

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
 ФАКУЛЬТЕТ ГІРНИЧОЇ СПРАВИ, ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА
 БУДІВНИЦТВА
 КАФЕДРА НАУК ПРО ЗЕМЛЮ

«До захисту допущено»
 Завідувач кафедри наук про Землю
 _____ Олена ГЕРАСИМЧУК
 (підпис) (ініціали, прізвище)
 « ____ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
 на здобуття освітнього ступеня «бакалавр»

зі спеціальності 103 «Науки про Землю»
 на тему: **«Сучасний стан і перспективи використання водних ресурсів
 Житомирської області»**

Виконав: студент IV курсу, групи НЗ-2

ГОЛОВАНОВ Денис Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник: кандидат біологічних наук, доцент

ВАСІЛЬЄВА Людмила Анатоліївна

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент: доктор біологічних наук, професор

ШЕВЧУК Лариса Миколаївна

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що кваліфікаційна робота містить
 результати власних досліджень.
 Використання ідей, результатів і текстів
 інших авторів мають посилання на
 відповідне джерело

Студент _____
 (підпис)

Житомир – 2025 рік

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
 ФАКУЛЬТЕТ ГІРНИЧОЇ СПРАВИ, ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА
 БУДІВНИЦТВА
 КАФЕДРА НАУК ПРО ЗЕМЛЮ
 СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 103 «НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри наук про Землю

Олена ГЕРАСИМЧУК

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«_____» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

Студента ГОЛОВАНОВА Дениса Олеговича

Тема роботи: «Сучасний стан і перспективи використання водних ресурсів Житомирської області»

Затверджена Наказом університету від «18» лютого 2025 р. № 67/с

Термін здачі студентом закінченої роботи 30 травня 2025 р.

Вихідні дані роботи (зазначається предмет і об'єкт дослідження). Предметом дослідження є сучасний стан та перспективи раціонального використання, охорони та відтворення водних ресурсів Житомирської області в контексті сталого розвитку. Об'єктом дослідження є водні ресурси Житомирської області.

Консультанти з кваліфікаційної роботи із зазначенням розділів, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	ВАСІЛЬЄВА Людмила	25.02.2025	25.02.2025
2	ВАСІЛЬЄВА Людмила	05.03.2025	05.03.2025
3	ВАСІЛЬЄВА Людмила	12.04.2025	12.04.2025
4	ВАСІЛЬЄВА Людмила	25.04.2025	25.04.2025
Висновок	ВАСІЛЬЄВА Людмила	05.05.2025	05.05.2025

Керівник ВАСІЛЬЄВА Людмила _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проаналізувати моніторинг водних ресурсів України	29.02.2025	Виконано
2	Охарактеризувати методологію здійснення моніторингу водних об'єктів та дати оцінку екологічного стану водойм	15.03.2025	Виконано
3	Охарактеризувати умови формування екологічного стану водойм Житомирщини	29.03.2025	Виконано
4	Проаналізувати стан та перспективи використання водних ресурсів Житомирщини	05.05.2025	Виконано

Студент _____
(підпис)

Керівник _____
(підпис)

ЗМІСТ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1	8
АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	8
1.1. Стан водозабезпеченості: загальний контекст	9
1.2. Загальна характеристика водного потенціалу України	12
РОЗДІЛ 2	15
МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ. ПРИРОДНО–КЛІМАТИЧНА	
ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ	15
2.1. Умови проведення досліджень	15
2.2. Програма досліджень.....	30
РОЗДІЛ 3	36
АНАЛІЗ СТАНУ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ЖИТОМИРСЬКОЇ	
ОБЛАСТІ.....	36
РОЗДІЛ 4	53
ПЕРСПЕКТИВИ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ.	53
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60

ВСТУП

У ХХІ столітті водні ресурси набули статусу стратегічно важливих природних багатств, які визначають не лише рівень розвитку окремих секторів господарства, а й впливають на соціально-економічну стабільність цілих територіальних утворень. Вода розглядається як ключовий обмежувальний чинник сталого розвитку, адже її доступність і якість безпосередньо впливають на промисловість, сільське господарство, енергетику та забезпечення життєдіяльності населення.

Житомирське Полісся, як один із поліських регіонів України, характеризується недостатнім рівнем водозабезпечення. За офіційними оцінками, середньорічна питома забезпеченість населення області ресурсами місцевого річкового стоку становить лише 2,46 тис. м³ на одну людину, що є критично низьким показником. У посушливі роки ситуація значно погіршується: об'єм доступної води зменшується майже втричі – до 0,82 тис. м³ на особу на рік.

Окрім того, експлуатаційні запаси підземних вод в регіоні є вкрай обмеженими – лише 0,059 тис. м³ на особу щороку (за даними Обухова, 2011). Це створює суттєві труднощі у сфері водопостачання, особливо для промислових підприємств та комунального сектора, які здебільшого залежать від поверхневих джерел, передусім – від річкового стоку.

У зв'язку з цим, ґрунтовне наукове дослідження процесів формування та трансформації кількісних і якісних показників водного стоку, а також аналіз його багаторічних змін, є необхідною умовою для створення науково обґрунтованих стратегій регіонального розвитку. Такий аналіз дозволяє врахувати не лише сучасний стан водних ресурсів, а й прогнозувати майбутні виклики, пов'язані зі змінами клімату.

Особливу вагу набуває розуміння сезонних і багаторічних коливань обсягів стоку, їх нормативних і розрахункових характеристик, а також ступеня стабільності водного режиму. Це важливо в контексті посилення впливу глобального

потепління на гідрологічний цикл, який визначає режим зволоження, динаміку річок і доступність води в регіоні.

Мета кваліфікаційної роботи. Провести комплексний аналіз сучасного стану, використання та охорони водних ресурсів Житомирської області, визначити основні екологічні та господарські проблеми водокористування, а також розробити практичні рекомендації щодо їх ефективного вирішення в умовах кліматичних змін та соціально-економічних трансформацій.

Основні завдання дослідження:

1. Узагальнити теоретичні, методологічні та правові основи раціонального використання і охорони водних ресурсів.
2. Описати фізико-географічні, гідрологічні та соціально-економічні особливості Житомирської області у контексті водозабезпечення.
3. Проаналізувати динаміку водного стоку, обсягів споживання води, структуру водокористування за галузями.
4. Визначити основні чинники дефіциту води, забруднення водних об'єктів та ризики погіршення водних ресурсів.
5. Оцінити сучасний стан природоохоронних, гідротехнічних та регуляторних заходів у сфері водного господарства.
6. Запропонувати науково обґрунтовані шляхи оптимізації використання та збереження водних ресурсів Житомирської області.

Об'єкт дослідження: водні ресурси Житомирської області.

Предмет дослідження: сучасний стан та перспективи раціонального використання, охорони та відтворення водних ресурсів Житомирської області в контексті сталого розвитку.

Методи дослідження:

- Аналітичний метод – для вивчення законодавчої бази, наукових джерел та сучасних тенденцій водокористування в Україні.
- Статистичний метод – для аналізу даних Держстату, екоінспекцій та водогосподарських органів щодо кількісних і якісних характеристик водних ресурсів.

- Порівняльно-географічний метод – для оцінки рівня водозабезпечення області у контексті інших регіонів України.
- Картографічний аналіз – для просторової візуалізації стану водних об’єктів, водозборів, локалізації джерел забруднення.
- Системний аналіз – для комплексного оцінювання впливу природних, соціальних, економічних і управлінських чинників на водні ресурси.

Наукова новизна роботи:

Узагальнення та аналіз стану водних ресурсів Житомирської області у зв’язку з новими екологічними викликами, такими як глобальне потепління, зменшення водного стоку, зростання техногенного навантаження та зміна структури водокористування. Вперше запропоновано цілісну систему заходів для адаптації регіональної водної політики до сучасних умов.

Практична цінність дослідження:

Результати можуть бути використані органами влади, комунальними підприємствами, екологічними організаціями та освітніми установами для вдосконалення управління водними ресурсами, планування природоохоронних заходів і розробки регіональних стратегій сталого водокористування.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (65 найменувань). Текст супроводжується 10 рисунками та 8 таблицями. Загальний обсяг – 62 сторінки.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Вода – це невід’ємна складова життя на нашій планеті й ключовий компонент усіх екосистем. Вона виконує роль універсального розчинника, який переносить поживні речовини, гази, хімічні сполуки, підтримує температурний баланс і сприяє біологічному обміну в живих організмах. У природі вода забезпечує синергію між гідросферою, біосферою, літосферою й атмосферою. Без неї неможливі процеси фотосинтезу, дихання, ґрунтова мікробіологія, міграція організмів і формування ландшафтів.

Глобальні екологічні функції:

- Цикл води в біосфері: через випаровування, конденсацію й опади вода підтримує кругообіг речовин, зокрема вуглецю й азоту. Це формує кліматичні системи, зволоження ґрунтів і рівень підземних вод.
- Регулювання температури: водні маси стабілізують клімат, накопичують тепло й формують пом’якшувальний ефект. Континентальні й морські кліматичні зони мають різні температурні діапазони саме завдяки воді.
- Біорізноманіття: річки, озера, болота й ґрунтові горизонти – життєво необхідне середовище для мікроорганізмів, рослин, тварин. Без води неможливий розвиток навіть найпростіших клітин.

Людська цивілізація формувалася біля річок. Вода слугує:

- Енергетичним ресурсом: ГЕС, ТЕС охолоджують обладнання. Гідравліка залишалася основним двигуном аж до індустріалізації.
- Сировиною для промисловості: вода – розчинник, охолоджувач, інгредієнт. Без неї неможливі хімічна, легкої та харчової галузі.
- У сільському господарстві: до 70 % водовитрат світу – на зрошення. Без поливу не передбачити врожай у засушливих регіонах.
- Транспортною артерією: річкові системи – дешевий транспорт для масових вантажів, особливо у промисловий період 20 ст.

- Промисловими стоками: вода використовується для відводу виробничих відходів до кліматичного середовища. На жаль, часто без контролю, що руйнує екосистеми.

Соціальні функції: здоров'я, дозвілля, інформація:

- Питні функції: вода – базова потреба, що визначає здоров'я й добробут.
- Санітарія й гігієна: без води неможливі чистота, здоров'я населення, боротьба з інфекціями.
- Оздоровлення: купання, термальні джерела, таласотерапія – джерело релаксації й терапії.
- Інформаційна функція: якість води – індикатор змін: забруднення, деградація, кліматичні тенденції.

Вода забезпечує зв'язок між екологією, економікою та суспільством. Є каталізатором розвитку: без неї не працюють підприємства, агросектор, неможливо підтримувати населення. Тому вона є центральним елементом регіональної безпеки та стійкості. У глобальному вимірі водна криза – це водночас екологічна, соціальна й економічна криза.

1.1. Стан водозабезпеченості: загальний контекст

Хоча Україна має чималу кількість річок, озер і підземних вод, рівень водозабезпеченості населення є критично низьким. За міжнародними оцінками, середньорічна забезпеченість водними ресурсами на одну людину в Україні становить від 900 до 1200 м³ – тоді як у більшості європейських країн цей показник коливається в межах 2500-6000 м³ на особу. Такий рівень вважається нижчим за гранично допустимий, що ставить Україну до переліку країн із потенційною водною нестачею. Це зумовлено не лише природними факторами, як-от кліматична зона чи гідрогеографія, але й масштабним антропогенним навантаженням, зокрема інтенсивним забрудненням і перевикористанням води.

В Україні понад 2800 підприємств щороку скидають стічні води до водних об'єктів. З них понад 40 % – або взагалі не очищують свої стоки, або здійснюють очистку, яка не відповідає державним санітарно-гігієнічним нормам. У результаті

річки, озера та водосховища втрачають свою природну здатність до самовідновлення, а якість води погіршується до рівня, що робить її непридатною для питного та навіть технічного використання.

Промислові підприємства важкої та хімічної галузей, ТЕС і підприємства комунального господарства – основні джерела надмірного органічного та хімічного забруднення. Стоки часто містять солі важких металів, феноли, нафтопродукти, фосфати, а також патогенні організми. Найбільш критичною є ситуація в басейнах Дніпра, Дністра, Сіверського Дінця, де зосереджено значну частину промислових зон.

Хоча аграрна діяльність забезпечує важливу частину ВВП країни, вона також є джерелом дифузного забруднення. Надмірне внесення мінеральних добрив і пестицидів, інтенсивне тваринництво та недосконала система меліорації спричиняють надходження до водних об'єктів великої кількості нітратів, фосфатів та мікроелементів. Це провокує евтрофікацію водойм – бурхливе зростання водоростей, зниження вмісту кисню у воді, деградацію рибного фонду та загибель біоти.

У звітах Держводагентства зазначено, що в деяких річках рівень нітратів у літній період перевищує норму в 5–8 разів, що є особливо небезпечним для джерел водопостачання. У сільській місцевості, де централізоване водопостачання відсутнє або нестабільне, місцеве населення часто вживає воду з колодязів або джерел, які піддаються саме такому дифузному впливу.

Україна успадкувала з радянського періоду систему водопостачання й водовідведення, що в багатьох регіонах є застарілою як технічно, так і морально. Більшість очисних споруд мають вік понад 30 років, зношені й не пристосовані до сучасних забруднень. Це призводить до того, що частина стічних вод або зовсім не очищується, або проходить через примітивну механічну фільтрацію. Водночас розвиток новітніх очисних технологій (мембранна фільтрація, біореактори, адсорбційні установки) реалізується лише точково, переважно у великих містах або за рахунок міжнародної допомоги.

Особливо тривожною є ситуація у малих містах і селищах, де часто взагалі відсутні очисні споруди або вони працюють в обхід норм. Такий стан речей не лише погіршує екологічний стан, а й формує санітарно-епідеміологічну небезпеку.

У контексті змін клімату дефіцит води в Україні може посилитися. Згідно з кліматичними прогнозами, кількість опадів у центральній і південній частинах країни зменшиться, а частота посух зросте. У поєднанні з підвищенням середньої температури та зростанням випаровування це створює реальну загрозу зменшення річного стоку.

Уже сьогодні спостерігається зниження водності малих річок, пересихання боліт і погіршення гідрологічного балансу. За даними Українського гідрометеоцентру, з 1991 по 2021 рік середньорічна температура повітря зросла на 1,2–1,8 °C, а середня кількість опадів зменшилася на 10–15 %. Це означає, що антропогенний тиск накладається на кліматичні виклики, створюючи подвійну кризу водних ресурсів.

Житомирська область – приклад регіону, де водозабезпечення характеризується низькою питомою забезпеченістю водними ресурсами: за різними оцінками – не більше ніж 2,4–2,5 тис. м³ на особу на рік. У посушливі роки ця цифра зменшується втричі. Крім того, запаси підземних вод обмежені. Регіон повністю входить до басейну Дніпра, і всі річки області є його притоками, що створює залежність від загального стану дніпровської водної системи.

На території області зосереджено понад 3 тисячі дрібних водних об'єктів (ставки, малі річки), які піддаються сезонному пересиханню й забрудненню. Дослідження показують, що значна частина поверхневих вод регіону не відповідає санітарним нормам, а приватні джерела питної води в сільській місцевості часто мають підвищений вміст нітратів, заліза та марганцю.

Україна перебуває в умовах зростаючої водної вразливості. Комбінація антропогенних чинників – надмірне водоспоживання, забруднення, застаріла інфраструктура – разом зі змінами клімату та соціально-економічними трансформаціями створює передумови до вичерпання водного потенціалу у низці регіонів. Без масштабної модернізації, впровадження новітніх технологій очищення та системного моніторингу, а також ефективного державного управління

ситуація з водними ресурсами в Україні, включаючи Житомирську область, залишатиметься критичною.

1.2. Загальна характеристика водного потенціалу України

Україна має складну й розгалужену систему водних ресурсів, яка включає річки, озера, водосховища, болота, штучні канали та підземні води. За даними Державного агентства водних ресурсів України, на території країни налічується понад 63 тисячі річок загальною довжиною понад 206 тисяч кілометрів. Більшість із них – це малі річки, які мають довжину до 100 км і відіграють важливу роль у локальному водопостачанні, зрошенні, меліорації та підтримці біорізноманіття.

Поряд із цим в Україні є близько 20 тисяч водойм (озер, ставків, водосховищ) та майже 1 млн га боліт, що концентруються переважно у північних та північно-західних областях. Проте лише близько 25–30% потенційного стоку в Україні використовується в реальному секторі економіки, через нерівномірність розподілу та технічні втрати.

Важливо зазначити, що територіально країна поділяється на 9 основних річкових басейнів, серед яких провідним за водним потенціалом, економічною значущістю та кількістю населення, що користується цими ресурсами, є басейн річки Дніпро.

Річка Дніпро – третя за довжиною в Європі (після Волги й Дунаю) та головна водна артерія України. Загальна довжина – 2201 км, з яких 1121 км протікає територією України. Площа басейну становить понад 500 тисяч км², з них близько 290 тисяч км² розташовані в межах нашої держави. У Дніпро впадає понад 15 тисяч малих і середніх річок – зокрема, Прип'ять, Десна, Псел, Ворскла, Інгулець, Тетерів.

Дніпровський басейн охоплює значну частину території України – зокрема, центральні, північні та частково південні області. Він забезпечує водою близько 70% населення та 2/3 усіх промислових підприємств, включаючи металургію, машинобудування, хімічну та харчову промисловість.

Також у цьому басейні розміщено більшість гідроелектростанцій країни (Канівська, Дніпровська, Каховська та інші), великі водосховища (Київське, Кременчуцьке, Дніпродзержинське, Дніпровське, Каховське), численні міста-мільйонники та аграрні угіддя.

Гідрологічний режим басейну Дніпра формується переважно за рахунок танення снігу, дощових вод і, меншою мірою, підземних джерел. Сезонність дуже виражена: близько 40–45% річного стоку припадає на весняний період (березень–травень), коли відбувається активне танення снігу.

В літній період рівень води різко знижується, особливо в малих річках, що призводить до погіршення якості води (через концентрацію забруднювачів), зниження рівня кисню, перегріву й розвитку шкідливої водоростевої флори (евтрофікації). Осінь і зима характеризуються стабільно низькою водністю, хоча в останні роки фіксуються зміщення у формуванні паводків через зміну кліматичних факторів.

Якість води в Дніпрі зазнала суттєвих змін за останні десятиліття. Основними чинниками є:

- Промислові та комунальні скиди – забруднення органікою, важкими металами, нафтопродуктами, фосфатами та нітратами.
- Сільське господарство – дифузне забруднення пестицидами, гербіцидами, добривами.
- Міграція забруднювачів із ґрунтів – через дощові й талові води.
- Недостатня фільтрація на очисних спорудах – лише 25% стоків очищується до нормативних показників.

Особливо тривожним є підвищений вміст марганцю, заліза, амонійного азоту, фосфатів – елементів, які свідчать про надмірне навантаження на систему й ризику для здоров'я населення.

Великі дніпровські водосховища стали регуляторами гідрологічного режиму, але одночасно сприяли застою води, зниженню самоочисної здатності, «цвітінню» води та накопиченню забруднень в донних відкладах. Також через зарегулювання річок (греблі, шлюзи) порушено природну течію, що негативно впливає на фауну і флору.

Середні річки – Тетерів, Уж, Случ, Ірпінь – є критично важливими для водозабезпечення областей, включаючи Житомирську, Київську та Черкаську. Проте саме вони найбільше страждають від нестачі води в літній період, замулення, забруднення та порушення русел.

Житомирська область повністю розташована в межах басейну Дніпра, тож її водозабезпечення повністю залежить від стану основного русла та його приток. Основні річки області – Тетерів, Ірша, Уж – входять до цієї системи й мають виражену сезонну змінність. Питома водозабезпеченість області залишається нижчою за середній по Україні показник.

Через кліматичні зміни й сезонні посухи зменшився середньорічний стік малих річок області, що призводить до зниження доступу до води для потреб сільського господарства, населення, промисловості. Крім того, підземні води в Житомирській області використовуються обмежено через незначні запаси й проблеми з якістю (підвищений вміст заліза, марганцю, нітратів).

Сучасний стан басейну Дніпра викликає тривогу у зв'язку з:

- екологічною деградацією малих річок;
- низькою якістю води у водосховищах;
- високим ступенем зарегульованості русел;
- зменшенням здатності до самовідновлення;
- активним поширенням інвазивних водних видів.

Водночас басейн має великий потенціал для екологічної реставрації – відновлення заплав, модернізація очисних споруд, екологічне нормування за європейськими стандартами, запровадження інтегрованого управління водними ресурсами на основі річкових басейнових рад, як це передбачає Водна рамкова директива ЄС.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ. ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

2.1. Умови проведення досліджень

Житомирська область є адміністративною одиницею, створеною 22 вересня 1937 року. Її центром виступає місто Житомир. Розташована у північно-західному сегменті Придніпровської височини, вона займає центральну частину Поліської низовини на лесових підвищених рівнинах. Географічно область лежить на північному заході України та межує: на півночі – з Гомельською областю Республіки Білорусь, на заході – з Хмельницькою та Рівненською, на сході – з Київською, а на півдні – з Вінницькою областями. Територіальна площа становить 29,9 тис. км², що еквівалентно 5% площі всієї України.

Географічний центр регіону розміщено у селі Кам'яний Брід (нині Звягельського району). Адміністративно область включає 23 райони, 5 міст обласного підпорядкування, 6 міст районного значення, 43 селища міського типу та 1619 сільських населених пунктів. Дистанція між крайніми західною та східною точками сягає близько 170 км, а з півночі на південь – орієнтовно 230 км.

Ґрунтово-кліматичні умови є сприятливими для ведення сільського господарства та розвитку лісового комплексу. Житомирщина також вирізняється складною й густою гідрографічною мережею – тут протікає 246 річок загальною довжиною майже 6000 км, а також близько 2500 струмків. Водна система області належить до басейнів річок Прип'ять і Дніпро. На водних артеріях облаштовано понад 40 водосховищ. Живлення річок має змішаний тип: переважає тале весняне, доповнене літньо-осінніми опадами і в меншій мірі – підземними водами.

Область є однією з найлісистіших в Україні, з великою часткою надмірно зволжених і заболочених територій. Вона входить до Західноукраїнської геоботанічної підпровінції. Ліси покривають приблизно третину території. У поліській зоні домінує деревна, лучна й болотна рослинність. Серед дерев переважають сосна, береза, вільха, дуб і осика. Лучні угіддя (понад 10% площі

зони) вирізняються багатим флористичним складом: лисохвіст, осока, щавель, калюжниця, хвощ. Болота представлені гіпновими мохами та вологостійкими травами. Антропогенний вплив (осушувальні заходи, вирубка лісів) призвів до зменшення площ лісів і боліт, що спричинило активізацію елювіальних, глейових і ерозійних процесів.

Житомирська область характеризується значною динамікою міграцій, що істотно вплинуло на демографічну структуру: відбувається перерозподіл між сільським і міським населенням. Середній показник густоти населення становить 48,3 осіб на 1 км², причому найвищі показники зафіксовані у південних районах.

Геологічно регіон розташований у межах північно-західної частини Українського кристалічного щита. За еколого-кліматичними особливостями область охоплює дві природні зони – Полісся та Лісостеп. Вони мають різну геологічну структуру, рельєф та гідрологічні особливості, що визначають характер землекористування.

Полісся займає північ і центр області. Це акумулятивна рівнина з окремими підняттями кристалічних порід (висотою 8–10 м, подекуди до 20 м) та моренними пагорбами (1–7 м). Північ регіону вирізняється Словечансько-Овруцьким кряжем – геоморфологічним утворенням шириною 5–20 км і висотою до 80 м. Абсолютні висоти коливаються в межах 127–320 м, поступово знижуючись у північному та північно-східному напрямках. Через слабку випаровуваність ґрунтів Полісся має промивний тип водного режиму. У результаті відбувається переміщення органічних і мінеральних речовин у глибші горизонти ґрунту.

Лісостеп займає південно-західну й частково південну частини регіону. Поверхня тут переважно лесова, розчленована ярами та балками. Найвищі абсолютні позначки спостерігаються на півдні (до 311 м), поступово знижуючись до 230–237 м у напрямку півдня.

Ґрунтоутворюючі породи Житомирщини – це переважно морени, водно-льодовикові відклади, леси. Менше поширення мають алювіальні, делювіальні, елювіальні відклади та глини. Моренні та льодовикові породи є менш сприятливими для формування родючих ґрунтів. Натомість лесові породи,

поширені в лісостеповій зоні та подекуди у вигляді "лесових островів" у Поліссі, сприяють розвитку високоякісних ґрунтів.

У геологічній структурі області беруть участь відклади різного геологічного віку – від докембрію до четвертинного періоду. Це свідчить про складну історію геологічного розвитку та високу потенційну різноманітність природних ресурсів.

Територія Житомирської області вирізняється складною геологічною структурою, що формувалася протягом мільйонів років. Найдавнішими за віком є докембрійські кристалічні породи, які займають значні площі регіону. Вони залягають на незначній глибині, часто безпосередньо під четвертинними відкладами, а місцями виходять на денну поверхню. Ці породи представлені переважно кварцитами, гнейсами, лабрадоритами та гранітами – мінералами, що утворилися переважно внаслідок ефузивних процесів вулканічного походження [6], [7].

Особливо багата на цінні геологічні утворення вододільна частина між річками Тетерів, Гуйва та Гнилоп'ять, де виявлені поклади мігматитів – метаморфічних порід, що є продуктом часткового плавлення гірських масивів. Зі стратегічної точки зору важливою структурою є Коростенський плутон – велике геологічне тіло, яке сформувалося у середньому протерозої. У його складі виявлено рогові обманки, біотити, кварци та інші породи, що мають як будівельне, так і геохімічне значення [7].

Овруцьке підвищення, що охоплює північні райони області, характеризується породами верхнього протерозою. Тут поширені діабазити та порфірити – темнокольорові ефузивні гірські породи, що мають високу міцність і часто використовуються як будівельний матеріал. Ці докембрійські комплекси зазнали тривалого вивітрювання та перекриті товщею осадових відкладів – зокрема каолінами, товщина яких може сягати до 10 метрів [26], [7].

Юрські відклади регіону представлені переважно глинами з включеннями піску та піщаника, а також вторинними каолінами. Часто трапляються вкраплення лінзоподібних прошарків пісків та піщаників, що свідчить про змінність умов седиментації у період юри [17]. Крейдовий період на території області залишив по собі значні осади сеноманського, туронського та сенонського ярусів. Вони

виражені зеленувато-сірими та темно-сірими пісками, з включеннями кременю та піщаника. Глибина їх залягання коливається в межах від 3,8 до 48 метрів, що створює передумови для розвитку місцевих підземних водоносних горизонтів [6].

Відклади палеогенової системи представлені бучацькими, київськими й харківськими горизонтами. Вони сформовані переважно з кварцево-глауконітових пісків, часто з включеннями фосфоритових конкрецій, мергелю та глин [6]. Неоген представлений полтавською свитою, характерною для неогенового періоду, у якій спостерігаються строкаті глини та світлі піски сарматського ярусу. Ці породи активно залучаються в будівельній галузі завдяки своїм пластичним та фізико-хімічним властивостям.

Четвертинні відклади є найбільш поширеними та вкривають майже всю територію області. Їх потужність варіює залежно від морфологічних особливостей рельєфу: на моренах – 1–10 м, у зонах водно-льодовикових відкладів – 2–5 м, а на лесах сягає 10–12 м [45].

З погляду гідрогеології, Житомирщина поділяється на два основні райони:

1. Північно-західна частина Українського кристалічного щита – тут породи докембрійського віку залягають близько до поверхні. Вони характеризуються розвиненою тріщинуватістю, що сприяє фільтрації атмосферних опадів і формуванню тріщинних підземних вод. Найсприятливіші умови спостерігаються в північній частині району, де покрив представлений водопроникними пісками [8].

2. Північно-східний схил кристалічного щита – територія Дніпровсько-Донецької западини, де докембрійські породи вкриті потужною товщею осадових відкладів палеозойського, мезозойського та кайнозойського віку. Тут формуються артезіанські водоносні горизонти, що приурочені до четвертинних, неогенових, палеогенових та верхньокрейдових відкладів [18].

Однак сучасні умови використання земельних ресурсів області залишають бажати кращого. Внаслідок великої розораності сільськогосподарських угідь, недотримання науково обґрунтованих сівозмін, дефіциту органічних і мінеральних добрив, а також монокультурного землеробства, спостерігається деградація

ґрунтів. Це актуалізує необхідність раціонального використання землі з урахуванням її агроекологічного потенціалу [22].

Ґрунтовий покрив області формується під впливом рельєфу, гідрометеорологічних умов і типів ґрунтоутворюючих порід. Найбільш поширеними є дерново-підзолисті ґрунти, що займають 67 % сільськогосподарських угідь у поліській частині області. Найбільш родючими є дерново-слабо- і середньо-підзолисті супіщані та суглинкові відміни, хоча їх площа становить не більше 14 %. Піщані та глинисто-піщані ґрунти мають найнижчу природну родючість. Основні недоліки цих ґрунтів – кисла реакція, низький вміст гумусу, незадовільні водно-повітряні характеристики та бідність на поживні речовини [20].

Особливістю поліських ландшафтів є строкатість природних комплексів: невеликі ділянки з різними ґрунтовими характеристиками часто змінюють одна одну. Найродючіші ґрунти – світло-сірі легкосуглинкові, поширені переважно в південних районах. Дернові глейові ґрунти – ще один характерний тип, який формується в умовах надмірного зволоження на пониженнях рельєфу. Вони є досить продуктивними, однак також потребують відповідних меліоративних заходів [20].

Таким чином, геолого-геоморфологічна будова Житомирщини створює складну, але потенційно продуктивну основу для сталого природокористування. Її вивчення є надзвичайно важливим для планування аграрного розвитку, охорони водних ресурсів та реалізації екологічно збалансованої стратегії управління земельними і мінеральними ресурсами регіону.

У межах Полісся, північної частини Житомирської області, лучні ґрунти практично відсутні в центральній зоні, за винятком окремих ділянок у Малинському районі. Тут їхня площа незначна, і лише в районах заплав річок, де активні повеневі процеси, ці ґрунти займають понад 17 тис. га. Основна їхня особливість – оглеєність, що спричиняє несприятливий водно-повітряний режим, ускладнюючи агровикористання. В цілому, перезволоження є однією з ключових природних ознак Полісся, що обумовлює утворення болотних ґрунтів. Ці ґрунти часто формують складні комплекси з дерновими та дерново-підзолистими, які

також мають підвищену вологість. Частка болотних оторфованих ґрунтів у структурі сільськогосподарських угідь не перевищує 7 %, однак їх присутність формує характерну строкатість та дрібноконтурність ландшафтів регіону [27].

Надмірна вологість характерна майже для всіх ґрунтових типів регіону. Зокрема, серед дерново-підзолистих ґрунтів понад 64 % представлені глейовими та глеюватими різновидами, які без заходів щодо регулювання водного режиму не придатні для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Тим не менш, значна частина таких ґрунтів використовується в складі орних земель, тоді як дернові, лучні глейові та болотні ґрунти найчастіше зайняті під сіножаті [17].

У лісостеповій зоні області, завдяки помірнішому зволоженню, на лесових та лесовидних ґрунтоутворюючих породах, багатих на кальцій, сформувалися значно родючіші ґрунти, ніж на Поліссі. У північній частині цієї зони – в межах Любарського, Бердичівського, Попільнянського районів – переважають опідзолені типи: сірі, темно-сірі та опідзолені чорноземи. Південніше домінують чорноземи малогумусні – як глибокі, так і неглибокі. Їх гранулометричний склад варіює від легкосуглинкового в опідзолених ґрунтах до середньосуглинкового у чорноземах. У крайньому півдні області переважають чорноземи з піщаним або піщано-середньосуглинковим складом, а також окремі ділянки з карбонатними чорноземами [4], [9].

Особливу увагу заслуговують Ружинський, Любарський та Попільнянський райони, де зафіксовано значне поширення середньо- і сильноеродованих типових чорноземів. Ці ґрунти часто розчленовані яружно-балковими формами рельєфу, що посилює схильність до водної ерозії. На Поліссі найсерйознішою загрозою стабільності ґрунтового покриву є висока частка перезвожених, заболочених і кислих земель. Додатковим негативним чинником є радіоактивне забруднення, спричинене аварією на ЧАЕС, що охоплює значні площі. Також активізовані процеси ерозії та дефляції, що посилюють деградацію ґрунтів у всій області [12].

У лісостеповій зоні основним деградаційним чинником є ерозія, особливо в районах із вираженим рельєфом. В цілому по області найбільше негативне навантаження на орні землі формують: перезволоження, забруднення радіонуклідами та ерозійні процеси. Це вимагає комплексного впровадження

заходів для підвищення екологічної стійкості агроландшафтів та збереження продуктивності земель [38].

Кліматичні умови регіону також відіграють важливу роль у формуванні ґрунтового покриву та агрокліматичного потенціалу. Житомирська область розташована в межах вологого, помірно теплого кліматичного поясу. Клімат – помірно континентальний з вологим літом і відносно м'якою зимою. Середня температура січня становить $-5,7^{\circ}\text{C}$, липня – $+18,9^{\circ}\text{C}$. Абсолютні температурні коливання досягають $-35\ldots-40^{\circ}\text{C}$ узимку та $+35\ldots+40^{\circ}\text{C}$ влітку. Вплив на мікрокліматичні умови мають сонячна радіація, атмосферна циркуляція, рельєф, ступінь лісистості й заболоченості території. Зими в регіоні змінюються за характером, коливаючись у межах $5\text{--}7^{\circ}\text{C}$. Літо зазвичай вологе: на нього припадає до 45 % річної суми опадів [4].

Середньорічна температура повітря за багаторічними спостереженнями становить $+6,9^{\circ}\text{C}$. Останні весняні заморозки, як правило, спостерігаються у третій декаді травня, а перші осінні – у другій декаді вересня. Середня глибина промерзання ґрунтів взимку – 44 см, максимальна – до 101 см. Висота снігового покриву коливається в межах 20–30 см. Вегетаційний період з температурами понад $+10^{\circ}\text{C}$ триває в середньому 158 днів. Сума активних температур у межах області коливається в межах 2390–2520 $^{\circ}\text{C}$ [4].

Особливості метеорологічного режиму мають безпосередній вплив на міграцію ксенобіотиків у системі «ґрунт – підземні води». Температурні, гідрологічні та кліматичні показники впливають на швидкість трансформації хімічних сполук, рухливість елементів та структуру біоценозів. Зміни у кліматі можуть не лише посилити процеси деградації ґрунтів, але й вплинути на функціональність екосистем у цілому.

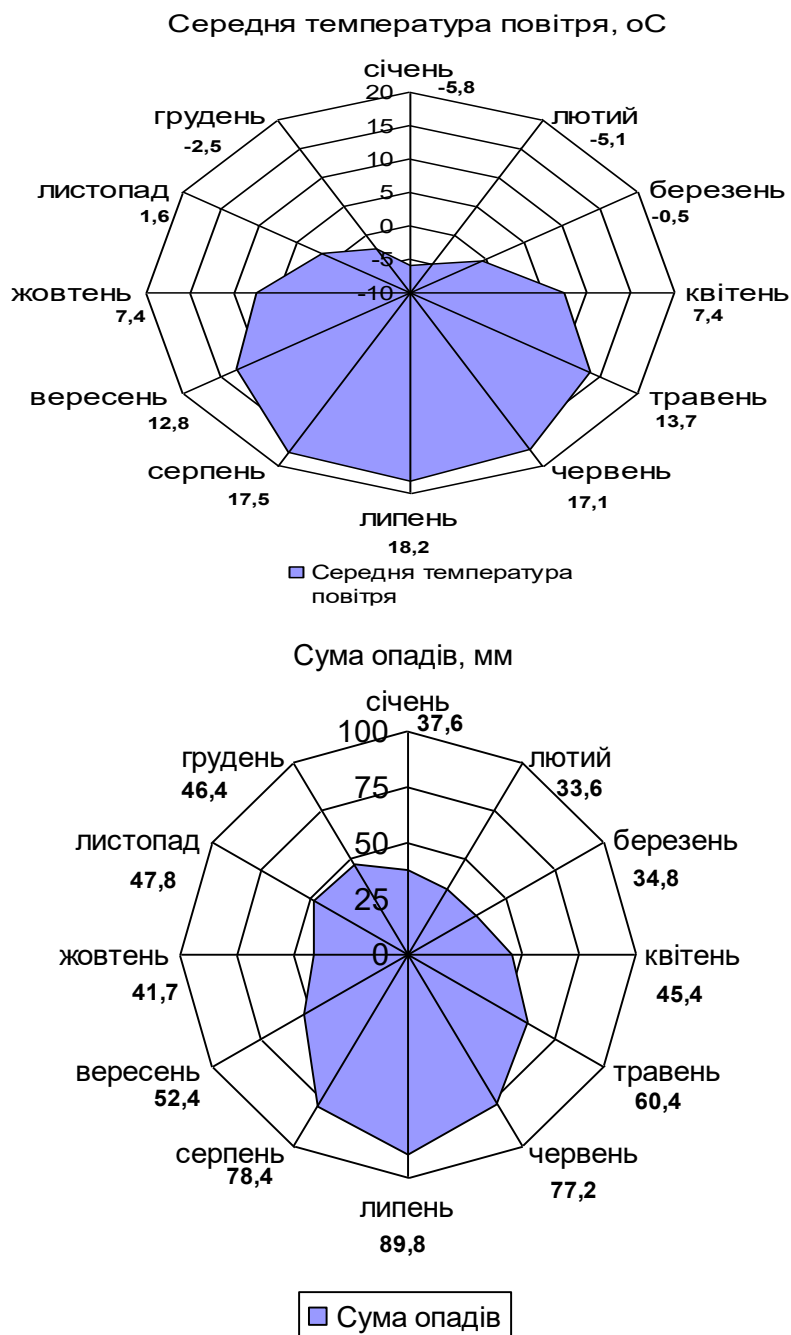


Рис. 2.1. Кліматограма Житомирської області

Параметри метеорологічного режиму є визначальними для формування водного балансу регіону, зокрема щодо фільтраційного надходження опадів у підземні горизонти, а також активності міграційних потоків забруднювачів, зокрема ксенобіотиків. Коливання вмісту останніх у підземних водах часто прямо пов'язані зі змінами метеофакторів – температури повітря, опадів, глибини промерзання ґрунту, вологості, тривалості безопадного періоду тощо [2], [14].

Найхолоднішим місяцем року на території Житомирської області традиційно є січень. У цей період кількість днів із від'ємною температурою досягає максимуму, а середня місячна температура повітря коливається в межах від -1,7 до -10 °С. Такі температури зумовлюють глибоке промерзання верхніх шарів ґрунту, що впливає на інфільтрацію вод, утворення застійних зон та процеси біохімічного перетворення забруднюючих речовин у геологічному середовищі.

Аналіз багаторічних спостережень засвідчив, що середньомісячні значення температури повітря можуть істотно відхилятися від усереднених багаторічних показників. Це відображає коефіцієнт варіації (CV), який у спостережуваному діапазоні становить від 9,1 % до 133,7 %. Найвища варіативність температурних показників зафіксована саме у зимовий період – у січні, лютому та грудні – де CV коливається в межах 104,2–133,7 %, що свідчить про значні коливання температур у ці місяці. Такі флуктуації мають суттєвий вплив на фізико-хімічні умови міграції забруднювачів: різке зниження температури може уповільнити процеси розкладання сполук, натомість періоди зимових відлиг активізують горизонтальну міграцію розчинених речовин.

Натомість у весняно-літній період (з квітня по вересень) температурні показники відзначаються стабільністю. У цей проміжок коефіцієнт варіації коливається в межах 6,9–12,2 %, що свідчить про однорідність температурного фону та загалом відповідність багаторічним спостереженням. Така рівномірність температур створює передумови для інтенсивнішого випаровування, активізації біохімічних процесів у ґрунтах і водоносних горизонтах, і, відповідно, впливає на трансформацію органічних забруднювачів (рис. 2.1), (рис. 2.2).

Таким чином, сезонні зміни метеорологічних умов чинять безпосередній вплив на динаміку та характер міграції ксенобіотиків у системі "ґрунт–підземні води", обумовлюючи як ризики забруднення водоносних горизонтів, так і перспективи розробки адаптивних моделей екологічного моніторингу та захисту водних ресурсів. У зв'язку з цим вивчення метеофакторів у контексті регіональної гідрогеології набуває дедалі більшої актуальності.

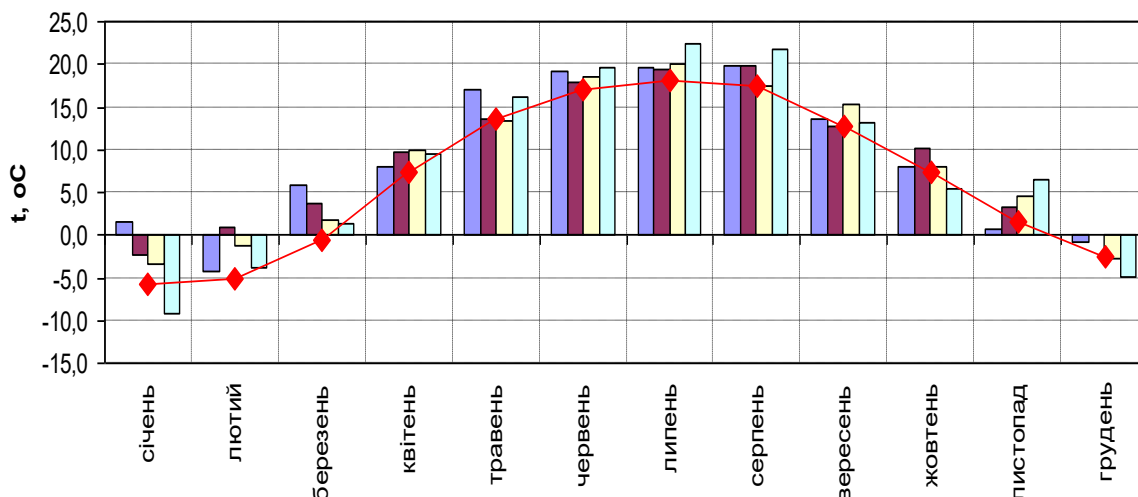


Рис. 2.2. Хід середньомісячних температур повітря впродовж 2021-2024 рр.

Упродовж весняного періоду, починаючи з 2021 року й упродовж наступних років спостережень, флуктуації добових температур повітря, що переходять через позначку $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, традиційно фіксуються на початку другої декади березня. Саме в цей час відбувається активний перехід ґрунтової поверхні від зимових умов до весняного прогріву. Після снігопаду, розпочинаючи з квітня, температура повітря різко зростає у такт змінам сонячної радіації, а ґрунт, очищений від снігового покриву, починає швидке прогрівання [2], [14].

Активне підвищення температури повітря слідує за річним ритмом сонячного випромінювання. Через це найвищі температури спостерігаються не в червні, а в липні: середньомісячні показники від $18,9$ до $20,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ підтверджують цю тенденцію. Подібна сезонність характерна для багатьох метеостанцій області, зокрема дані Житомирської політехніки за 2014–2024 рр. підтверджують закономірну циклічність температурної змінності [11].

Аналіз температурного режиму для періоду 2021–2024 років показує, що найбільш виражене підвищення середньомісячної температури зафіксоване в такі періоди:

- січень–березень 2022 та 2023 років: середнє відхилення від кліматичної норми на $+1,0 \dots +1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- липень–серпень 2023 року: аномальне потепління на $+2,0 \dots +2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- грудень 2021 – нетипово тепла гідрометеорологічна ситуація з добовими коливаннями до $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ норми [7], [8], [12].

З іншого боку, спостерігалася і «холодна» аномалія – особливо в лютому 2022 та зимових місяцях 2023 року, коли температури знижувалися на 2–3 °C порівняно з багаторічними значеннями. Наприклад, у січні 2023 року мінімальна температура упала до -25...-28 °C в окремих випадках (докладні дані – у регіональній доповіді за 2023 рік) [12].

Варіабельність температур – коефіцієнт варіації (CV) – у зимові місяці, згідно звіту 2024 року, залишалася високою (CV = 110–130 %), у той час як весняно-літні місяці (квітень–вересень) мали значно нижчі значення варіації (CV = 8–14 %), що підтверджує їх більшу стабільність [11].

Такі температурні передумови безпосередньо впливають на ґрунтово-гідрологічні процеси:

1. Перехід через 0 °C – в умовах водно-ґрунтової нестабільності – стимулює максимум інфільтрації талих та дощових вод, що активізує перерозподіл ґрунтової вологи;
2. Підвищення температури в період фази росту призводить до руху ксенобіотиків у глибші горизонти та далі в систему «ґрунт-підземні води», особливо в умовах неотрегульованого водного балансу;
3. Температурні аномалії (як позитивні, так і негативні) змінюють спосіб міграції мікрозабруднювачів, що потребує адаптивного підходу до формування захисних технологій і моніторингу [2], [14].

Таким чином, широкий спектр температурних коливань після 2021 року свідчить про високий рівень кліматичної нестабільності в регіоні. Це зумовлює найвищі весняні флуктуації інфільтрації та переміщення забрудників у ґрунтових і водоносних горизонтах. Для формування ефективної системи екологічного моніторингу необхідно враховувати не лише середньомісячні температури, а й добові стандарти коливань, що мають критичне значення для інженерно-екологічного прогнозування.

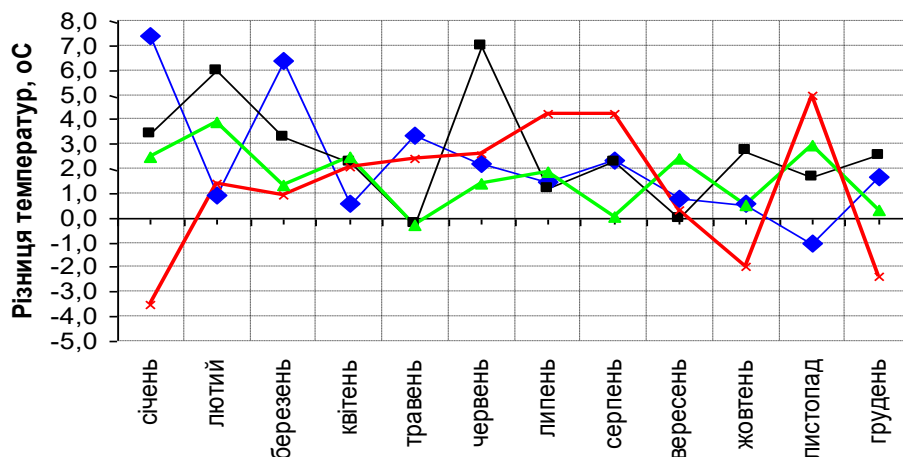


Рис. 2.3. Відхилення середньомісячних температур повітря від середньої багаторічної норми за 2021-2024 рр.

Таким чином, температура повітря на території Житомирської області залишається помітно варіабельною між місяцями, водночас демонструючи близькі показники, що стабільно повторюються протягом років з 2021 року. Аналогічна тенденція спостерігається і щодо розподілу опадів – їх кількість поступово зменшується з північного заходу на південний схід регіону. Через це в межах області виділяються два агрокліматичні райони: північно-західний та південно-східний [42].

У північній частині області щорічно випадає приблизно 600 мм опадів, а на півдні – 570 мм (що еквівалентно близько 6470 м³ води на 1 га), з максимальною інтенсивністю у літній період. Середньорічний показник числа опадових днів складає 157, з яких близько 97 днів – дощі, 41 день – снігопади, а решта – змішані форми опадів. Середньомісячна відносна вологість повітря становить 78 %.

Серед несприятливих явищ клімату характерні довготривалі бездошові періоди – до 60 днів, можливість посух і суховіїв, інтенсивні зливи тривалістю 1–2 дні (рідше – 4–6 днів), а також градові опади [42].

За період 2021–2024 років кількість опадів значно варіювала – коефіцієнти варіації (CV) становили від 38,1 % до 114,8 %. Прикладом можуть слугувати теплі зими та посушливе літо 2021 року, коли липневі опади перевищили середньорічну норму на +30–60 мм, або навпаки – у серпні 2022 року була зафіксована засуха з недобором опадів на понад 40 мм. У 2023 році відзначено надмірну кількість дощів у травні (+50 мм до середнього рівня), а в 2024 році – дефіцит опадів у квітні та

вересні (на 35–45 мм нижче нормативу). Такі коливання ілюструє рис. 2.4, що свідчить про значну нерівномірність водопостачання з погодженням із статистичними даними [42].

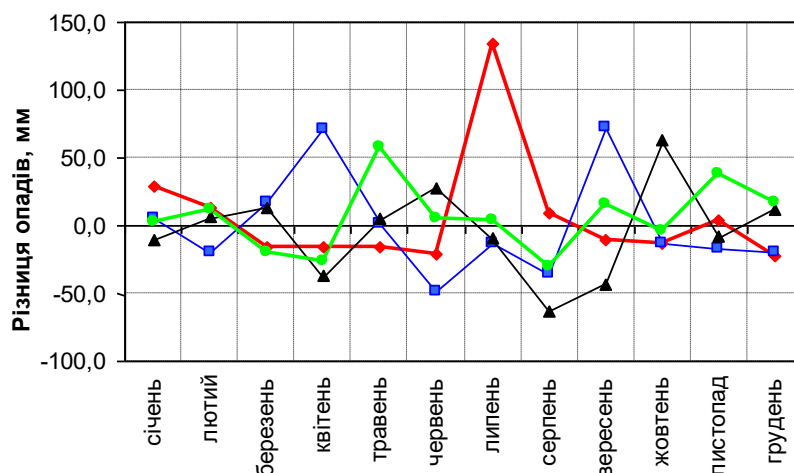


Рис. 2.4. Відхилення кількості опадів від середньої багаторічної норми за 2021-2024 рр.

Найбільша кількість опадів за останні роки спостерігалася в липні 2021 року, коли сумарна кількість дощів сягнула 226,3 мм, що майже в 2,5 раза перевищило середню багаторічну норму. Таке надмірне зволоження спостерігалось на більшій частині північно-західної частини області й супроводжувалося локальними підтопленнями сільськогосподарських угідь.

Натомість найменша кількість опадів зафіксована в квітні та вересні 2022 року – відповідно 8,6 мм та 9,1 мм, що становить лише 18–20 % від кліматичної норми цих місяців. У перерахунку на коефіцієнти зниження, це в 5,4 та 5,8 раза менше порівняно з середньобагаторічними значеннями. Ці показники свідчать про надзвичайно посушливі умови, особливо небезпечні для озимих і пізніх культур (рис. 2.5).

Такі коливання кількості опадів свідчать про посилення кліматичної нестабільності в регіоні та необхідність запровадження адаптивних заходів водозбереження в агросекторі, зокрема мульчування, крапельного зрошення та застосування посухостійких сортів культур.

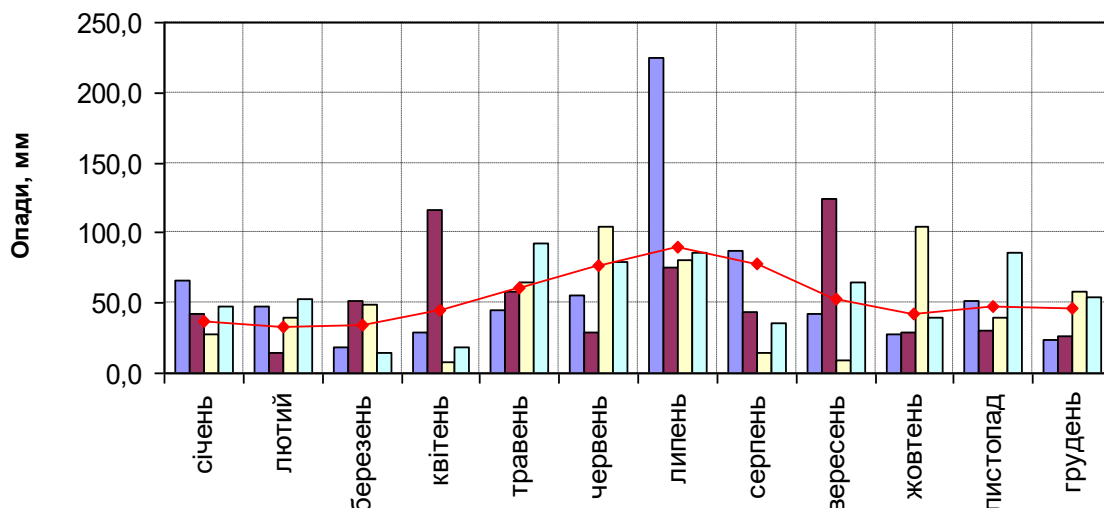


Рис. 2.5. Динаміка кількості опадів впродовж 2021–2024 рр.

Річний хід опадів на території Житомирської області впродовж 2021–2024 років характеризується чітко вираженим максимумом у літній період, зокрема в липні, коли кількість опадів коливалася в межах від 47,5 до 299,9 мм, і мінімумом – у січні (21–74,5 мм). Початок активного зростання місячних сум опадів зазвичай припадає на березень та квітень, однак особливо інтенсивне зволоження відзначається в травні, червні та вересні. Цей тренд підтверджується даними багатьох агрометеорологічних станцій області.

Аналіз даних за 2021–2024 роки показав особливі умови вологозабезпечення – зокрема, зафіксовані суттєві відхилення кількості опадів від середньої багаторічної норми. Найменші об'єми опадів були зареєстровані у квітні 2022 року – лише 18,5 %, серпні 2022 року – 18,6 %, та вересні 2023 року – 16,9 % від середньої кліматичної норми. Навпаки, жовтень 2021 року відзначився значним надлишком – на 151,2 % більше за норму.

Зміна сезонів в області здебільшого відбувається поступово, без різких переходів. Водночас, у весняний період загальна кількість опадів, за винятком аномального 2022 року, була в 1,5–2 рази меншою, ніж у літній сезон, але вдвічі більшою, ніж у зимові місяці.

Температурний режим у період 2021–2024 рр. також демонстрував виразні варіації. Максимальна середньорічна температура повітря зафіксована у 2022 та 2023 роках – близько +9,0 °С, тоді як найнижча – у 2021 році, становила +7,4 °С.

Відзначено також, що у 2023 році середньорічна температура підвищилась на 0,2 °C порівняно з 2021 роком, а впродовж 2022 року – на 1,3 °C відносно попереднього.

Ураховуючи специфіку проведеного дослідження, найбільш доцільним для розробки ефективної стратегії управління якістю питної води у сільських населених пунктах Житомирської області є адміністративно-територіальний підхід. Такий підхід дозволяє не лише комплексно врахувати просторові особливості регіону, а й забезпечити системну організацію розвитку сільської інфраструктури, включаючи мережі централізованого водопостачання, каналізування та санітарного контролю.

Особливо актуальним стає завдання мінімізації ризиків забруднення питної води у межах сільських селітебних територій, де доступ до якісних водних ресурсів є обмеженим, а вплив аграрного, побутового та техногенного чинників суттєво зростає. У цьому контексті одним із ключових інструментів контролю є визначення модального значення – показника, що дозволяє виявити типовий рівень вмісту ксенобіотиків (наприклад, нітратів, пестицидів, важких металів) у воді на певній адміністративній одиниці. Застосування модального аналізу допомагає виявити територіальну закономірність розповсюдження забруднювальних речовин і забезпечує підґрунтя для прийняття регіонально орієнтованих рішень у сфері охорони водного середовища.

Геолого-геоморфологічні умови Житомирської області є ключовим фактором, що обумовлює формування природного гідрологічного режиму та особливостей водоносних горизонтів. Регіон характеризується значним розповсюдженням кристалічних порід докембрійського віку, які перекриті осадовими утвореннями мезозойського і кайнозойського періоду, а також четвертинними відкладами. Така геологічна будова сприяє формуванню різнотипних водоносних горизонтів, як тріщинних (у межах кристалічних порід), так і порових (у піщано-глинистих породах четвертинного та неогенового віку).

У сукупності з геоморфологічним різноманіттям – наявністю кряжів, акумулятивних рівнин, моренних підвищень – та кліматичними особливостями помірно вологого поясу, ці чинники створюють природні умови для накопичення, циркуляції та самоочищення підземних вод. Проте, з іншого боку, вони також

обумовлюють різний ступінь вразливості водоносних горизонтів до забруднення, зокрема в умовах порушення агротехнічних норм, несанкціонованого розміщення відходів та неефективного водовідведення.

Тому, для забезпечення екологічної безпеки та водної стійкості сільських територій, необхідно враховувати не лише соціально-економічні аспекти, а й природно-географічні та гідрогеологічні параметри територій. Адміністративно-територіальний підхід у поєднанні з моделюванням просторового розподілу забруднень дозволяє створити науково обґрунтовану основу для прийняття стратегічних управлінських рішень у сфері охорони водних ресурсів.

2.2. Програма досліджень

У межах реалізації екологічного моніторингу та оцінки стану водних екосистем Житомирської області, басейн річки Тетерів розглядається як еталонна система. Його природні характеристики, гідрографічна розгалуженість та часткова збереженість у відносно стабільному екологічному стані дозволяють використовувати басейн як модель для оцінки антропогенного навантаження та деградаційних змін у поверхневих водах Полісся.

Для реалізації комплексної критеріальної оцінки стану водних об'єктів у межах цього басейну застосовано методи математичної статистики, які дали змогу інтерпретувати багаточисельні параметри гідрохімічних, гідробіологічних і токсикологічних показників.

Оцінювання здійснювалося за багатопараметричною системою, що включала низку груп критеріїв:

- Фізико-хімічні показники (температура, водневий показник рН, мінералізація, електропровідність, вміст кисню тощо),
- Гідрохімічні індикатори забруднення (БСК₅, ХСК, вміст азотистих сполук, фосфатів, нафтопродуктів, важких металів),
- Біологічні показники (видовий склад фітопланктону, сапробність води, кількість зоопланктону, біомаса тощо),
- Токсикологічні критерії (наявність ксенобіотиків, ПАР, пестицидів, хлорорганічних сполук тощо).

Для узагальнення результатів і порівняння стану водних тіл, значення кожного показника були усереднені відповідно до площі суббасейнів, тобто з урахуванням гідрографічної структури території.

Цей підхід дозволяє уникнути спотворень при інтерпретації даних, що можуть виникнути у випадку рівноцінного врахування гідрологічно нерівнозначних ділянок (наприклад, малих приток і магістральної течії Тетерева).

Результати оцінювання дозволяють виділити зони підвищеного екологічного ризику, нейтральні або буферні зони, а також умовно еталонні ділянки, які зберігають природний стан або знаходяться під мінімальним антропогенним тиском.

У підсумку така методика створює наукове підґрунтя для прийняття управлінських рішень, спрямованих на збереження водних ресурсів, регіональну екологічну безпеку та обґрунтування природоохоронних заходів у межах басейну р. Тетерів.

З метою дослідження просторово-часових закономірностей змін екологічного стану водних об'єктів у межах басейну річки Тетерів розроблено графоаналітичну модель, що базується на використанні регресійного аналізу для визначення взаємозв'язку між основними антропогенними та природними чинниками і якісними показниками стану води.

Для статистичного аналізу залучено:

- Багаторічні гідрометеорологічні спостереження (температура, кількість опадів, глибина снігового покриву, коефіцієнт випаровування),
- Рівні застосування агрохімікатів (мінеральних і органічних добрив),
- Обсяги стічних вод і вміст забруднювальних речовин (БСК₅, ХСК, важкі метали, нітрати, фосфати, ПАР тощо),
- Показники навантаження на ґрунтово-водне середовище з боку сільського господарства, промисловості та побутових джерел.

Для розрахунків водних балансів за багаторічний період і характерні за стоком роки використано рівняння

$$P = Q_n + Q_{gr} + E \pm \Delta S, \quad (2.1)$$

де P - атмосферні опади; Q_n і Q_{gr} - поверхневий і підземний стік; E - сумарне

випаровування; $\pm \Delta S$ - внутрірічний перерозподіл запасів вологи з одних сезонів і періодів в інші, включаючи нев'язки водного балансу і помилки визначення окремих його елементів. Всі складові водного балансу визначалися в мм і незалежно один від одного.

Водні баланси для річкових водозборів розраховані за гідрологічні роки, за початок яких приймався перший осінній місяць, коли закінчувався річний цикл накопичення та витрачання вологи, а її запаси знижувались до найменших значень. При цьому зберігалось співвідношення $P > Q + E$, де Q - сумарний стік. За кінець гідрологічного року приймався останній літній місяць або перший осінній, коли в замкнених річкових басейнах мало місце протилежне співвідношення $P \leq Q + E$.

Середній шар атмосферних опадів за багаторічний період і характерні роки в межах розрахункових басейнів визначався як середнє арифметичне із даних всіх пунктів. За критерій рівномірного їх розміщення на водозборах приймалося співвідношення $0,5 < f_{\min}/f_{\max} \leq 1,0$, де $f_{\min}$ і $f_{\max}$ - найменша та найбільша площі, на які розповсюджуються показники окремих опадомірів. Для розрахунків використані дані 159 опадомірних пунктів, з яких 60 метеостанцій і 99 постів.

Підземна складова (h_{gr}) сумарного стоку за окремі місяці і сезони визначалась шляхом розчленування гідрографів сумарного стоку за найменшими середніми місячними витратами води багаторічного періоду. Поверхневий шар стоку (h_n) обчислювався за формулою

$$h_n = h - h_{gr}. \quad (2.2)$$

Для визначення природного стоку враховувались забори та скиди води, безповоротне водокористування, додаткове випаровування з водної поверхні ставків і водосховищ.

Природний стік (Q_n) розраховувався за формулою

$$Q_n = Q_{nb} - Q_c + Q_z + E_d, \quad (2.3)$$

де Q_{nb} - побутовий стік, Q_c - сумарна величина стоку, яка скидається в річку за розрахунковий період, Q_z - сумарна величина стоку, яка забирається на господарські потреби, E_d - додаткові втрати води на випаровування з водної поверхні ставків і водосховищ.

Додаткове випаровування обчислювалось за формулою

$$E_d = E_v - E_s, \quad (2.4)$$

де E_v - випаровування з водної поверхні ставків і водосховищ, E_s - випаровування з поверхні суші до побудови штучних водойм.

Сумарне випаровування з річкових басейнів визначалось за методом О.Р. Константинова. Його величина обчислювалась незалежно від інших складових водного балансу за місячні інтервали часу за даними стандартних спостережень за температурою і вологістю повітря на висоті 2 м з введенням поправок на інерційність. Річні величини випаровування визначались як сума місячних їх значень.

Обчислення випаровування за місяці конкретних років (E) проводились за формулою

$$E = E_z K_z K_e K_l K_u, \quad (2.5)$$

де E_z - місячні величини випаровування без врахування поправок; K_z - коефіцієнт шорсткості, для річкових водозборів приймався 6 см; K_e - поправочний коефіцієнт на опади, визначався в залежності від температури повітря і ступеня зволоженості території; K_l - поправочний коефіцієнт на турбулентний обмін, визначався в залежності від температури і вологості повітря, числа Ричардсона та швидкості вітру; K_u - поправочний коефіцієнт на швидкість вітру, обчислювався за формулою

$$K_u = 0.23 U\phi + 0.32, \quad (2.6)$$

де $U\phi$ - швидкість вітру на висоті флюгера.

Внутрірічний перерозподіл запасів вологи на водозборі з одних сезонів, періодів в інші визначався як залишковий компонент рівняння водного балансу. Ця складова включає також помилки обчислення чи визначення окремих складових водного балансу і його нев'язки.

Методи дослідження екологічного стану водних екосистем басейну річки Тетерів спиралися на комплексний міждисциплінарний підхід, який включав польові експедиційні роботи, лабораторні аналізи, теоретичні узагальнення, графоаналітичне моделювання та методи математичної статистики. Це забезпечило

високий рівень достовірності отриманих даних і дозволило створити обґрунтовані моделі динаміки якісного стану водних об'єктів.

Загальноприйняті наукові методи включали: метод гіпотез (вибір напряму дослідження), метод аналізу (розкриття структури досліджуваного об'єкта), метод синтезу (узагальнення й формування висновків), метод логічного узагальнення (виявлення закономірностей просторової та часової міграції ксенобіотиків у середовищі).

До спеціалізованих методів належали: лабораторні методи визначення кількісного вмісту хімічних сполук у пробах води й ґрунту, а також методи математичної статистики – оцінка достовірності результатів, встановлення кореляцій між факторами, виявлення тенденцій за допомогою коефіцієнта рангової кореляції Спірмена.

Відібрані проби води й ґрунту аналізували за державними та міжнародними стандартами. Зокрема:

Для води:

- Відбір проб – за ДСТУ ISO 5667-1:2003;
- рН – за ДСТУ 7525:2014;
- Загальна жорсткість – ДСТУ ISO 5667-1:2003;
- Хлориди – ДСТУ 7525:2014;
- Сульфати – ДСТУ ISO 5667-1:2003;
- Нітрати – ДСТУ ISO 5667-1:2003;
- Азот – ДСТУ ISO 5667-1:2003;
- Солі важких металів – ISO 8288-86.

Для ґрунтів:

- Відбір – методом «конверта» із використанням шурфів;
- рН – ДСТУ 8346:2015;
- Нітрати – ДСТУ 4729:2007;
- Важкі метали – ДСТУ ISO 11466.

Аналіз санітарно-хімічних та мікробіологічних показників якості води централізованих, децентралізованих джерел водопостачання та поверхневих

водойм проводився відповідно до методик Житомирської обласної санітарно-епідеміологічної станції [54].

Методика комплексної критеріальної багатопараметричної оцінки екологічного стану водних екосистем у межах басейну річки Тетерів включала використання зважених середніх арифметичних формул для узагальнення показників якості поверхневих вод з урахуванням площ басейнів. Для створення графоаналітичної моделі динаміки стану водних об'єктів було використано методи регресійного аналізу, а для перевірки адекватності впливу антропогенних факторів та кліматичних змін – критерій Стюдента (t).

Статистичні розрахунки ґрунтувалися на багаторічних гідрометеорологічних спостереженнях, даних про застосування мінеральних і органічних добрив, обсягах скидання забруднюючих речовин у басейні р. Тетерів. Методика дозволила оцінити водні баланси, природний стік та точність визначення окремих його складових.

У нашій роботі [46] було показано, що застосування лише статистичних критеріїв оцінки однорідності та стаціонарності рядів спостережень дає суперечливі результати. Наприклад, за критеріями Стюдента і Фішера (на рівні значущості 5 %) ряд спостережень по р. Тетерів виявився однорідним і стаціонарним, однак при використанні лінійного тренду – виявився нестабільним. Генетичний аналіз рядів із використанням сумарних та інтегральних кривих не виявив суттєвих змін у динаміці стоку, що свідчить про важливість поєднання статистичних і гідрогенетичних методів [47–49].

Подібні результати підтверджуються і в дослідженнях [50, 51], де аналізувалися сезонні гідрологічні та метеорологічні дані. Із 64 рядів спостережень статистично значимі тренди були виявлені лише у 7 випадках для водного стоку, у 2 – для температури повітря, і у 3 – для опадів. Це свідчить про циклічний характер змін, а не про стійкі тренди, що підтверджується гідрогенетичним підходом.

Аналіз весняного водопілля, льодового режиму, сезонної динаміки водного балансу й запасів води в снігу підтвердив, що всі основні гідрометеорологічні чинники демонструють циклічну закономірність. Тому при оцінюванні однорідності й динаміки стану водних ресурсів доцільно застосовувати комплексний аналіз, що включає як статистичні, так і гідролого-генетичні методи [54].

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ СТАНУ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Основу господарського комплексу Житомирської області формують численні галузі економіки, зокрема – промисловість, аграрне виробництво, транспортна інфраструктура та інші види підприємницької діяльності. За станом на 2021 рік на території регіону функціонувало приблизно 403 промислові підприємства, найбільше з яких зосереджено в містах Житомир, Бердичів, Коростень і Звягель (колишній Новоград-Волинський). У структурі промисловості лідирує харчова галузь – 17%, за нею йдуть скляна і порцеляново-фаянсова – 16%, виробництво молочної продукції – 6%, а також целюлозно-паперова індустрія, на яку припадає 5% від загального обсягу в межах України [8].

Особливою рисою області є забезпечення потреб країни в титановій сировині. Геологічні запаси області включають понад 85% апатитів і близько 89% кварцитів, що були детально вивчені геологічними розвідками. Водночас індустриальний сектор Житомирщини є вагомим фактором техногенного навантаження на природне середовище. До підприємств, які генерують найбільші обсяги забруднюючих викидів, належать АТ «Біомедскло», ЗАТ «Житомирський меблевий комбінат», ОПТМ «Житомиртеплокомуненерго», АТ «Комбінат силікатних виробів» і АТ «Житомирський м'ясокомбінат». Крім того, значного впливу на стан довкілля завдають комунальні служби та видобувні підприємства.

Сільськогосподарський сектор Житомирської області, тісно пов'язаний із природним середовищем, як частина агроєкосистеми, не лише експлуатує його ресурси, але й істотно впливає на екологічну рівновагу. Використання пестицидів, добрив, меліоративних заходів, а також інтенсивна трансформація землекористування змінюють якісні показники водних екосистем і ґрунтів. Через територію області проходять важливі нафтотранспортні артерії, зокрема нафтопровід «Дружба» та нафтопродуктопровід, що становлять потенційну екологічну загрозу для земель і водних джерел, особливо у випадку аварій чи витоків.

Окрему екологічну проблему регіону становить радіаційне забруднення, яке виникло внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Понад 9,8 тис. км² території, включаючи дев'ять районів і місто Коростень, потрапили у зону впливу радіонуклідів. Це призвело до зараження понад 347 тис. га сільськогосподарських угідь і 459 тис. га лісів, що суттєво ускладнило екологічну ситуацію, підвищило ризики для здоров'я населення та призвело до обмеження господарського використання значних площ земель.

Щодо формування гідрологічного та гідрохімічного режиму водних об'єктів Полісся, визначальними чинниками виступають антропогенні впливи: викиди в атмосферу шкідливих речовин, забір поверхневих вод для потреб промисловості й комунальних служб, скидання недостатньо очищених стоків, застосування мінеральних і органічних добрив, хімічних засобів захисту рослин, а також хімічне вапнування ґрунтів. Окрім того, суттєве значення має меліорація перезволожених ділянок, урбанізація територій, транспортне навантаження, а також трансформація природних ландшафтів унаслідок інтенсивного землекористування. Всі ці чинники впливають на зміну водно-хімічного складу вод, їх біологічну продуктивність і рівень токсикологічної небезпеки [8].

Таким чином, взаємодія промислових, сільськогосподарських і інфраструктурних елементів економіки з природними компонентами середовища створює складну і динамічну систему гідроекологічних зв'язків, що потребує інтегрованого підходу до управління водними ресурсами області.

Ці фактори сукупно визначають рівень гідрохімічного навантаження на водні ресурси, зумовлюючи якість питної води та стан поверхневих і підземних джерел. Для аналізу структури забруднення довкілля залежно від типів господарської діяльності використовуються дані, наведені в таблиці 3.1 (станом на 2021 рік).

Серед головних загроз для водного середовища в Житомирській області залишаються промислові підприємства, які здійснюють безпосередні скиди забруднюючих компонентів як в атмосферне повітря, так і у водні об'єкти шляхом відведення стічних вод. За оцінками на 2021 рік, обсяг надходження забруднюючих речовин в атмосферу з розрахунку на 1 км² площі водозбору річкових систем становить майже 3 тонни пилових і газоподібних речовин

щорічно.

Таблиця 3.1

Підприємства, забруднювачі навколишнього природного середовища [12]

Види економічної діяльності	Кількість підприємств, од	
	загальна	екологічно-небезпечних
1	2	3
Усі види економічної діяльності у тому числі:	915	364
Сільське господарство, мисливство, лісове Господарство (включаючи худобу)	211	10
Промисловість	323	132
Будівництво	39	14
Оптова та роздрібна торгівля; торгівля транспортними засобами; послуги ремонту	153	151
Діяльність готелів та ресторанів	2	-
Діяльність транспорту та зв'язку	28	8
Фінансова діяльність	7	
Операції з нерухомістю, здавання під найм та послуги юридичним особам	9	-
Державне управління	34	34
Освіта	46	-
Охорона здоров'я та соціальна допомога	40	-
Колективні, громадські та особисті послуги	23	15

Загальна маса викидів із пересувних і стаціонарних джерел забруднення в 2021 році сягнула близько 87,5 тисяч тонн. Основну частину цих викидів – понад 69,1 тис. тонн – становили забруднення від пересувних джерел, зокрема автотранспорту, на який припадає 64,6 тис. тонн. Варто підкреслити, що саме транспортна інфраструктура демонструє найбільш динамічну тенденцію зростання рівня забруднення – орієнтовно на 5% щороку.

У промисловому секторі найвідчутніше негативний вплив на якість атмосферного повітря чинять підприємства харчової, машинобудівної та будівельно-матеріальної промисловості. За останні роки особливо інтенсивним джерелом погіршення стану поверхневих вод стали гірничодобувні роботи на родовищах нерудної сировини [9]. Активізація антропогенної діяльності в межах

водозбірних басейнів істотно вплинула на гідрологічні умови: було порушено режим формування стоку, знижено природну здатність водних об'єктів до самоочищення [10].

Особливо негативно позначається на довкіллі використання вибухових технологій при розробці кар'єрів твердих гірських порід. Під час масових вибухів, при яких застосовується від 800 до 1200 тонн вибухових речовин, обсяг зруйнованої породи може досягати 6 мільйонів тонн. У результаті цього викидається до 150–200 тонн дрібнодисперсного пилу та 6000–8000 м³ токсичних газів [4]. Пилогазова хмара, яка утворюється внаслідок таких вибухів, піднімається на висоту до 250 метрів і може поширюватися на великі відстані відповідно до вітрових потоків. Об'єм цієї хмари іноді перевищує 15–20 мільйонів м³. Концентрація пилу в ній змінюється в широкому діапазоні – від 680 до 4250 мг/м³, а питома утворення пилу може сягати від 0,043 до 0,254 кг на кожен кілограм використаної вибухової речовини. Зі зростанням питомої витрати вибухівки вдвічі, пиловиділення може зрости в шість разів [11].

Таким чином, комбінація промислового навантаження, автотранспортних викидів та розробки корисних копалин створює потужний вплив на водні ресурси Житомирської області, що потребує посиленої екологічної оцінки, моніторингу та впровадження сучасних очисних і регуляторних технологій.

Переважає більшість продуктів вибуху – зокрема оксиди азоту, сірки та інші газоподібні сполуки – мають високу розчинність у водному середовищі та можуть вступати в хімічні реакції з водою, утворюючи відповідні кислоти (нітратну, сірчану) та солі. У результаті руйнування гірських порід під впливом вибухових робіт виникають процеси вимивання ґрунтовими водами розчинних мінеральних сполук, що містяться у пластах корисних копалин [12].

Аналіз спостережень демонструє, що найбільш поширеними забруднювальними компонентами ґрунтових та поверхневих вод після вибухових робіт є сполуки азоту – нітрити, нітрати та амонійні солі, які утворюються при розпаді вибухових речовин. Також у водне середовище надходять сульфати, іони магнію та кальцію, вивільнені внаслідок промивання зруйнованої породи. Це

призводить до зміни таких показників води, як твердість, лужність і кислотність (рН).

На жаль, це джерело забруднення вод досі вивчається переважно на експериментальному рівні, тому повноцінні регіональні оцінки його впливу наразі неможливі.

Одним із серйозних факторів погіршення якості природних вод є забруднення хімічними речовинами, які надходять із атмосфери внаслідок сухого або вологого осадження. Особливу небезпеку становлять кислототворні сполуки сірки та азоту, що спричиняють підвищення кислотності води, тим самим порушуючи рівновагу гідрологічного та гідрохімічного режимів водойм.

Окрім антропогенних викидів, істотний вплив на формування якісного складу води чинить характер водоспоживання та водовідведення. Забір води з річки означає зменшення її стоку, а отже – зменшення здатності водотоку розчиняти й розносити забруднювальні речовини, які надходять разом зі стічними водами.

Аналіз структури загального водовідведення (рис. 3.1) свідчить про те, що основну частину використаних вод – 66% – повертають до річкової системи підприємства аграрного сектора. На другому місці перебувають об'єкти житлово-комунального господарства (24%), а третю позицію займає промисловість (10%).

Станом на 2021 рік водовідведення здійснювали понад 120 суб'єктів господарювання. За результатами аналітичного контролю якості стічних вод, понад 30 підприємств фіксували перевищення встановлених нормативів гранично допустимих скидів (ГДС). Особливо проблемними залишаються 18 об'єктів житлово-комунального сектора, які несуть відповідальність за 73,5% недостатньо очищених скидів у поверхневі водойми [8].

Структура водозабору та відведення в Житомирській області представлена у табл. 3.1, яка дозволяє простежити основні джерела використання водних ресурсів і визначити пріоритетні напрями для оптимізації водогосподарського балансу в регіоні.

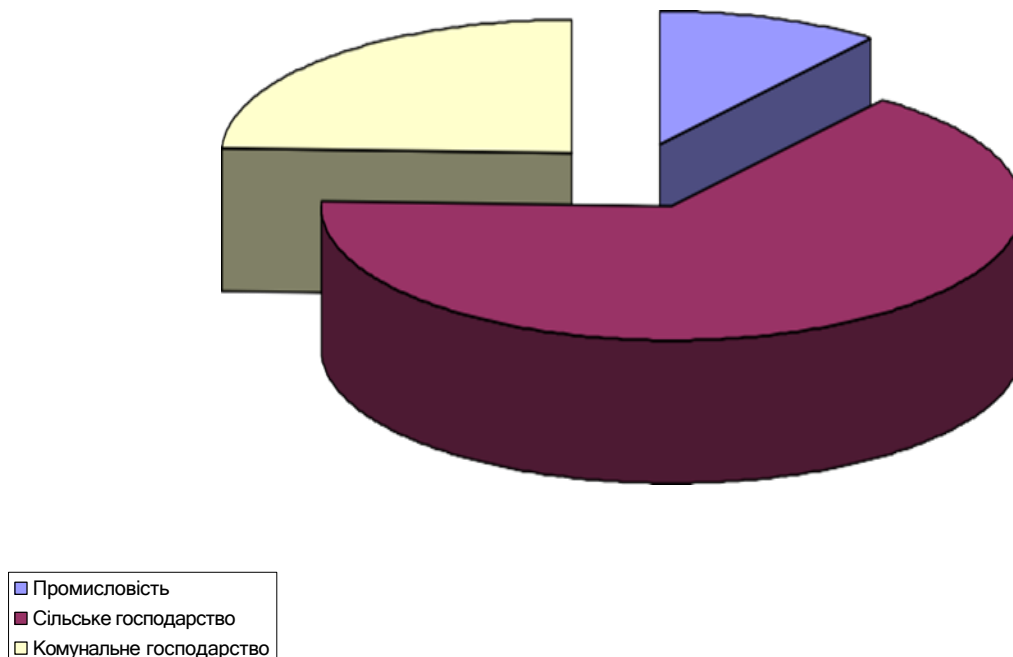


Рис. 3.1 Структура загального водовідведення (2023 р.)

Спеціалізовані дослідження свідчать про те, що навіть незначні обсяги скидання стічних вод можуть істотно впливати на хімічний склад річкової води. Наприклад, якщо витрата річки становить менше ніж 200 л/с, то вже скидання 1,0 л/с стічних вод суттєво змінює іонний склад водного середовища. Аналогічно, при середньодобовому витрачанні води річки менше ніж 400 м³/добу, навіть 2,0 м³/добу стоків можуть призводити до помітного хімічного забруднення.

При цьому, якщо інші гідрологічні умови залишаються незмінними, найбільших змін зазнають концентрації йонів хлоридів (Cl⁻), сульфатів (SO₄²⁻), натрію (Na⁺) та калію (K⁺), які є типовими компонентами стічних вод. Це зумовлюється їх підвищенням вмістом у скидах з підприємств промислового та комунального секторів. Тому вважається, що критичне співвідношення між витратою води в річці (Q) та стічними водами (q), яке вказує на відчутний вплив на якість води, становить менше ніж 200:1 [13].

Порівняльний аналіз витрати води річки (Q) з обсягами скинутих стічних вод (q) і кількістю води, що зазнає відбору для господарських потреб (q'), а також їх сукупністю (q + q'), дозволяє зробити висновок, що мінімальні значення показника $Q/(q + q')$ спостерігаються у випадках активного водозабору. Іншими словами, забір води з річки фактично підсилює ефект скидання, оскільки одночасно зменшує

об'єм води у водотоці, що потенційно могла б слугувати для розведення забруднень.

Таблиця 3.2

Структурний аналіз водокористування [26]

Показники	Одиниця виміру	2021 рік	2022 рік	2023 рік
1	2	5	6	6
Забрано води з природних джерел, усього	млн. м ³	209,7	198,7	202,8
у тому числі:				
Поверхневої	млн. м ³	186,69	176,24	182,22
Підземної	млн. м ³	23,01	22,46	20,58
Забрано води з природних джерел у розрахунку на одну особу	м ³	162,05	154,53	158,56
Використано свіжої води, усього	млн. м ³	165,8	150,2	158,8
у тому числі на потреби:				
господарсько-питні	млн. м ³	29,28	27,74	27,26
виробничі	млн. м ³	51,82	45,70	49,41
сільськогосподарські	млн. м ³	6,31	5,68	4,265
Зрошення	млн. м ³	-	-	-
Використано свіжої води у розрахунку на одну особу	м ³	128,13	116,82	124,16
Втрачено води при транспортуванні	млн. м ³	18,38	20,16	14,25
	% до забраної води	8,76	10,1	7,03
Скинуто зворотних вод, усього	млн. м ³	155,7	148,2	155,2
у тому числі:				
у накопичувачі	млн. м ³	5,032	4,4	3,693
на поля фільтрації	млн. м ³			
у поверхневій водній об'єкти	млн. м ³	150,7	143,8	151,5
Скинуто зворотних вод у поверхневій водній об'єкти,				
Усього	млн. м ³	150,7	143,8	151,5
нормативно очищених, усього	млн. м ³	37,0	34,42	33,27
нормативно (умовно) чистих без очищення	млн. м ³	106,3	103,5	112,3
забруднених, усього	млн. м ³	7,44	5,87	5,97
у тому числі:				
недостатньо очищених	млн. м ³	6,88	5,602	5,93
без очищення	млн. м ³	0,56	0,268	0,04
Скинуто зворотних вод у поверхневій водній об'єкти у розрахунку на одну особу	м ³	116,46	111,84	118,45

Такий підхід до аналізу співвідношень у водогосподарському балансі особливо важливий для гідрохімічного моніторингу в умовах зростаючого антропогенного тиску на басейни малих і середніх річок.

Таблиця 3.3

Співвідношення витрат води річки (Q), об'єму стічної води (q), води, що відбирається з річки (q'), [19].

Річка-пункт	Q/q	Q'/q'	$Q/q+q'$
Уборть-с. Перга	284	300	146
Уж – м. Коростень	95	19	16
Тетерів–м. Житомир	29	11	8
Уж – смт. Поліське	106	180	67

Окрім викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря, значну екологічну загрозу становить скидання стічних вод, яке супроводжується потраплянням у річки, озера та інші поверхневі водні об'єкти шкідливих компонентів антропогенного походження. Стічні води, згідно з визначенням, наведеним у чинній редакції Водного кодексу України (зі змінами 2021 року), – це води, що утворилися внаслідок господарсько-побутової або виробничої діяльності (за винятком шахтних, кар'єрних та дренажних вод), а також опадові води, які відводяться із забудованих територій [15].

Структура скидання стічних вод різного ступеня очищення та їх забрудненість у Житомирській області значно варіює в залежності від інтенсивності господарської діяльності та ефективності функціонування систем водоочистки. У додатку В представлено динаміку таких показників, зокрема у порівнянні з базовими даними за період з 1990 по 2012 рр., а також оновлені статистичні матеріали з 2021 року.

Згідно з даними водогосподарського обліку останніх років, простежується тенденція до подальшого зниження антропогенного навантаження на водні об'єкти Житомирської області. У порівнянні з піковими роками початку 1990-х, коли загальний обсяг скидів сягав понад 180 млн м³, нині цей показник становить орієнтовно 50–55 млн м³ на рік (за даними на 2023 рік), що свідчить про триразове

зниження навантаження на річкові екосистеми області. Така динаміка обумовлена впровадженням нових природоохоронних технологій, зменшенням обсягів промислового виробництва, удосконаленням механізмів контролю за водокористуванням, а також посиленням екологічної відповідальності підприємств

Упродовж зазначеного періоду спостерігалось також зменшення обсягів скидання недостатньо очищених стічних вод у водні об'єкти. Так, з 60 млн м³ у 1990 році ця кількість скоротилася до 35 млн м³ станом на 2002 рік. Проте, починаючи з 2021 року, ситуація знову набула змін: загальний обсяг відведених стічних вод почав зростати, і вже у 2023 році він досягнув 160,7 млн м³.

У той самий час кількість недостатньо очищених стічних вод продовжила зменшуватись, сягнувши рекордно низької позначки – 3,13 млн м³, а обсяг неочищених вод у 2023 році не перевищував 0,01 млн м³ [16]. Таке співвідношення свідчить про зменшення навантаження на водні екосистеми внаслідок поліпшення якості водоочистки.

Зростання загального обсягу скидів вод в останні роки здебільшого пов'язане зі збільшенням частки нормативно-чистих стічних вод, які відводяться без попередньої очистки, переважно підприємствами гірничодобувного сектору (рис. 3.3).

Найбільш інтенсивне забруднення водних артерій Житомирського Полісся спостерігається в середній та нижній частинах течій річок, переважно в межах великих урбанізованих центрів та об'єктів економічної активності. Основним водним об'єктом, що зазнає найбільшого антропогенного навантаження, є річка Тетерів – головна гідрографічна ось регіону (рис. 3.3).

На берегах цієї річки розташований обласний центр – місто Житомир, інфраструктура якого включає численні комунальні підприємства та виробничі об'єкти, що споживають значні обсяги води й відводять до річки стічні води. Серед основних джерел забруднення вод Тетерева виокремлюються: Житомирське управління водоканалізаційного господарства, Романівський склозавод, СП «Звірогосподарство» та підприємство «Рекорд».

У 2021 році загальний обсяг скинутих у поверхневі водні об'єкти стічних вод на території Житомирської області становив 143,8 млн м³. Із цієї кількості:

103,5 млн м³ припадало на нормативно чисті води, що скидалися без попереднього очищення; 34,42 млн м³ – на нормативно очищені води; і 5,87 млн м³ становили зворотні води, які були забрудненими, або пройшли недостатнє очищення.

Усього через очисні споруди було пропущено 40,02 млн м³ стічних вод, що на 3,86 млн м³ менше порівняно з попереднім роком. Зменшення обсягів очищених стічних вод обумовлено, насамперед, скороченням водовідведення окремими підприємствами регіону. Зокрема, ВАТ «Малинська паперова фабрика-Вайдманн» зменшила обсяги стічних вод на 1,36 млн м³, КП «Житомирводоканал» – на 1,13 млн м³, ЗАТ «КЕС» у місті Бердичів – на 0,47 млн м³, Фабрика банкнотного паперу в Малині – на 0,30 млн м³, а Коростенське КП «Водоканал» – на 0,26 млн м³ [16].

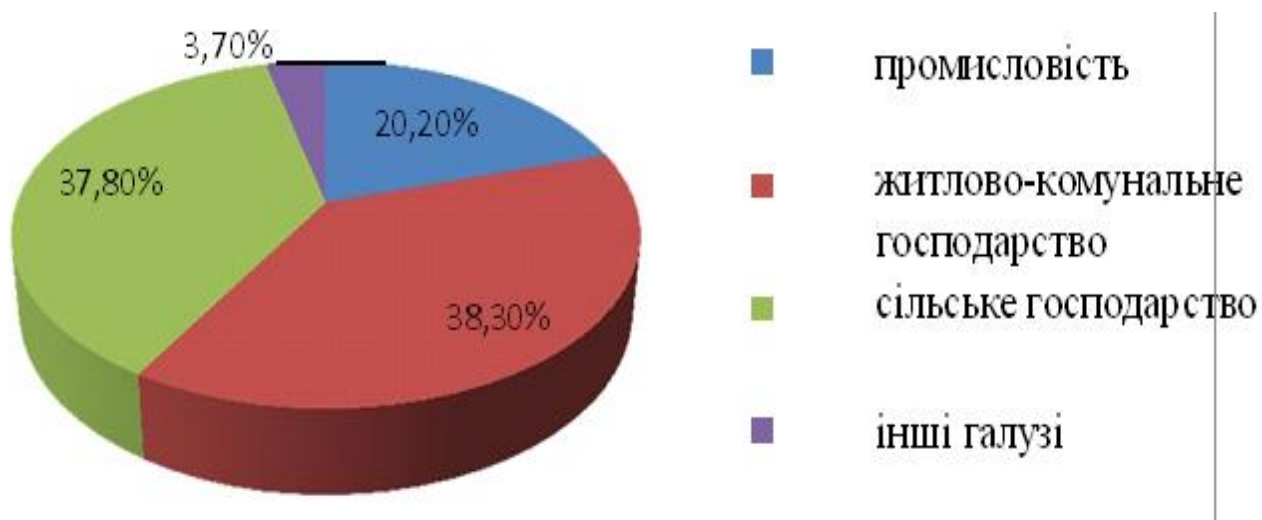


Рис. 3.3. Структура водокористування Житомирської області за 2021 рік

Упродовж 2021 року було зафіксовано подальше погіршення стану очищення зворотних вод на окремих підприємствах Житомирської області. Зокрема:

- Іршанське ДКП продовжувало здійснювати скиди дренажних вод із хвостосховища №1 Іршанського гірничо-збагачувального комбінату до біоставків підприємства. Це призвело до потрапляння в річку Ірша 278,3 тис. м³ недостатньо очищених стічних вод. Перевищення гранично допустимих скидів (ГДС) становили: по залізу – у 35 разів, по амонійному азоту – у 2,8 раза. Реконструкційні роботи на очисних спорудах підприємства у 2021 році не здійснювались через брак фінансового забезпечення. Для підвищення ефективності функціонування системи очищення рекомендовано виключити біоставки зі схеми очищення [16].

- Житлово-комунальне підприємство смт Володарськ-Волинський (нині Хорошів) стикнулося з критичною ситуацією через складне економічне становище. Внаслідок цього у 2021 році в річку Ірша, що є лівою притокою р. Тетерів, було скинуто 63,3 тис. м³ стічних вод із перевищенням ГДС: по амонійному азоту – у 19,5 раз, по фосфатах – у 5,6 раз, по залізу – у 1,8 раз.
- КП «Житлово-комунальних послуг» Ємільчинської селищної ради продовжувало експлуатувати незавершені очисні споруди, реконструкція яких триває з 2003 року. У 2021 році в річку Уборть було скинуто 41,9 тис. м³ зворотних вод, які містили амонійний азот у концентраціях, що перевищували ГДС у 1,7 раз.
- Очисні споруди Коростеня (ОСК-1) залишаються проблемним об'єктом, який викликає значне занепокоєння. У 2021 році вони функціонували на межі своїх технічних можливостей: при проектній пропускній спроможності 10 тис. м³/добу фактичне надходження стічних вод становило 9,6 тис. м³/добу, що свідчить про критичне навантаження на систему (рис. 3.4).



Рис. 3.4 Очисні споруди Коростенського КП «Водоканал»

У 2021 році ситуація з експлуатацією очисних споруд у Житомирській області залишається критичною. Через повне фізичне зношення технологічного обладнання на застарілих очисних спорудах (ОСК-3) до річки Уж було скинуто 457,8 тис. м³ стічних вод практично без жодного очищення. Такий стан справ вимагає негайного виведення цих споруд із експлуатації та реалізації заходів щодо перепідключення каналізаційного колектора до ОСК-1. Невідкладним завданням також є завершення будівництва другої черги очисного комплексу №1, проектна потужність якого має бути збільшена до 25 тис. м³/добу. Це будівництво було зупинено ще у 1995 році через хронічну відсутність фінансування, але його відновлення є нагальним з огляду на загрози для довкілля.

Окремі підприємства комунальної сфери та теплопостачання, зокрема Олевське орендне підприємство теплових мереж, КП ЖКГ Любарської селищної ради, ДКП «ВЖРЕП» с. Висока Піч, КП «Фаянсовик» с. Кам'яний Брід, а також Будівельне управління №3 Житомирської КЕЧ району (смт Озерне), експлуатують очисні споруди, ефективність яких суттєво знижена через зношення обладнання.

Скидання стічних вод у водні об'єкти не обмежується лише надходженням забрудненої води. Це явище спричиняє значне зростання вмісту органічних речовин, завислих часток і розчинених хімічних сполук у природних водах, що веде до порушення природного гідрохімічного балансу [15].

З метою кількісної оцінки антропогенного навантаження на водні об'єкти Житомирської області, спричиненого скидами стічних вод, нами було здійснено розрахунок показників надходження типових для стічних вод хімічних речовин. У розрахунках використано офіційні дані Державного управління екології та природних ресурсів у Житомирській області, що охоплюють обсяги водовідведення в басейнах основних річкових систем, а також якісні характеристики вод за результатами моніторингу станом на 2021 рік [16].

Отримані результати зведено у таблицю 3.3. Для більш чіткого уявлення про масштаби забруднення розгляд проведено за окремими групами речовин.

Таблиця 3.3

Надходження забруднюючих речовин у поверхневі водні об'єкти, тонн на рік [23].

Водний об'єкт	Разом	Скидання забруднюючих речовин						
		В тому числі						
		БСК	ХСК	Завислі речовини	N мін.	P мін.	Мінералізація	Нафтопродукти
Басейн р.Дніпро (разом по області)	14562,3	473	1718	252	95	152,6	11870	1,69
В тому числі:								
Басейн р.Тетерів	12109,7	379	1371	205	78	135	9940	1,69
Басейн р.Прип'ять	2455,5	94	347	46	17	17,53	1934	-
Басейн р.Ірша	1048,9	14	79	16	4	1,915	934	0,03
Басейн р.Гнилоп'ять	1761,0	40	214	29	7	0,063	1471	-
Басейн р.Уж	1430	51	213	26	12	11,25	1117	-
Басейн р.Рось	-	-	-	-	-	-	-	-
Басейн р.Гуйва	609,8	35	-	12	20	6,82	536	-
Басейн р.Случ	953	41	128	19	5	6,275	754	-
Басейн р.Ірпінь	-	-	-	-	-	-	-	-
Басейн р.Уборть	61	2	6	1	-	-	52	-
Басейн р.Унава	-	-	-	-	-	-	-	-
Басейн р.Желонь	12	1	-	-	-	0,01	11	-

На рисунку 3.5 наведено навантаження на річки області органічними речовинами, визначене непрямым методом – через біохімічне споживання кисню (БСК₅), що характеризує вміст легкодоступних для окислення органічних речовин, та через хімічне споживання кисню (ХСК), яке дає змогу оцінити загальний вміст органіки у воді.

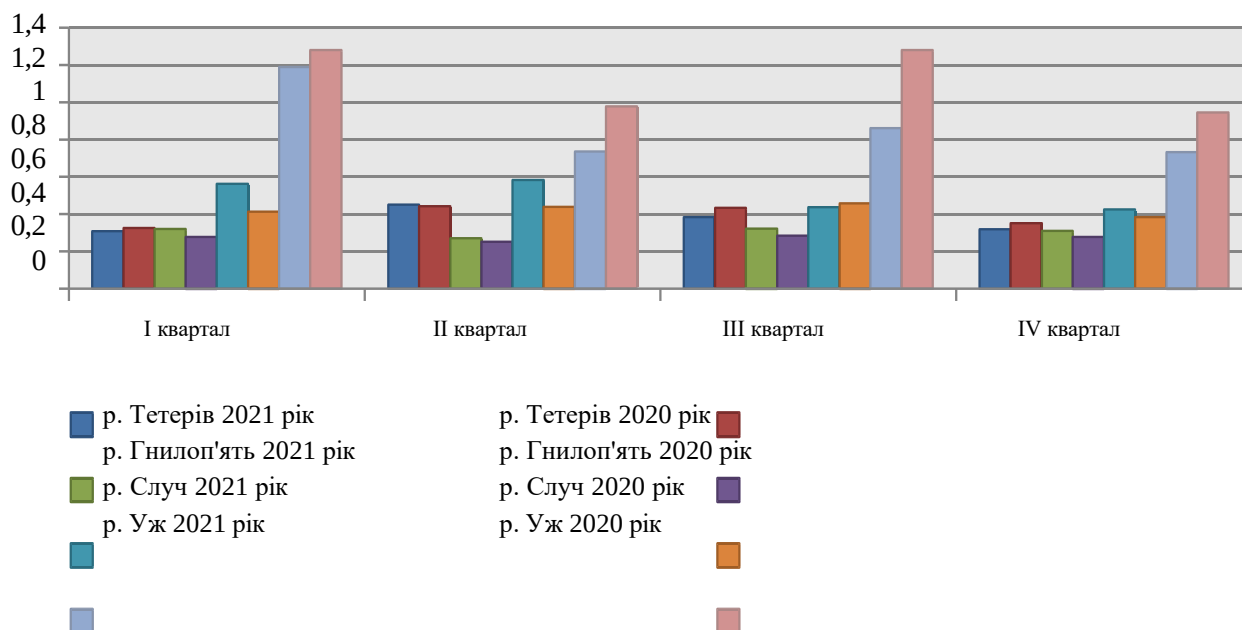


Рис.3.5. Динаміка зміни концентрації заліза загального у водозаборах питного водопостачання області у 2020–2021 роках

Згідно з отриманими даними, найбільше органічне навантаження зафіксоване у річці Тетерів – 1371 тис. тонн на рік. Значні обсяги органічних речовин також надходять у річки Гнилоп'ять, Случ, Уж та у водотоки басейну Прип'яті. Співвідношення між кількістю легкоокислюваних органічних речовин (БСК₅) та загальним обсягом органіки (ХСК) становить орієнтовно 1:4, що свідчить про домінування важкоокислюваних сполук у складі стічних вод.

Таблиця 3.4

Середньорічні концентрації речовин в контрольних створах водних об'єктів Житомирської області за 2021 рік (в одиницях кратності відповідних ГДК)

Місце спостереження за якістю води	Показники складу та властивостей				
	хлориди	нітрати	фосфати	марганець	залізо
р. Тетерів, питний в/з м. Житомира	0,08	0,01	0,01	0,84	1,29
р. Уж, питний в/з м. Коростеня	0,09	0,01	0,01	1,04	2,68
р. Гнилоп'ять питний в/з м. Бердичева	0,14	0,02	0,02	0,90	1,0
р. Случ, питний в/з м. Звягель	0,09	0,01	0,02	0,94	1,66

Як видно з наведених графіків, річка Тетерів знову фіксується як найбільш вразливий об'єкт водозбірної системи щодо антропогенного тиску. Усі інші річкові басейни області мають істотно менші рівні мінерального навантаження. У трьох випадках – за органічними, біогенними та мінеральними показниками – домінування басейну р. Тетерів пояснюється перш за все значним впливом урбанізованої території, а саме міста Житомира, яке є центром промислової, комунальної та транспортної активності регіону.

Такий стан справ вказує на необхідність впровадження комплексних заходів щодо покращення систем очищення стічних вод, раціоналізації водокористування та екологічної реабілітації басейну р. Тетерів як одного з лючових водних об'єктів Житомирської області.

Серед підприємств Житомирської області, що здійснюють значний вплив на забруднення водних об'єктів усіма трьома групами речовин – органічними, біогенними та мінеральними – слід виокремити наступні:

1. ЗАТ «КЕС» м. Бердичів – нестабільний фінансовий стан та періодичні відключення електропостачання призвели до порушення технології повної біологічної очистки стічних вод, що спричинило скид 1525,8 тис. м³ недостатньо очищених вод у р. Гнилоп'ять із перевищенням ГДС по амонійному азоту у 1,5 раза.

2. ВАТ «Пиво-безалкогольний комбінат „Радомишль” – хоч у 2021 році були побудовані нові споруди механічної очистки, вони потребують налагодження технології, через що в р. Мика потрапило 159,6 тис. м³ недостатньо очищених вод із перевищенням ГДС по залізу у 4,1 раза та ХСК у 1,3 раза.

3. ТОВ «Корал» (Довбиський фарфоровий завод) – через неправильну експлуатацію очисних споруд у р. Немилянка скинуто 84,0 тис. м³ вод із перевищенням ГДС по амонійному азоту в 1,9 раза.

4. КП «Пролісок» Новоівницької сільської ради – очисні споруди, прийняті у 2021 році від військової частини, потребують модернізації. У р. Ів'янка скинуто 83,7 тис. м³ вод із перевищенням фосфатів у 14,7 раза та заліза в 3,7 раза.

5. Новоборівське ДЖКП – споруди терміново потребують реконструкції. За рік у р. Ірша потрапило 44,0 тис. м³ стічних вод із суттєвими перевищеннями по

фосфатах (у 68,8 раза), амонійному азоту (у 15,5 раза) та завислих речовинах (у 1,4 раза).

6. ТОВ «Бердичівська фабрика морозива» – несправність колектора призвела до прямого скиду 28,8 тис. м³ неочищених вод у р. Гнилоп'ять.

7. КП «Черняхів-Добробут» – з очисних споруд у р. Очеретянка скинуто 27,6 тис. м³ вод з перевищенням по амонійному азоту (у 18,8 раза) та фосфатах (у 2,5 раза).

Водночас, завдяки впровадженню заходів щодо досягнення нормативів ГДС, у 2021 році два підприємства – ВАТ «Бердичівський машинобудівний завод „Прогрес”» та ДП «Коростишівський спиртовий комбінат» – припинили порушення гранично допустимих норм скидів.

Нижче за течією спостерігається подальше забруднення р. Тетерів каналізаційними скидами з м. Коростишів, стічними водами комунального господарства і льонозаводу м. Радомишль.

Найбільша притока Тетерева – р. Гнилоп'ять – отримує значні об'єми стічних вод, зокрема від Бердичівського шкіроб'єднання, яке збагачує воду жирами, азотними та фосфорними сполуками. У нижній течії р. Гуйви, в межах смт Озерне, джерелом забруднення є військова частина А-0607.

Обидві ці річки впадають у Тетерів поблизу Житомира, де концентрація стічних вод створює екологічно напружену ситуацію, що ускладнює природне самоочищення.

Інші водні артерії Житомирщини також піддаються антропогенному впливу. Зокрема, р. Случ забруднюється у верхній течії скидами від Любарського МВУЖКГ, Баранівського льонозаводу, Новоград-Волинського комунального господарства та Городницького фарфорового заводу.

Р. Уж забруднюється амонієм і фосфатами, які містяться в стоках Коростенського ВУВКГ, а його ліва притока, р. Норин, отримує скиди від Овруцького МВУЖКГ.

Р. Уборть у верхній течії забруднюється стічними водами Ємільчинського МВУЖКГ. Водозбір р. Тетерів також сильно навантажений скидами із

Житомирського ВУВКГ, зокрема органічними речовинами, хлоридом, сульфатами та залізом.

Бердичівський шкіроб'єднання вносить у р. Гнилоп'ять іони амонію, жири, хлориди, зважені частинки та фосфор. Максимальні концентрації спостерігались у 1989 та 1991–1992 роках, але згодом простежується тенденція до зниження.

Подібна картина характерна для всього регіону: викиди багатьох підприємств мають подібну структуру, з домінуванням амонію, фосфатів, органіки та мінеральних компонентів, що становить загрозу для довкілля, а особливо для поверхневих вод.

РОЗДІЛ 4

ПЕРСПЕКТИВИ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

Раціональне використання водних ресурсів Житомирщини є стратегічно важливим завданням у контексті забезпечення екологічної безпеки, стійкого розвитку регіону та адаптації до кліматичних змін. В умовах наростаючого антропогенного тиску, деградації водних екосистем, зростаючої водоспоживчої активності промисловості та аграрного сектору, а також змін у гідрологічному режимі річкових систем, питання ефективного управління водними ресурсами набуває особливої актуальності.

Житомирська область має розгалужену мережу річок (зокрема Тетерів, Случ, Уж, Гуйва, Гнилоп'ять), водно-болотні угіддя, штучні водосховища та підземні водоносні горизонти. Проте зростаючий дефіцит якісної прісної води через забруднення, нераціональне водокористування та втрати у системах водопостачання потребує переходу до інтегрованого управління водними ресурсами (IWRM). Це означає: комплексний підхід до управління якістю і кількістю води, врахування екосистемного балансу, залучення усіх зацікавлених сторін – від громади до органів влади.

Один із головних напрямів – технологічне оновлення промислових підприємств і систем водопідготовки, які використовують застаріле обладнання, не забезпечуючи належного рівня очистки стічних вод. Раціональне використання передбачає:

- перехід на замкнені цикли водопостачання;
- застосування методів рециркуляції та повторного використання технічної води;
- впровадження біологічної, мембранної та сорбційної очистки;
- реконструкцію очисних споруд у комунальному секторі та агропідприємствах.

Значну роль відіграє енергоефективність, адже сучасні системи водоочищення дозволяють суттєво зменшити як споживання енергії, так і обсяг шкідливих викидів.

У Житомирській області, де аграрне виробництво займає важливе місце, надзвичайно актуальною є проблема неконтрольованого використання добрив та засобів захисту рослин, які змиваються до водних об'єктів. У цьому контексті перспективними є:

- розвиток точного землеробства (з урахуванням реальних потреб ґрунтів і рослин);
- перехід до органічного сільського господарства;
- створення буферних смуг і захисних лісосмуг уздовж річок для фільтрації стоків;
- впровадження локальних очисних систем для ферм.

Також важливо організовувати водоохоронні зони та контрольовані дренажні системи на меліорованих землях, особливо в районах із підвищеним рівнем залягання ґрунтових вод.

Регіон має значні ресурси підземних вод, які є стратегічно важливим джерелом питного водопостачання. Проте їх експлуатація повинна здійснюватися з дотриманням принципів сталого користування, включаючи:

- моніторинг стану водоносних горизонтів;
- обмеження інтенсивності забору;
- контроль забруднення з поверхні;
- облік сезонних коливань рівнів.

Особливу увагу слід приділяти селам, де джерелом водопостачання є колодязі або свердловини з децентралізованим водозабором – тут важливо забезпечити контроль за хімічним і бактеріологічним складом води.

Раціональне використання водних ресурсів неможливе без формування свідомої екологічної поведінки у населення. Необхідно:

- розвивати екологічну освіту у школах і вишах;
- підтримувати громадські ініціативи з очищення річок і моніторингу якості води;

- створювати центри екологічної просвіти на базі ОТГ;
- застосовувати цифрові інструменти (наприклад, мобільні додатки для повідомлення про незаконні скиди).

Особливо ефективними є проєкти у співпраці з молоддю, екоактивістами, місцевими водоканалами, школами та релігійними громадами.

У майбутньому важливим напрямом стане впровадження інтелектуальних систем управління водними ресурсами, зокрема:

- онлайн-моніторинг якісного та кількісного складу води;
- GIS-картування зон забруднення;
- створення баз даних водоспоживання і водовідведення;
- інтеграція в Єдину державну систему екологічного моніторингу.

Використання дронів, супутникових знімків, IoT-сенсорів дає можливість оперативно виявляти джерела забруднення, незаконні скиди, оцінювати стан заплав і водно-болотних угідь.

Важливим є вдосконалення правового регулювання у сфері водокористування: підвищення відповідальності за порушення, стимулювання підприємств до модернізації, надання грантів на водоощадні технології, а також:

- створення водогосподарських кластерів за басейновим принципом;
- використання економічних інструментів (екотарифи, плата за водокористування);
- розвиток публічно-приватного партнерства у сфері модернізації інфраструктури.

Таким чином, перспективи раціонального використання водних ресурсів Житомирської області ґрунтуються на необхідності переходу до сталого водокористування, комплексного підходу до управління, технічної модернізації та екологічної просвіти. Реалізація зазначених заходів дозволить не лише зменшити антропогенне навантаження на водні екосистеми, а й забезпечити надійне, безпечне та екологічно чисте водопостачання як для сьогодення, так і для майбутніх поколінь.

Забезпечення високого рівня екологічної безпеки та вдосконалення механізмів охорони природних ресурсів визначено одним із ключових пріоритетів

екологічної політики України. Цей вектор розвитку закріплено у положеннях Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, підписаної у 2014 році. Зокрема, глава 6 «Навколишнє середовище» розділу V «Економічне і галузеве співробітництво» передбачає формування партнерства з ЄС у сфері протидії змінам клімату, збереження довкілля, ефективного управління природними ресурсами та охорони здоров'я населення.

Окремий акцент зроблено на збереженні, поліпшенні та відновленні якості навколишнього середовища, заохоченні міжнародної співпраці для вирішення глобальних і регіональних екологічних викликів. У статті 361 Угоди серед головних напрямів визначено потребу у вдосконаленні управління водними ресурсами, включаючи забезпечення їх належної якості.

Історично сформовані в Україні підходи до моніторингу та управління водними ресурсами не забезпечували ефективного регулювання водокористування, що негативно позначалося на стані водних об'єктів. Це зумовило необхідність адаптації вітчизняної системи до європейських стандартів і пошуку нових рішень для підвищення екологічної безпеки.

В Україні здійснено модернізацію системи державного моніторингу стану водних ресурсів з метою її гармонізації з вимогами законодавства Європейського Союзу. У межах виконання Водної рамкової директиви (ВРД) було розпочато поетапне впровадження європейських підходів до оцінки стану вод. Важливим кроком стало затвердження у 2019 році «Порядку здійснення державного моніторингу вод» [14], який передбачає проведення трьох типів моніторингу – діагностичного, операційного та дослідницького – за басейновим принципом із дотриманням визначених показників і періодичності [15].

Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України розробляє і затверджує Програму державного моніторингу вод з урахуванням пропозицій суб'єктів моніторингу. У відповідності до європейських норм затверджено програми моніторингу поверхневих і морських вод [16]. У зазначених програмах наводяться повні характеристики пунктів спостереження: коди масивів поверхневих вод, географічні координати, приналежність до басейну й суббасейну,

а також переліки біологічних, фізико-хімічних і хімічних (зокрема, пріоритетних і басейнових) показників.

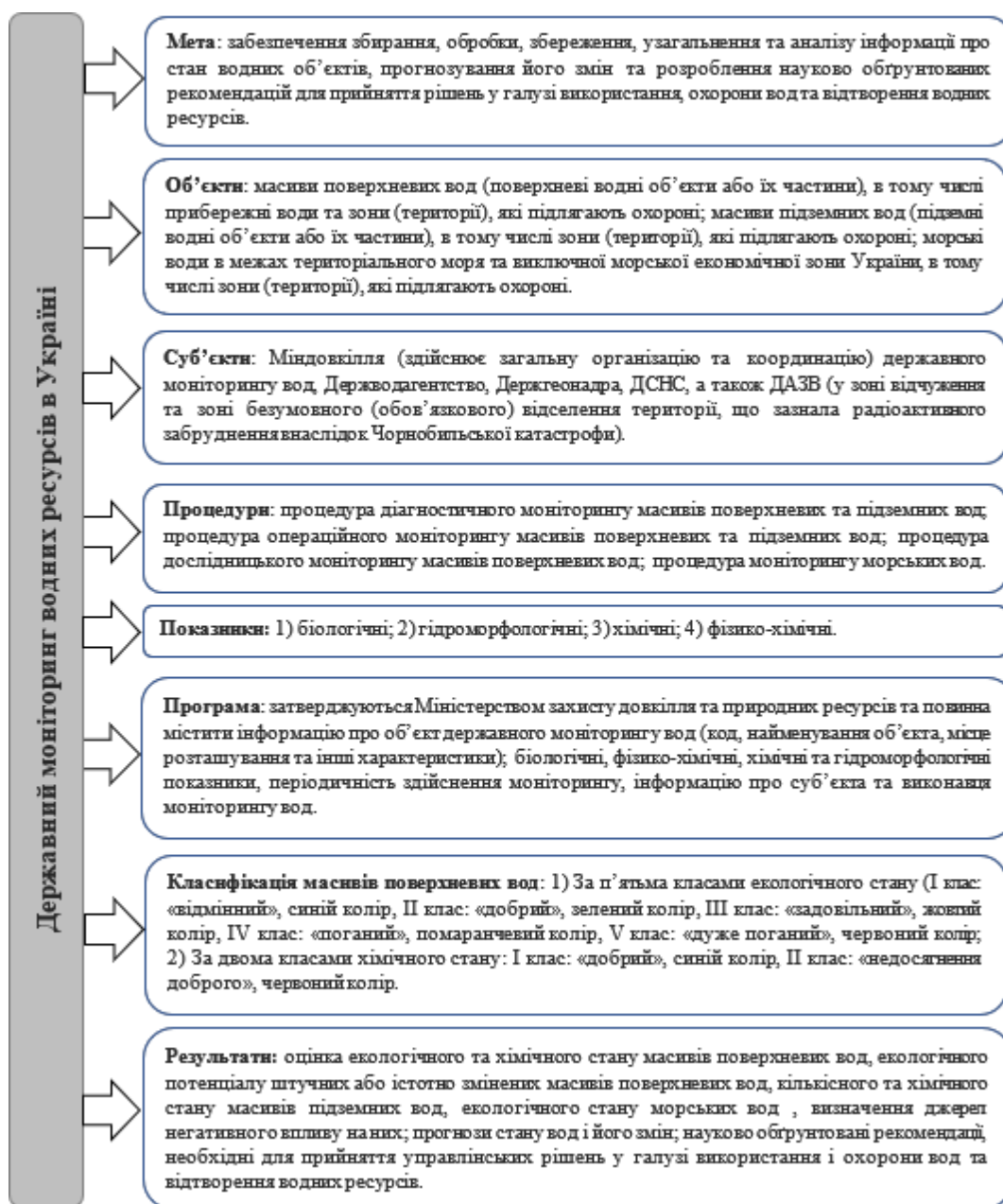


Рис. 4.1. Ключові характеристики системи державного моніторингу водних ресурсів в Україні

Таким чином, дослідження зосереджується на важливому, але ще не повністю висвітленому аспекті – інтеграції європейського досвіду в українську практику моніторингу та охорони водних ресурсів, що є особливо актуальним у контексті реалізації положень Угоди про асоціацію та досягнення цілей сталого розвитку.

Окрім того, розроблено Програму діагностичного моніторингу для прибережних вод Чорного й Азовського морів, у якій визначено ключові показники якості, специфічні забруднювальні речовини та частоту вимірювань. Також підготовлено діагностичні програми для басейнів усіх основних річок країни, включаючи Дністер, Дунай, Віслу, Дон, Десну, Південний Буг, Приазов'я та Причорномор'я.

«Порядок здійснення державного моніторингу вод» [14] містить чіткі методичні вказівки щодо проведення різних видів моніторингу. На основі діагностичних досліджень визначається екологічний та хімічний стан водних об'єктів і формуються плани заходів для досягнення статусу «доброго». Операційний моніторинг проводиться щороку між етапами діагностичного, зокрема на водоймах із підвищеним ризиком погіршення стану або з інтенсивним використанням вод для питних потреб.

Дані державного моніторингу є доступними для всіх зацікавлених сторін завдяки функціонуванню вебресурсу Державного агентства водних ресурсів України «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України» [18]. Цей ресурс, розроблений Інститутом розробки інформаційних систем, забезпечує відображення екологічного стану водойм на інтерактивній карті, надає інформацію про пункти спостереження, перелік показників, періодичність вимірювань, лабораторії та результати аналізів [19]. Колірне кодування дозволяє швидко оцінити рівень перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК).

Нова система моніторингу має низку переваг, зокрема:

- розширення переліку показників для комплексного аналізу якості води;
- оновлення технічного оснащення лабораторій у всіх регіонах країни;
- чіткий розподіл відповідальності між учасниками моніторингу;
- своєчасне надходження інформації для прийняття рішень у сфері управління водними ресурсами.

Перехід до європейських стандартів у моніторингу вод сприяє отриманню точних, достовірних і оперативних даних про стан водних об'єктів, що є основою для ефективного управління водними басейнами, виявлення екологічних загроз і розробки цільових програм з оздоровлення та охорони водних ресурсів України. 

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження було здійснено комплексну багатопараметричну оцінку екологічного стану водних екосистем басейну річки Тетерів, з урахуванням сучасних підходів до водного моніторингу та аналітичної обробки даних. Застосування методів математичної статистики та зважених середніх дозволило отримати об'єктивні узагальнені показники якості вод, що є основою для формування ефективної екологічної політики в регіоні.

Виявлено, що басейн р. Тетерів зазнає найбільшого навантаження як органічними, так і мінеральними та біогенними забруднювальними речовинами. Основним чинником цього є антропогенний вплив великого урбанізованого центру – міста Житомир. Дані моніторингу свідчать про значне перевищення нормативів забруднення, що потребує впровадження невідкладних заходів із очищення водних об'єктів.

Аналіз сучасної системи управління водними ресурсами в Україні показав, що останніми роками відбулася суттєва трансформація у напрямку гармонізації з європейськими стандартами. Впровадження Водної рамкової директиви ЄС та оновлення системи державного моніторингу водних ресурсів дозволили підвищити рівень контролю, точність даних і ефективність ухвалення управлінських рішень.

На основі європейського досвіду окреслено перспективи подальшого вдосконалення системи моніторингу, серед яких: посилення басейнового підходу, автоматизація спостережень, очищення стічних вод за допомогою сучасних технологій, розробка інноваційних програм охорони водойм, посилення міжгалузевої взаємодії та міжнародної співпраці.

Таким чином, результати дослідження можуть бути використані як наукове та методичне підґрунтя для подальшого вдосконалення екологічного моніторингу, підвищення рівня екологічної безпеки, а також розробки регіональних планів управління водними ресурсами відповідно до стандартів ЄС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лолоцька О. В., Кондратюк В. А., Кучер С. В. Якість питної води як одна з детермінант громадського здоров'я в західному регіоні України. *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2019. № 1 (79). С. 12–18.
2. Михайленко В. Л. Якість питної води – фактор, що детермінує стан здоров'я людини (на прикладі Одеської області). *Досягнення біології та медицини*. 2015. № 2 (26). С. 67–70.
3. Андрусишина І.М. Вплив мінерального складу питної води на стан здоров'я населення (огляд літератури). *Вода і водоочисні технології. Науково-технічні вісті*. 2015. № 1(16). С. 22–31.
4. Чернега А. М. Гордієнко О. А. Дослідження складу питної води з джерел децентралізованого водопостачання. *Матеріали XLIV науково-технічна конференція підрозділів ВНТУ*. (Вінниця, 3–6 березня 2015 р.) Вінниця. 2015.
5. Водозабезпеченість Житомирської області URL: https://eprdep.zht.gov.ua/rd_VR_4-1-2.htm (дата звернення: 19.04.2025).
6. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Житомирської області у 2021 році. URL: <https://cutt.ly/PM0QBi7> (дата звернення 10.03.2025).
7. Звіт про стратегічну екологічну оцінку проекту програми розвитку агропромислового комплексу Житомирської області на 2021-2027 роки. URL: <https://cutt.ly/jM0W68P> (дата звернення: 21.03.2025).
8. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Житомирської області у 2020 році. URL: <https://cutt.ly/7M0WlEo> (дата звернення 09.11.2022).
9. Басейнове управління водних ресурсів річки Прип'ять. URL: <https://buvrzt.gov.ua/yakist.html> (дата звернення: 23.04.2025).

10. Herasymchuk L., Patseva I., Valerko R., Ustymenko V. Military actions in Ukraine as ecocide and challenge to Formulas of peace. Present Environment and Sustainable Development. 2024. Vol. 18, no 2. DOI: <https://doi.org/10.47743/pesd2024182015>.

11. Jan-Peter Mund, Evelyn Wallor, Victoriia Khrutba, Angelina Chuga, Iryna Patseva, Yuliia Zakharova. Formation of a digitalization culture in higher education institutions of Ukraine. Analysis of the current state. DTESI 2024: 9th International Conference on Digital Technologies in Education, Science and Industry, October 16–17, 2024, Almaty, Kazakhstan. P. 10-20 URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3966/>

12. Kahukina A., Patseva I. Assessment and forecast of atmospheric pollutant dynamics in the urban ecosystem of Zhytomyr. Technology Audit and Production Reserves. 2025. № 2(3(82)). P. 36–42. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.326893>

13. Patseva I., Lukianova V., Anpilova Y., Mohelnytska L., Herasymchuk O. The ecological assessment of small rivers in Ukraine under conditions of intensive war impact. Romanian Journal of Geography. Volume 68(1), 2024. P. 127-134.

14. Valerko R., Herasymchuk L., Patseva I., Gnatuk B. Assessment of the ecological state of rural settlements by indicators of drinking water quality in the context of sustainable development. Journal Environmental Problems. 2024. № 9(1). P. 28-34

15. Alpatova O., Maksymenko I., Patseva I., Khomiak I., Gandziura V. Hydrochemical state of the post-military operations water ecosystems of the Moschun, Kyiv region. 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. 2022. Vol. 2022. P.P. 1-5.

16. Iryna Kotsiuba, Vitalina Lukianova, Yevheniia Anpilova, Tetiana Yelnikova, Olena Herasymchuk, Oksana Spasichenko. The Features of Eutrophication Processes in the Water of the Uzh River. Ecological Engineering & Environmental Technology 2022, 23(2), 9–15. - Режим доступу: <https://doi.org/10.12912/27197050/145613>

17. Пацева І.Г., Медвідь О.В. Стратегічний аналіз передумов впровадження моніторингових досліджень водних об'єктів з урахуванням видобутку граніту: SWOT та PEST-аналіз. Науковий журнал «Екологічна безпека та технології захисту довкілля». 2025. №7. С.50-57

18. Валерко Р. А., Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Бондарчук В.М., Войналович І.М. Оцінка прогресу досягнення Цілі Сталого Розвитку № 6 в Україні. Екологічні науки. 2024. Вип. 4 (55). С. 197-201. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.4-55.32>

19. Хом'як І. В., Онищук І. П., Медвідь О. В., Пацева І. Г., Хом'як О. І. Вплив скиду зворотніх вод Шамраївського родовища гранітів на фіторізноманіття долини річки Роставиця. Український журнал природничих наук. 2024. Вип. 9. С 331-343.

20. Пацева І.Г., Корбут М.Б., Алпатова О.М., Пацев І.С. Аналіз стійкості деревних порід рослин у міських умовах. Екологічні науки. 2024. Вип. 1 (52), Т. 2. С. 76-78.

21. Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Валерко Р.А., Малиновська В.В., Луньова О.В. Державний нагляд за дотриманням вимог природоохоронного законодавства на території Житомирської та Рівненської областей. Екологічні науки. 2024. Вип. 1(52), Т.2. С. 146-150. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.27>

22. Пацева І.Г., Герасимчук О.Л., Сікач Т.І., Івашкіна О.Л. Формування та реалізація державної екологічної політики. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2023. Вип. 6(143). С. 60-67.

23. Valerko R., Herasymchuk L., Patseva I., Pokshevnytska T., Lukianova V. Environmental safety of drinking water supply in rural settlement areas. Екологічні науки. 2023. №6(51). С. 33-38. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.6-51.5>

24. Пацева І.Г., Кагукіна А.М., Луньова О.В. Тенденції зміни клімату Житомирщини. Екологічні науки. 2023. Вип. 6(51). С. 156-159.

25. Рибак О.С., Пацева І.Г. Екологічні основи аналізу впливу «зелених» дахів на міський клімат в урбоценозах. Вісник хмельницького національного університету, 2023 (327). 5(2). С. 103-107.

26. Валерко Р.А., Герасимчук Л.О., Пацева І.Г. Екологічна безпека питного водопостачання Черняхівської громади Житомирського району. Водні біоресурси та аквакультура. 2023. №2(14). с. 40-50. DOI: <https://doi.org/10.32782/wba.2023.2.4>

27. Пацева І.В., Кагукіна А.М. Адаптація до зміни клімату міста Житомир. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2023. Вип. 3. С. 66-72.
28. Васільєва Л.А., Шевчук Л.М., Герасимчук О.Л. Передумови виникнення надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру на території Житомирської області. Екологічні науки. 2023. Вип. 6(51). С. 14-17.
29. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Пацева І.Г. Прояв зміни температури повітря на території м. Житомир. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Серія «Екологія». 2023. Вип. 29. С.6-16
30. Демчук Л.І., Пацева І.Г. Організація моніторингу та прогнозування кризових ситуацій. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Серія «Екологія». 2023. Вип. 29. С.57-63
31. Рибак О., Пацева І. Зелені дахи як елемент децентралізованого управління дощовою водою. Проблеми хімії та сталого розвитку, 2023. 2. С. 40–46, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-2-6>
32. Рибак О.С., Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Пацева І.Г. Промислове очищення стічних вод болотними рослинами на даху. Таврійський науковий вісник. серія Агрономія. Підсекція: Екологія, іхтіологія та аквакультура. В.132. 2023. С.378-387. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.48>
33. Корніюк А.В., Пацева І.Г. Цифровий моніторинг якості води, виклики та рішення. Екологічні науки. 2023. Вип. 4 (49). С. 32-37. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.4-49.4>
34. Єльнікова Т.О., Коцюба І.Г., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В. Дослідження екологічного стану річки Ірша. Водні біоресурси та аквакультура. Херсон. 2021. Вип. 1 (9). С. 18-26. Режим доступу: http://wra-journal.ksauniv.ks.ua/archives/2021/1_2021/4.pdf
35. Herasymchuk O.L., Korbut M.B., Kotsiuba I.H. Analysis of the stability of woody plant species of urban ecosystem of Zhytomyr Екологічні науки : науково-практичний – К. : ДЕА, 2020. – № 3(30). – с. 39-42
36. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії й їхніми державами-членами, з іншої сторони : документ 984_011, редакція від 30 листопада 2015 р.

URL: [https:// zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#n642](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#n642).

37. Пономаренко Р.В. Науково-теоретичні основи прогнозування техногенного впливу на гідросферу при басейновому управлінні водними ресурсами України : дис. д-ра техн. наук : 21.06.01 «Екологічна безпека». Суми : СумДУ, 2020. 390 с.

38. Зацерковний В.І., Плічко Л.В. Аналіз системи управління водогосподарським комплексом України та пошук шляхів щодо їх вдосконалення. *Наукоємні технології*. 2017. № 4 (36). С. 358–367.

39. Лановенко О.Г., Остапішина О.О. Словник-довідник з екології. Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2013. 226 с.

40. WISE – Water Information System for Europe is the European information gateway to water issues. URL: <https://water.europa.eu/accessibility-info>.

41. Water and marine environment / European Environment Agency. URL: <https://www.eea.europa.eu/themes/water>.

42. Хвесик М.А., Мандзик В.М. Водні ресурси – інвестиція сьогодення і перспектива майбутнього. *Інвестиції: практика та досвід*. 2009. № 1. С. 2–8.

43. Annual Statistics indicate increase in worldwide water consumption. URL: <https://www.wwdmag.com/trends-forecasts/annual-statistics-indicate-increase-worldwide-water-consumption>.

44. Загальноукраїнська інформація та статистична інформація європейських інституцій у сфері централізованого водопостачання та централізованого водовідведення. URL: <https://www.nerc.gov.ua/?id=50327>.

45. Water exploitation index, plus (WEI+) (source: EEA) / Eurostat. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_06_60/default/table?lang=en.

46. Environmental Performance Index 2020. EPI Report. URL: <https://epi.yale.edu/downloads/epi2020report20210112.pdf>.

47. Досвід європейських країн у вирішенні питань екологічної безпеки : навчальний посібник / О.С. Мельник та ін. Суми : Видавничо-виробниче підприємство «Мрія», 2017. 400 с.

48. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» від 23

жовтня 2000 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text.

49. Про затвердження порядку здійснення державного моніторингу вод : Постанова Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2018 р. № 758. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-%D0%BF#Text>.

50. Про затвердження методики віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод, а також віднесення штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод : Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 14 січня 2019 р. № 5. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0127-19#n107>.

51. Про затвердження програм державного моніторингу вод : Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 31 грудня 2020 р. № 410. URL: <https://mepr.gov.ua/documents/3190.html>.

52. Моніторинг поверхневих вод / Офіційний сайт Державного агентства водних ресурсів України. URL: <https://www.davr.gov.ua/monitoring-poverhnevih-vod1>.

53. Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України / Вебресурс. URL: <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>.

54. Досліджуємо водойми по-європейськи / Офіційний портал Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/news/36642.html>.