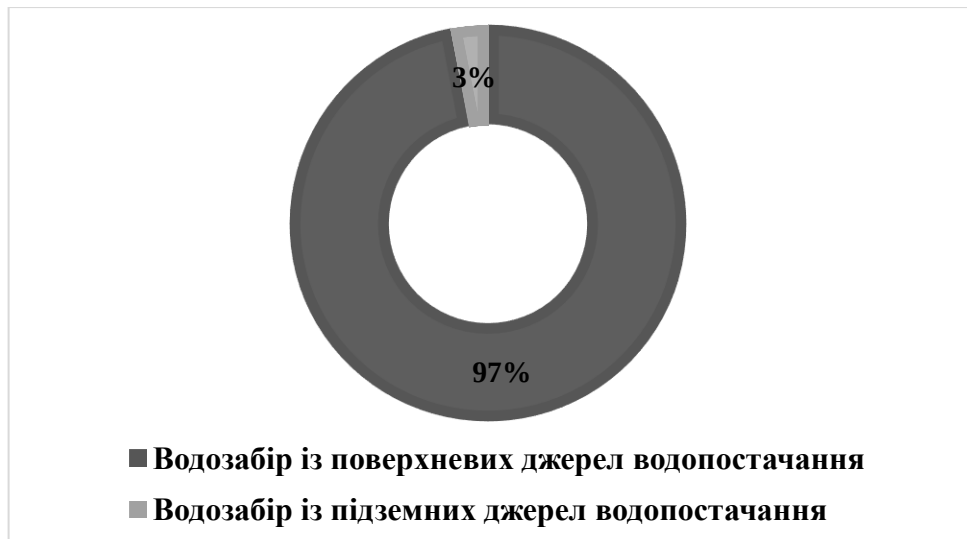


Рис. 2.8. Структура водопостачання громад в басейні р. Жирак

За звітний рік у басейні р. Жирак використано 5,9 млн. м³ свіжої води, у тому числі на питні і санітарно-гігієнічні потреби – 111 тис. м³ води і на виробничі потреби – 5,83 млн. тис. м³ (рис. 2.9) [8].



Рис. 2.9. Структура водокористування басейну річки Жирак

Обсяг загального водовідведення у межах басейну річки Жирак, за 2024 рік, склав 5,8 млн. м³ води. У поверхневі водні об'єкти басейну річки, за звітний рік, було скинуто 5,8 млн. м³ стічних вод. У тому числі 71 тис. м³ – забруднених зворотних (стічних) вод і 5,72 млн. м³ – нормативно чистих без очистки. Обсяг оборотного, повторного і послідовного водокористування, за звітний рік, становить 0,52 млн. м³ води [8].

Висновки до розділу 2

Річка Жирак – права притока р. Горинь (басейн Дніпра), протікає у межах Лановецької територіальної громади. Довжина річки – 30 км, площа басейну – 651 км², похил річки 2,4 м/км, середня ширина басейну – 12 км, коефіцієнт асиметрії басейну – 0,7%.

У структурі землекористування басейну річки Жирак переважають землі сільськогосподарського призначення – 88%. Розораність басейну становить 74%, лісистість – 5%, частка забудованих земель складає 5%, землі під водою і болотами займають 1%. Відповідно частка природних угідь у структурі землекористування басейну річки становить лише 21%.

У структурі водокористування басейну річки Жирак, переважає використання води на виробничі потреби (98%). За 2024 рік, у басейні річки, було забрано із природних водних об'єктів 7,5 млн. тис. м³ свіжої води. Обсяг загального водовідведення, за 2024 рік, склав 5,8 млн. м³ води, з яких 99% належать до категорії нормативно чистих.

РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ БАСЕЙНУ РІЧКИ ЖИРАК

3.1. Оцінка антропогенного навантаження басейну річки Жирак

Оцінка антропогенного навантаження на певну територію здійснюється шляхом визначення комплексу індикаторів (коефіцієнтів), які відображають ступінь змін у природних процесах під впливом господарської діяльності людини [7, 14]. До ключових індикаторів належать: рівень лісистості, ступінь розораності, щільність забудови (селітебність), обсяги водокористування, а також міра освоєння прибережних захисних смуг і водоохоронних зон. Комплексний аналіз цих параметрів дає змогу розрахувати інтегральний показник антропогенного навантаження на досліджувану територію [7].

Виходячи із структури землекористування басейну р. Жирак (рис. 2.7) та враховуючи, що в межах досліджуваної території зосереджено близько 2,5 тис. га лісів, то *коефіцієнт лісистості* басейну річки становитиме: $K_{\text{л}} = S_{\text{л}} / S = 2531 \text{ га} / 65\,100 \text{ га} = \mathbf{0,05}$.

Наступним показником, який позитивно впливає на структуру природокористування басейну річки Жирак є заболоченість, оскільки болота характеризуються своєрідною стокоформуючою та стокорегулюючою здатністю. Частка земель під водою і болотами в межах досліджуваної території складає 1% (рис. 2.7), з яких 0,3% – це болота, загальна площа яких становить 195 га. На основі цих даних розраховуємо *коефіцієнт заболоченості* басейну річки Жирак, який становить: $K_{\text{з}} = S_{\text{з}} / S = 195 \text{ га} / 65\,100 \text{ га} = \mathbf{0,003}$.

Частка ріллі у структурі землекористування басейну річки Жирак становить 74% і є найбільшою серед інших земельних угідь. Виходячи з цього загальна площа орних земель басейну річки становить 38 856 га.

Відповідно *коефіцієнт розораності* досліджуваної території, становить: $K_p = S_p / S = 38\,856 \text{ га} / 65\,100 \text{ га} = \mathbf{0,7}$. Важливим у контексті дослідження с/г землекористування є показник еродованості земель. Встановлено, що *коефіцієнт еродованості* земель басейну р. Жирак становить **0,016**.

Селітебність басейну річки Жирак є одним із ключових індикаторів антропогенного навантаження, оскільки саме забудовані території, поряд із ріллею, чинять найістотніший тиск на природне середовище досліджуваної місцевості [7]. Тому розрахунок коефіцієнта селітебності є важливим етапом оцінки ступеня антропогенного навантаження. Згідно з аналізом структури землекористування вивченої території, частка забудованих земель становить 5%, можемо визначити загальну площу селітебної території в межах басейну річки, яка складає 2151 га. Відповідно, *коефіцієнт селітебності* басейну р. Жирак, становить: $K_c = S_c / S = 2151 \text{ га} / 65\,100 \text{ га} = \mathbf{0,05}$.

У 2024 році в межах басейну річки Жирак, було скинуто 0,071 млн. м³ ($V_{\text{забр}}$) забруднених стічних вод. Загальний обсяг скинутих зворотних вод у цьому році склав 5,8 млн. м³ ($V_{\text{заг}}$) [8]. Відповідно *коефіцієнт скиду забруднюючих стічних вод* досліджуваної території, становитиме: $K_{zc} = V_{\text{забр}} / V_{\text{заг}} = 71\,000 \text{ м}^3 / 5\,800\,000 \text{ м}^3 = \mathbf{0,012}$.

Таким чином, на основі вище розрахованих показників антропогенного навантаження басейну річки Жирак, визначаємо *інтегральний коефіцієнт антропогенного навантаження* досліджуваної території, який становить:

$$K_{\text{ан}} = K_l + K_z + K_p + K_c + K_{ep} + K_{zc} / n = 0,05 + 0,003 + 0,7 + 0,016 + 0,05 + 0,012 / 6 = 0,831 / 6 = \mathbf{0,138}.$$

Отож, коефіцієнт антропогенного навантаження басейну річки Жирак становить 0,12. Якщо цей показник перевести у бали, то антропогенне навантаження досліджуваної території становить 13,8 балів, що відповідає категорії антропогенно-змінений стан ландшафтів [7] (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Результати оцінки антропогенного навантаження басейну річки Жирак

Назва показника	Формула за якої визначали	Результат розрахунків
Коефіцієнт лісистості ($K_{\text{л}}$)	$K_{\text{л}} = S_{\text{л}} / S$	0,05
Коефіцієнт заболочення ($K_{\text{з}}$)	$K_{\text{з}} = S_{\text{з}} / S$	0,003
Коефіцієнт розораності ($K_{\text{р}}$)	$K_{\text{р}} = S_{\text{р}} / S$	0,7
Коефіцієнт еродованості ($K_{\text{е}}$)	$K_{\text{е}} = S_{\text{е}} / S$	0,016
Коефіцієнт селітебності ($K_{\text{с}}$)	$K_{\text{с}} = S_{\text{с}} / S$	0,05
Коефіцієнт скиду забруднених стічних вод ($K_{\text{зс}}$)	$K_{\text{зс}} = V_{\text{забр}} / V_{\text{заг}}$	0,012
Інтегральний коефіцієнт антропогенного навантаження басейну річки Жирак ($K_{\text{ан}}$)	$K_{\text{ан}} = K_{\text{л}} + K_{\text{з}} + K_{\text{р}} + K_{\text{с}} + K_{\text{зар}} + K_{\text{ер}} + K_{\text{вв}} + K_{\text{зс}} / n$	0,138
Бал антропогенного навантаження басейну річки Жирак	$B_{\text{ан}} = K_{\text{ан}} \times 100\%$	14,0

Таким чином, результати розрахунків коефіцієнтів, що характеризують ступінь господарського освоєння басейну річки Жирак, вказують на наявність серйозних екологічних проблем: зокрема, надмірну розораність території та значні обсяги скидання забруднених стічних вод. Коефіцієнт антропогенного навантаження становить 0,138, що відповідає 14 балам. Це дає підстави класифікувати басейн річки Жирак як антропогенно трансформований (змінений) ландшафт.

3.2 Обґрунтування оптимізаційної моделі землекористування басейну річки Жирак

Оптимізація землекористування в рамках водогосподарської системи починається з аналізу сучасного стану структури земельних угідь на досліджуваній території. Не менш важливим є оцінювання рівня та просторового розподілу антропогенного навантаження в межах річкового басейну [36]. Крім того, необхідно встановити нормативні параметри для кожної категорії земель – сільськогосподарських, лісових, водно-болотних та інших природних і антропогенних угідь. При розробці оптимальної структури землекористування варто обов'язково враховувати кліматичні, гідрологічні, економічні та біологічні особливості конкретної території [35].

Ключовим елементом реалізації оптимізаційної моделі є дотримання чинного законодавства та дотримання процедур щодо зміни цільового призначення земельних ділянок у разі їх необхідності [38]. Зокрема, це стосується випадків відновлення деградованих земель шляхом створення лісонасаджень, водно-болотних угідь або інших екологічно доцільних заходів. Сама модель оптимізації має ґрунтуватися на принципах ландшафтно-адаптованого землекористування з упровадженням відповідних екологічних і господарських практик [35].

Завершальним етапом є налагодження ефективної взаємодії з місцевими громадами, а також організація системного моніторингу й управління землекористуванням. Важливо забезпечити активну участь місцевого населення в процесах планування й впровадження оптимізаційних заходів, адже вони безпосередньо впливають на умови їхнього проживання. Систематичний геоекологічний моніторинг дозволяє оцінювати ефективність реалізованих заходів, а гнучка система управління – оперативно реагувати на зміни екологічного стану та коригувати стратегії землекористування [38].

На основі наведеного алгоритму оптимізації земельних угідь та результатів попереднього аналізу структури землекористування в басейні річки Жирак можна зробити висновок про необхідність її раціональної трансформації. Ефективна ландшафтно-екологічна організація території передбачає науково обґрунтовану просторову диференціацію її функцій – на практиці це втілюється у вигляді схем розміщення різних типів угідь [35]. Такий підхід дозволяє повноцінно використовувати природний потенціал геосистем і запобігати конфліктам між різними напрямками їхнього функціонального використання.

Згідно з науково обґрунтованими рекомендаціями, для підтримання динамічної рівноваги екосистем необхідно, щоб частка природних угідь становила не менше 60% території. Це гарантує виконання ключових стабілізуючих і відновлювальних функцій ландшафтів, а також створює сприятливі природні умови для життя місцевого населення [35, 36, 37, 38].

Аналіз просторового співвідношення природних і антропогенних земельних угідь у басейні річки Жирак виявив значну диференціацію та відхилення від науково обґрунтованих норм: частка природних угідь становить лише 21%. Виходячи з основних положень концепції сталого розвитку, нами було розроблено оптимізаційну модель землекористування для басейну р. Жирак (табл. 3.2), який розташований у зоні широколистяних лісів. Згідно з екологічними нормативами, рівень лісистості в цій зоні має становити 23-40% [6].

Таблиця 3.2

Оптимізаційна модель структури землекористування басейну р. Жирак

Орні землі (<i>наявна \</i> оптим), %	Забудо- вані землі	Землі під водою та болотами	Землі під лісами (<i>наявна \</i> оптим), %	Пасовища, сіножаті, б/н (<i>наявна \</i> оптим), %	Частка природної рослинності (<i>наявна \</i> оптим), %
74,0 / 45,0	5,0	1,0	5,0 / 24,0	15,0 / 25,0	21,0 / 50,0

Згідно з положеннями Водної стратегії України, частка орних земель у межах річкових басейнів не має перевищувати 47% [26]. Проте в басейні річки Жирак рівень розораності досягає 75%, що вказує на нагальну потребу скоротити площу ріллі приблизно на 30%. З огляду на природно-ландшафтні особливості Тернопільської області, найраціональнішим є зменшення орних земель за рахунок малопродуктивних ділянок, а також територій із слабкою та середньою ерозією. Землі з ухилом понад 5° рекомендується переводити під лісонасадження, що дозволить збільшити рівень лісистості в регіоні приблизно на 20%. Ділянки з нахилом до 5° доцільно трансформувати в сіножаті, пасовища або багаторічні насадження, що забезпечить зростання їхньої частки до 25%. Реалізація цих заходів дозволить підвищити загальну частку природних угідь у басейні з поточних 21% до рекомендованих 50%.

Таким чином, оптимальна структура землекористування в басейні річки Жирак передбачає такий розподіл: 45% – орні землі, 24% – ліси, 25% – сіножаті, пасовища та багаторічні насадження, 5% – забудовані землі і 1% – водні об’єкти та болота. (рис. 3.1).

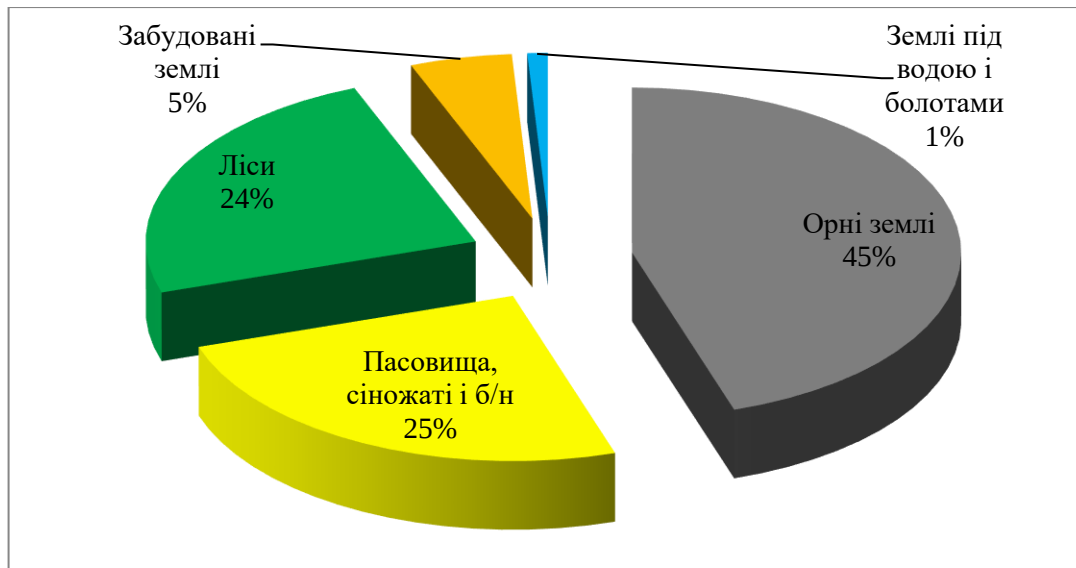


Рис. 3.1. Оптимізаційна структура землекористування басейну р. Жирак

Використовуючи методику, розроблену Міжурядовою групою експертів з питань зміни клімату (IPCC) [22], було проведено оцінку впливу окремих типів земельних угідь у басейні річки Жирак (табл. 2.1) на емісію та поглинання CO₂. На основі усереднених даних щодо кліматичного впливу кожної категорії земель (у тоннах CO₂-еквіваленту на га) [22] та результатів просторового аналізу сучасної структури землекористування (станом на 2024 рік), встановлено, що територія басейну наразі є джерелом парникових газів. Однак за умови реалізації запропонованої оптимізованої моделі землекористування (див. табл. 3.2), ситуацію можна кардинально змінити: досліджувана територія зможе перетворитися з емітента на поглинач парникових газів, акумулюючи приблизно 39 тис. т CO₂ щороку. (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Оцінка впливу земельних угідь басейну річки Жирак на зміни клімату в одиницях CO₂ еквіваленті на гектар

Категорія земель	Коефіцієнт тон CO ₂ екв на 1 га	Реальна площа угідь, га	Викиди парникових газів, тонн	Оптимальна площа угідь, га	Викиди парникових газів, тонн
Орні землі	1,18	38 856,0	45 850,0	29 295,0	34 568,0
Пасовища і сіножаті	0,03	6900,0	210	13 000,0	390,0
Лісові площі	-4,78	2531,0	-12 100	15 625,0	-74 687,5
Землі під водою	0,0	483	0	483,0	0
Забудовані землі	0,0	2151	0	2151,0	0
Усього			33 960		-39 730,5

Отже, результати дослідження підтвердили, що частка природних угідь у структурі землекористування басейну річки Жирак становить лише 21%. Для формування екологічно збалансованої моделі землекористування необхідно зменшити площу орних земель на 30% і збільшити лісистість на 20%, насамперед за рахунок виведення з обробітку малопродуктивних та сильноеродованих ділянок. Реалізація цих заходів матиме важливий кліматичний ефект: вона не лише значно скоротить обсяги викидів парникових газів (в CO₂-еквіваленті) з боку земель басейну, а й перетворить територію з джерела викидів на поглинач вуглецю. Завдяки розширенню лісових площ басейн річки зможе поглинати приблизно 40 тис. тонн CO₂ щороку.

Запропонована модель ґрунтується на принципі екологічного балансу та сталого розвитку, що передбачає гармонійне поєднання господарської діяльності з природоохоронними вимогами. Це означає, що використання земельних і природних ресурсів, а також соціально-економічний розвиток регіону мають здійснюватися без завдання шкоди довкіллю та збереження стабільності природних геосистем.

Висновки до розділу 3

Серед пріоритетних напрямів вирішення геоекологічних проблем у басейні р. Жирак найважливішими є оптимізація структури землекористування та покращення екологічного стану водотоку через реалізацію локальних природоохоронних ініціатив. Проведений аналіз земельних угідь у межах басейну виявив значну невідповідність між існуючим станом землекористування та науково обґрунтованими екологічними нормативами: частка природних угідь становить лише 21%.

Виходячи з цього, нами розроблено оптимізаційну модель землекористування басейну річки Жирак. Вона передбачає – скорочення площі орних земель на 30%, збільшення лісистості на 20%, розширення площ під сіножаті й пасовища на 10%. Реалізація цієї моделі дозволить підвищити частку природних угідь із 21% до 50%, що кардинально змінить екологічну роль території: вона перестане бути джерелом парникових газів і стане їх поглинати, щороку до 40 тисяч тонн CO₂.

ВИСНОВКИ

Річка Жирак – права притока р. Горинь (басейн Дніпра), протікає у межах Лановецької територіальної громади Кременецького району Тернопільської області. Довжина річки – 30 км, площа басейну – 561 км², похил річки 2,4 м/км, заплава двостороння, значною мірою заболочена, завширшки до 100 м, живлення річки – мішане, з переважанням снігового.

Аналіз геоекологічних проблем басейну р. Жирак виявив дві ключові проблеми: дисбаланс у структурі землекористування та забруднення поверхневих вод. У земельній структурі домінують сільськогосподарські угіддя: рівень розораності басейну становить 74%, тоді як лісистість – лише 5%, частка природних угідь – 21%.

На основі статистичних даних Державного агентства водних ресурсів України (звіти за формою 2ТП) було встановлено, що у 2024 році з природних водних об'єктів у басейні р. Жирак було забрано 7,5 млн м³ води, зокрема 230 тис. м³ – із підземних джерел. Загальний обсяг спожитої свіжої води становив 5,9 млн м³, з яких 111 тис. м³ використано на питні та санітарно-гігієнічні потреби, а 5,83 млн м³ – на виробничі. У поверхневій водойми за рік було скинуто 5,8 млн м³ стічних вод, з яких 5,72 млн м³ відповідали категорії нормативно чистих.

Розрахунки показали, що бал антропогенного навантаження басейну річки Жирак становить 14, що дає підстави класифікувати цю територію як антропогенно трансформовану ландшафтно-басейнову систему.

Оптимізація природокористування в басейні передбачає, перш за все, трансформацію структури землекористування та покращення екологічного стану річки через впровадження локальних природоохоронних заходів. Згідно з розробленою оптимізаційною моделлю, доцільно: скоротити площу орних земель на 30%, збільшити лісистість на 20%. Це дозволить підвищити частку природних угідь з 21% до 50%, що кардинально змінить екологічні

функцію території: вона перестане бути джерелом викидів парникових газів і стане їхнім акумулятором, поглинаючи щороку до 40 тисяч тонн CO₂.

Щодо басейну річки Жирак, то комплекс пріоритетних заходів із покращення екологічного стану передбачає забезпечення стабільного водного режиму та належного санітарного стану водотоків. Зокрема, необхідно: запобігати скиданню неочищених чи недостатньо очищених стоків у водойми; провести модернізацію або реконструкцію очисних споруд і каналізаційних систем у м. Ланівці та забезпечити сільські населенні пункти громади централізованою системою водопостачання; забезпечити ефективну утилізацію стічних вод у приватному секторі сільської місцевості; ліквідувати несанкціоновані сміттєзвалища в долині річки та її приток; здійснити розчистку берегів і русел від надмірних заростей великотрав'яної рослинності та повалених дерев.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бакало О.Д., Царик Л.П., Царик П.Л. Трансформація еколого-географічних процесів басейну річки Джурин. Монографія. Тернопіль: СМП «Тайп», 2018. 168 с.
2. Барна І., Софінська О. Регіональні тренди глобальної зміни клімату на території Тернопільської області. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: географія*, 2022. №1. С. 43-50. <https://doi.org/10.25128/2519-4577.22.1.6>
3. Бадьора С. Гідрологічна характеристика річки Жирак та її басейну. Матеріали звітної наукової конференції викладачів, аспірантів, магістрантів, студентів кафедри геоекології та методики навчання екологічних дисциплін та НДЛ. Тернопіль: ТНПУ, 2023. С. 171-174.
4. Водний кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>
5. Географія Тернопільської області. Т.1. Природні умови та ресурси. За. ред. проф. Сивого М.Я. Тернопіль: Крок, 2017. 504 с.
6. Гродзинський М. Д. Пізнання ландшафту місце і простір [Монографія у 2-х т.]. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». Т.1. 2005. – 431 с., Т.2. 2005. 503 с.
7. Данильченко О.С. Оцінка антропогенного навантаження на басейни малих річок Сумського Придніпров'я. *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія*. Т.4.(31). 2013. С. 79-89.
8. Державне агентство водних ресурсів України. Державний облік водокористування. URL: <https://www.davr.gov.ua/derzhavnij-oblik-vodokoristuvannya> (дата звернення 22.11.2025)
9. Екологічний паспорт регіону Тернопільська область 2022 рік. URL: <https://ecology.te.gov.ua/media/uploads/%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%822022.pdf>
10. Єхніч М.П., Крес Л.Є. Річкова гідрографія. Конспект лекцій. Дніпропетровськ. «Економіка» ОДЕКУ. 2006. 156 с.

11. Загальна гідрологія: підручник. За редакцію Хільчевського В., Ободовського О., Гребіня В. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. 399 с.
12. Каталог річок України. За ред. Г.І. Швеця, Н.І. Дрозда, С.П. Левченка (відпов. ред. В.І. Мокляк). АН УРСР. Київ, 1957. 198 с.
13. Кринько І.М., Костенко П.М., Вплив господарської діяльності на малі річки. *Технології та дизайн. Серія: хімічна технологія та екологічна безпека*. 2012, №3(4). С. 1-5.
14. Кузик З., Кузик І. Оцінка антропогенного навантаження басейну річки Нічлава. *Вісник Тернопільського відділу УГТ*. 2023. №7. С. 35-39.
15. Кузик І. Оптимізація землекористування, як напрям адаптації до змін клімату (на прикладі басейну річки Гніздечна). Екологічні проблеми сучасності: збірник матеріалів III Міжнар. науково-практ. конф. Дрогобич: ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», 2025. С. 90-93
16. Кузик І.Р., Філик В.О. Землекористування територіальних громад басейну річки Горинь у межах Тернопільської області. Збірник матеріалів III Міжнародної науково-практ. конференції «Vin Smart Eco». Вінниця: КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти», 2023. С. 155-157.
17. Малі річки України: Довідник / А.В. Яцик, Л.Б. Бишовець, Є.О. Богатов [та ін.]; за ред. А.В. Яцика . К.: Урожай, 1991. 296 с.
18. Мариняк Я.О. Методи дослідження малих річок: стан і перспективи. *Наукові записи ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія географія*. 2001. №1. С. 35-38.
19. Мережко О.І., Хімко Р.В. Оздоровлення малих річок: екологічні основи. К.: вид-во Інтер-екоцентр, 1998. 56 с.
20. Мольчак Я.О., Герасимчук З.В., Мисковець І.Я. Річки та їх басейни в умовах техногенезу. Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2004. 336 с.
21. Настанова з управління басейнами малих річок – приток Дністра: метод. посіб. За ред. В. Мельничука, Г. Проців. Львів: Сполом, 2019. 166 с.

22. Офіційний сайт Міжурядової групи з питань зміни клімату Intergovernmental Panel on Climate Change. URL: <https://www.ipcc.ch> (дата звернення 22.10.2025 р.)

23. Питуляк М.Р., Питуляк М.В. Гідрологія: навчально-методичний посібник. Тернопіль: ТНПУ, 2014. 118 с.

24. Природні умови та ресурси Тернопільщини. За заг. ред. М.Я. Сивого, Л.П. Царика. Тернопіль: ТзОВ: «Терно-граф», 2011. 512 с.

25. Природокористування: навчальний посібник. [Царик Л.П., Барна І.М., Грицак Л.Р., Лісова Н.О., Стецько Н.П., Чеболда І.Ю. та ін.]. Тернопіль: редакційно-видавничий відділ ТНПУ, 2015. 398 с.

26. Про схвалення Водної стратегії України на період до 2050 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 09.12.2022. №1134-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80#Text>

27. Сливка П.Д., Новосад Я.О., Будз О.П. Гідрологія та регулювання стоку: навчальний посібник. Рівне: УДУВГП, 2003. 288 с.

28. Сокіл К. Структура землекористування та заповідність річкових систем Тернопільщини. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія*. 2010, №2. С. 265-272.

29. Стецько Н. Оцінка екологічного стану поверхневих водних ресурсів Тернопільської області. Міждисциплінарні інтеграційні процеси у системі географічної, туризмологічної та екологічної науки: матеріали II міжнародної науково-практичної конференції. Тернопіль: Вектор, 2020. С. 195-203.

30. Стецько Н. Landscape-ecological investigations of the Seret river within Terebovlia area. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: географія*. 2017. №2. С. 150-153.

31. Стецько Н. Геоекологічні дослідження верхньої течії річки Серет. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Сер.: географія*. 2018. №2. С.180-185.

32. Файура В. Обґрунтування критичних меж антропогенного навантаження на водні екосистеми Тернопільської області. Регіональні аспекти розвитку продуктивних сил України, 2014, №19. С. 58-63.

33. Хільчевський В.К. Сучасна характеристика поверхневих водних об'єктів України: водотоки та водойми. *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія*. 2021. №1 (59). С. 17-27. <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2021.1.2>
34. Царик Л.П. Еколого-географічний аналіз і оцінювання території: теорія та практика. Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2006. 256 с.
35. Царик Л.П. Географічні засади формування і розвитку природоохоронних систем Поділля: концептуальні підходи, практична реалізація. Тернопіль: Підручники і посібники, 2009. 320 с.
36. Царик Л., Царик П., Кузик І., Царик В. Природокористування та охорона природи у басейнах малих річок: монографія. Вид. 2-ге доп. і перероб. Тернопіль: Тайп, 2021. 162 с
37. Царик Л., Царик П., Царик В. Заповідні гідрологічні об'єкти: їх стан і роль в умовах посиленого антропогенезу і аридизації клімату. *Наукові записки ТНПУ. Серія географія*, 2020. №2. С. 194-204.
38. Царик Л., Кузик І. Геоекологічні засади землекористування, емісії парникових газів та охорони природи (на матеріалах територіальних громад): Монографія. Тернопіль: Осадца Ю.В., 2024. 238 с.
39. Чеболда І., Кузик І., Гавришок Б. Geoeological assessment and directions optimisation of land use of the territorial communities (on the example of Kremenets district, Ternopil region). *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія*. 2024. №2. (57) С. 174-184.
40. Янковська Л., Новицька С., Цідило А. Басейновий підхід до дослідження проблем природокористування (на прикладі річки Качава) *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: географія*. 2022. Вип. 1 (52). С.209-219. <https://doi.org/10.25128/2519-4577.22.1.25>
41. Tsaryk L.P., Kovalchuk I.P., Tsaryk P.L., Zhdaniuk B.S., Kuzyk I.R. (2020). Basin systems of small rivers of Western Podillya: state, change tendencies, perspectives of nature management and nature protection optimization. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 29.(3), 606-620.

ДОДАТКИ

Додаток А

Класифікація запахів води природного походження

Символ	Характер запаху	Приблизний вид запахів	Символ	Характер запаху	Приблизний вид запахів
А	Ароматичний	огірковий, квітковий	П	Пліснявий	затхлий, застоюний
Б	Болотний	мулистий, багnistий	Р	Рибний	риб'ячого жиру, риби
Г	Гнильний	фекальний, стічний	С	Сірководневий	тухлих яєць
Д	Деревний	мочної тріски, деревної кори	Т	Трав'яний	скошеної трави, сіна
З	Землистий	прілий, свіжозораної землі, гнильний	Н	Невизначений	запахи природного походження, які не відповідають попереднім визначенням

* за даними досліджень Кучерявого В. П.

Додаток Б

Оцінка інтенсивності запаху

Бали	Інтенсивність	Ступінь відчуття запаху
0	Відсутній (0)	відсутність суттєвого запаху
1	Дуже слабкий (1)	запах, що не виявляється споживачем, але може бути виявлений досвідченим дослідником
2	Слабкий (2)	запах, що не привертає уваги споживача, але який можна зауважити, якщо вказати на нього
3	Помітний (3)	запах, який легко виявити і який дає привід ставитися до води з несхваленням
4	Виразний (4)	запах, який легко звертає на себе увагу і робить воду неприємною для пиття
5	Дуже сильний (5)	запах настільки сильний, що робить воду непридатною для пиття

* за даними досліджень Кучерявого В. П.

Додаток В

Визначення каламутності

Прозорі- сть	Каламут- ність	Прозорі- сть	Каламут- ність	Прозорі- сть	Каламут- ність	Прозорі- сть	Каламу- -тність
3,5	270	29	31,5	65	14,2	116	7,9
4,0	235	30	30,5	66	14,0	118	7,75
4,5	205	31	29,5	67	13,8	120	7,65
5,0	185	32	28,6	69	13,4	122	7,55
5,5	170	33	27,7	70	13,2	124	7,45
6,0	155	34	26,9	71	13,0	126	7,35
6,5	142	35	26,1	72	12,8	128	7,25
7,0	130	36	25,4	73	126	130	7,15
7,5	122	37	24,8	74	12,4	132	7,05
8,0	114	38	24,2	75	12,2	134	6,9
8,5	108	39	23,6	76	12,05	136	6,8
9,0	102	40	23,0	77	11,9	138	6,7
9,5	97	41	22,4	78	11,75	140	6,6
10,0	92	42	21,8	79	11,6	145	6,3
10,5	87	43	21,2	80	11,45	150	6,1
11,0	83	44	20,7	81	11,3	155	5,9
11,5	79	45	20,2	82	11,05	160	5,75
12,0	76	46	19,7	83	11,0	165	5,6
12,5	73	47	19,3	84	10,85	170	5,45
13,0	70	48	18,9	85	10,7	175	5,3
13,5	67,5	49	18,5	86	10,35	180	5,15
14,0	65,0	50	18,4	89	10,3	185	5,0
14,5	63,0	51	17,9	90	10,1	190	4,85
15,0	61,0	52	17,6	92	9,9	195	4,75
16	56,4	53	17,3	94	9,7	200	4,6
17	53,1	54	17,0	96	9,5	210	4,4