

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

«_____»_____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня «бакалавр»

зі спеціальності 103 «Науки про Землю»

на тему: **«Моніторинг та управління водними ресурсами річки Уборть:
екологічні, гідрологічні та антропогенні аспекти»**

Виконав: студент IV курсу, групи НЗ-2

ЛЮБИЧ Андрій Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник: кандидат технічних наук, доцент

СКИБА Галина Віталіївна

(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

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

КАФЕДРА НАУК ПРО ЗЕМЛЮ

ЗАТВЕРДЖУЮ

зав. кафедри наук про Землю

_____Олена ГЕРАСИМЧУК

«_____» _____2025р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

Студента: Любича Андрія Олександровича

Тема роботи: «Моніторинг та управління водними ресурсами річки Уборть: екологічні, гідрологічні та антропогенні аспекти»

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

Термін здачі студентом закінченої роботи 30.05.2025

Вихідні дані роботи:

Об'єкт: водні ресурси річки Уборть

Предмет: моніторинг та управління водними ресурсами річки Уборть

Консультанти з кваліфікаційної роботи із зазначенням розділів, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
I	СКИБА Галина	25.02.2025	25.02.2025
II	СКИБА Галина	05.03.2025	05.03.2025
III	СКИБА Галина	12.04.2025	12.04.2025
IV	СКИБА Галина	25.04.2025	25.04.2025

Керівник _____

(підпис)

Календарний план

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Написання першого розділу	10.01.2025	виконано
2	Написання другого розділу	15.02.2025	виконано
3	Написання третього розділу	17.03.2025	виконано
4	Написання четвертого розділу	11.04.2025	виконано
5	Підготовка матеріалів до друку та оформлення пояснювальної записки	20.05.2025	виконано
6	Підготовка та оформлення презентації для доповіді	25.05.2025	виконано

Студент _____
(підпис)

Керівник _____
(підпис)

Зміст

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ РІЧКИ УБОРТЬ	10
1.1 Географічне положення та межі басейну річки	10
1.2 Місце Уборті у гідрографічній системі Дніпра (системна роль). ...	12
1.3 Геологічна будова та рельєф території	13
1.4 Кліматичні умови та їх вплив на водний режим	15
1.5 Гідрологічні характеристики річки (сток, швидкість течії, сезонність)	17
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ	19
2.1 Огляд сучасних методів моніторингу водних ресурсів.....	19
2.2. Використання геоінформаційних систем для аналізу басейну річки ..	22
2.3 ГІС-аналіз антропогенного впливу на басейн річки Уборть	28
2.4 Застосування дистанційного зондування Землі у дослідженнях	30
2.5 Математичне моделювання змін водних ресурсів річки Уборть	34
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ РІЧКИ УБОРТЬ	39
3.1 Якість води: хімічні, фізичні та біологічні показники	39
3.2 Екологічний стан річки та її прибережних зон	41
3.3 Основні джерела забруднення водних ресурсів регіону	43
3.4 Антропогенний вплив на водний режим та екосистеми річки.....	45
РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ РІЧКИ УБОРТЬ.....	48
4.1 Заходи з відновлення екологічного стану річки	48
4.2 Рекомендації щодо зменшення антропогенного навантаження	50
4.3 Стратегія сталого використання водних ресурсів у басейні річки	53
4.4. Використання результатів дослідження для регіонального планування	55
ВИСНОВКИ.....	58
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	60

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах глобальних змін клімату, екстенсивної експлуатації природних ресурсів та зростаючого антропогенного тиску на водні системи питання моніторингу та управління водними ресурсами набуває особливої важливості. Річка Уборть, яка є однією з ключових гідрологічних артерій Поліського регіону, піддається впливу різноманітних природних і техногенних факторів. Аналіз її екологічного стану, гідрологічних характеристик та наслідків людської діяльності є необхідним для забезпечення сталого розвитку регіону та збереження біорізноманіття.

Водні ресурси річки Уборть відіграють важливу роль у забезпеченні водою місцевого населення, підтриманні екосистем та розвитку сільськогосподарського, лісового господарства і промисловості. Проте зростання антропогенного навантаження, зокрема від сільськогосподарських, промислових та побутових стоків, призводить до забруднення води, деградації гідробіоценозів та змін гідрологічного режиму.

У зв'язку із цим, актуальність даного дослідження обумовлена:

- Необхідністю комплексного моніторингу стану річки, що включає оцінку рівня забруднення, виявлення джерел забруднення та динаміку змін водного режиму.
- Впливом кліматичних змін на водні ресурси, що виражається у зменшенні водності річки та збільшенні частоти екстремальних погодних явищ (повені, посухи).
- Антропогенним навантаженням, оскільки сільське господарство, лісозаготівля, видобуток корисних копалин та інші види економічної діяльності суттєво змінюють екологічний баланс регіону.
- Потребою у вдосконаленні системи управління водними ресурсами через розробку заходів щодо охорони водного басейну та впровадження ефективних методів водокористування й очищення води.

Отже, дослідження екологічних, гідрологічних та антропогенних аспектів водних ресурсів річки Уборть є критично важливим для розробки ефективної системи моніторингу та управління водними ресурсами задля їх довготривалого збереження для майбутніх поколінь.

Мета і завдання дослідження. Головна мета дослідження полягає в оцінці екологічного стану, гідрологічних характеристик та антропогенного впливу на водні ресурси річки Уборть. Це спрямовано на розробку ефективних заходів для моніторингу й управління водним басейном для забезпечення його стійкого використання та охорони.

Завдання дослідження спрямовані на аналіз екологічного стану річки Уборть. Основні аспекти включають визначення рівня забруднення води, оцінку стану водних екосистем та зміни в складі гідробіоценозів. Дослідження також охоплює гідрологічні характеристики річки, зокрема динаміку водного режиму, сезонні коливання рівня води й особливості водного балансу.

Важливою частиною роботи є оцінка впливу кліматичних змін на водні ресурси, що передбачає аналіз тенденцій змін водності в умовах глобальних та регіональних кліматичних впливів. Увага приділяється виявленню основних джерел антропогенного навантаження, таких як сільське господарство, промисловість, побутові стоки та лісогосподарська діяльність, і їхній вплив на якість води.

Моніторинг змін у біорізноманітті річкових екосистем передбачає аналіз гідрофауни та гідрофлори, змін, викликаних забрудненням і змінами водного режиму. На основі отриманих даних розробляються рекомендації для підвищення ефективності управління водними ресурсами, що включають моніторинг, очищення води, раціональне використання та екологічну реабілітацію річки.

Також обґрунтовується важливість природоохоронних заходів та створення програм для захисту річкового басейну від деградації та забруднення.

Досягнення зазначених цілей забезпечить покращення екологічного стану річки Уборть, підтримуючи її стабільне функціонування та збереження водних ресурсів для майбутніх поколінь.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом дослідження є водні ресурси річки Уборть та їх екологічний, гідрологічний й антропогенний стан.

Предметом дослідження виступають особливості змін якості води, гідрологічного режиму та екологічного стану річки під впливом природних і антропогенних факторів, а також методи моніторингу та управління цими ресурсами.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети та вирішення завдань у цьому дослідженні було застосовано низку методів, які включають: аналіз літератури та нормативно-правових актів. Це включало вивчення наукових статей, звітів, законодавчих документів та стратегій управління водними ресурсами.

Гідрологічні методи, зокрема вимірювання рівня води, швидкості течії, температури води, а також аналіз змін у водному балансі річки Уборть; хімічний аналіз води для визначення ключових показників її якості, таких як вміст кисню, азотних сполук, важких металів, рН-рівень і мінералізація. Біологічний аналіз, що передбачав оцінку стану водних екосистем на основі видового складу гідробіонтів, включаючи фітопланктон, зоопланктон та іхтіофауну; екологічний моніторинг, який здійснювався через спостереження за динамікою забруднення води та змінами в природному середовищі ріки під впливом антропогенних факторів. Картографічний аналіз із використанням ГІС-технологій для дослідження змін русла річки, водозбірного басейну та ідентифікації джерел забруднення. Статистичні методи для обробки отриманих даних, що дозволили виявити закономірності та тенденції у змінах гідрологічних та екологічних показників.

Моделювання для прогнозування змін екологічного стану річки при різноманітних сценаріях природного та антропогенного впливу.

Застосування комплексного підходу до цього дослідження забезпечує всебічну оцінку екологічного та гідрологічного стану річки Уборть і сприяє розробці ефективних рекомендацій щодо її охорони та раціонального використання водних ресурсів.

Практична значущість роботи. Результати цього дослідження є важливими для ефективного управління водними ресурсами річки Уборть та збереження її екологічного балансу. Основні аспекти практичного значення роботи включають:

- Розробку рекомендацій для покращення якості води – аналіз дозволив визначити основні джерела забруднення річки та запропонувати заходи для їхньої мінімізації.
- Впровадження ефективних методів моніторингу – створено систему регулярного екологічного контролю за станом водних ресурсів, яка може використовуватися природоохоронними органами та місцевими адміністраціями.
- Оптимізацію управління водними ресурсами – результати дослідження можуть стати основою для розробки регіональних програм збереження, раціонального використання та захисту водних ресурсів.
- Підвищення екологічної обізнаності населення – отримані дані можна використовувати для екологічної освіти та залучення місцевих громад до активної участі в охороні річки.
- Підтримку прийняття управлінських рішень – результати можуть слугувати орієнтиром для державних і місцевих органів влади під час розробки стратегій водокористування, охорони природи та адаптації до змін клімату.
- Забезпечення збереження біорізноманіття – розроблені заходи будуть сприяти захисту природних екосистем річки та зменшенню антропогенного впливу, що допоможе зберегти гідробіоценози.
- Підтримку розвитку екологічного туризму – результати можуть бути використані для розробки концепцій екотуризму та рекреаційного використання території річки Уборть, сприяючи розвитку регіону.

Таким чином, це дослідження не лише поглиблює наукове розуміння проблем річки Уборть, але й має реальне значення для вирішення практичних завдань щодо її збереження та сталого розвитку.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, основної частини із 4 розділів, висновків, рекомендацій та використаної літератури. Вся робота має 62 сторінки. В тексті налічується 5 рисунків, 6 таблиць. Список використаної літератури складає 25 найменувань.

РОЗДІЛ 1. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ РІЧКИ УБОРТЬ

1.1 Географічне положення та межі басейну річки

Географічне положення річки відіграє ключову роль у формуванні її гідрологічних і екологічних характеристик, адже саме просторове розміщення визначає тип клімату, рельєфу, ґрунтово-рослинного покриву, а також характер господарського освоєння території. Річка Уборть представляє одну з правобережних приток річки Прип'ять, яка є частиною гідрологічної системи басейну Дніпра. Вона перетинає території двох країн: України та Білорусі. Зокрема, річка протікає через північні області Житомирщини в Україні та південні частини Брестської області в Білорусі. Басейн річки Уборть розташований у північно-західній частині України, основним чином у Поліській фізико-географічній зоні.

Свій початок річка бере поблизу села Білокоровичі, що у Олевському районі Житомирської області. Загальна довжина Уборті складає близько 292 км, із яких понад 180 км проходять територією України. Площа водозбірного басейну охоплює приблизно 5 820 км². У верхній та середній ділянках своєї течії річка протікає крізь Українське Полісся, тоді як у нижній течії вона перетинає державний кордон з Білоруссю і впадає в Прип'ять.

Таке розташування зумовлює належність річки до басейну Дніпра – однієї з найбільших річкових систем Східної Європи, водозбір якої має велике екологічне та соціально-економічне значення [1].

Географічні межі басейну річки визначаються такими координатами: між 51°00' і 51°45' північної широти та 26°00' і 28°00' східної довготи. На сході басейн межує з вододілами річок Уж та Норинь, на заході – з басейнами річок Случ та Словечна. Рельєф даного басейну є переважно рівнинним, що зумовлює

повільний характер течії річки, а також наявність значних заболочених територій.

Географічна ізоляваність річки від індустріалізованих регіонів України і наявність значних природних масивів у басейні Уборті дозволяє зберігати відносно стабільний екологічний стан, хоча в останні десятиліття певний вплив спричиняють вирубки лісу, сільське господарство та видобуток торфу. Водночас розташування басейну у транскордонному регіоні, на межі України і Білорусі, створює передумови для необхідності узгодженого міжнародного управління водними ресурсами та екосистемами. Природні ландшафти басейну річки зберігають риси, притаманні Поліській зоні: ліси (переважно хвойні та мішані), болотисті ділянки, піщані ґрунти та торфовища. Такі умови сприяють збереженню унікальних екосистем, багатих на флору і фауну. У лісах, прилеглих до річки, водяться лосі, дикі кабани, бобри, лисиці та численні види птахів [2].

У межах басейну Уборті розташовані кілька населених пунктів, серед яких найбільшими є міста Олевськ та Лельчиці (на білоруському боці). Господарська діяльність у регіоні пов'язана з лісозаготівлею, сільським господарством і видобутком торфу. Проте важливо зазначити, що інтенсивне використання природних ресурсів потребує зваженого підходу задля збереження екологічного балансу річкової системи.

Крім того, географічне положення Уборті визначає її роль як екологічного коридору, що сприяє міграції тварин та збереженню генетичного різноманіття флори і фауни в умовах фрагментованих ландшафтів. Річка поєднує різноманітні природні комплекси – ліси, болота, луки – у єдину екосистемну мережу, що є особливо цінною у контексті збереження біорізноманіття Полісся. Таким чином, географічне положення річки Уборть не лише визначає її природні характеристики, а й зумовлює екологічну важливість цього водного об'єкта на регіональному та міждержавному рівні.

1.2 Місце Уборті у гідрографічній системі Дніпра (системна роль).

Річка Уборть займає важливе місце в гідрографічній системі Дніпра, виконуючи роль одного з компонентів складної водної мережі, що формує водозбірну площу цієї великої річкової системи (рис. 1.1).

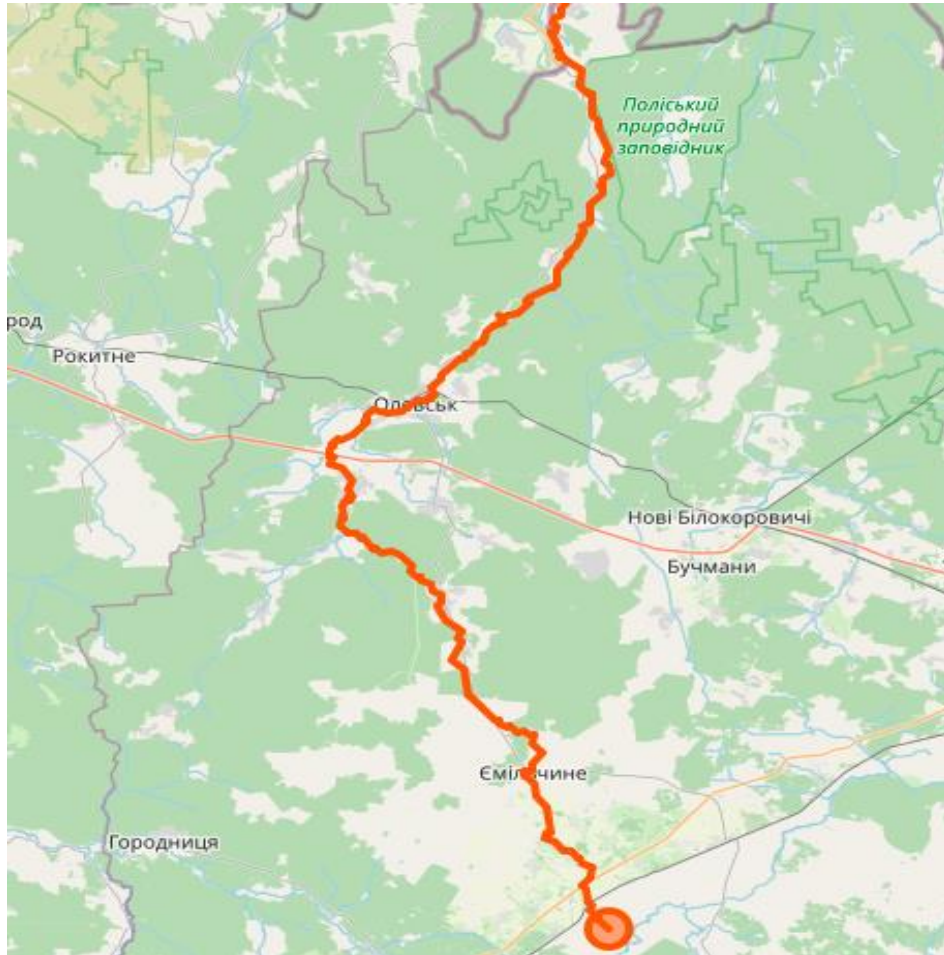


Рис. 1.1. Басейн річки Уборть (<https://uk.wikipedia.org/wiki/>)

Уборть є правою притокою річки Прип'ять, яка, своєю чергою, є найбільшою правою притокою Дніпра. Через таку послідовність гідрологічних зв'язків Уборть входить до другого порядку водних об'єктів у структурі басейну Дніпра. Її внесок у водний баланс Прип'яті та, зрештою, Дніпра полягає у забезпеченні постійного притоку вод, формуванні паводкового стоку та збереженні екологічного балансу на локальному й регіональному рівнях [3].

Функціонально Уборть виступає як регулятор водного режиму середньої частини Прип'яті. Завдяки своїм природним характеристикам – розгалуженій системі заплав, приток та боліт – річка виконує роль своєрідного буфера, який

накопичує надлишкову вологу в період весняного водопілля та поступово її віддає впродовж літньо-осіннього періоду, тим самим зменшуючи ризик різких коливань рівня води в основному руслі Прип'яті. Така здатність є особливо важливою в умовах змін клімату, коли нерівномірність опадів та аномальні погодні явища можуть призводити до гідрологічних екстремумів.

Окрім гідрологічної, річка Уборть відіграє й екологічну системну роль, зокрема у збереженні водно-болотних екосистем Полісся, які мають стратегічне значення для всієї гідросфери басейну Дніпра. Регіон річки вирізняється високою природною цінністю, зокрема численними біотопами, які забезпечують природне очищення води, слугують місцем гніздування птахів і середовищем існування численних видів тварин. Це робить Уборть важливою ланкою не лише у гідрологічному, а й у біоекологічному контексті басейну Дніпра.

З огляду на транскордонний характер річки Уборть, її місце у гідрографічній системі Дніпра також має міжнародне значення. Спільне управління водними ресурсами між Україною та Білоруссю є важливою передумовою для забезпечення сталого водокористування, охорони природи та запобігання негативним трансграничним впливам на екосистеми нижньої течії Прип'яті та самого Дніпра. Таким чином, Уборть виконує не лише локальну, а й системну роль у функціонуванні гідрографічної мережі одного з головних водних артерій Східної Європи – річки Дніпро [4].

1.3 Геологічна будова та рельєф території

Басейн річки Уборть розташований на Українському щиті, який є одним з найстабільніших геоструктурних утворень Східноєвропейської платформи. Основу геології цього регіону складають архейські та протерозойські кристалічні породи, такі як граніти, гнейси та кристалічні сланці, залягаючи на глибинах від 0,5 до 3 км. Більш пізні геологічні відклади, головним чином четвертинні та неогенові, представлені пісками, суглинками, торфом і лесоподібними породами, формують поверхневий шар.

Рельєф території слабо розчленований, характерний для Поліської низовини. Тут переважають рівнинні форми з невеликими підвищеннями, які часом чергуються з болотистими ділянками. Абсолютні висоти коливаються між 140 і 200 м над рівнем моря. У верхніх частинах басейну рельєф проявляє хвилястий характер, тоді як у середній та нижній течії він переважно плоский та заболочений [5, 6].

Сучасний рельєф був сформований впливом льодовикових і водно-льодовикових процесів під час останнього зледеніння. Ці процеси залишили по собі моренні пасма, зандрові рівнини та численні озерно-болотні комплекси. Важливу роль у формуванні мікрорельєфу відіграють процеси акумуляції та ерозії, які мають місцевий характер і пов'язані з господарською діяльністю, зокрема меліорацією і осушенням боліт. Завдяки поєднанню геологічної стабільності та рівнинного рельєфу, басейн річки Уборть сприяє збереженню водно-болотних екосистем і забезпечує можливості для сільськогосподарського використання окремих територій.

Окрім геологічної основи, важливо врахувати геотехнічні властивості порід, що залягають у межах басейну річки Уборть. Поверхневі пухкі четвертинні відклади, особливо піски та супіски, мають високу водопроникність, що сприяє інфільтрації опадів і формуванню ґрунтових вод. Це, в свою чергу, забезпечує живлення річки, особливо в її верхів'ї. Проте висока водопроникність також підвищує ризик утворення заболочених ділянок за відсутності достатнього дренажу. У деяких частинах басейну спостерігаються прояви техногенних змін рельєфу, пов'язані з осушувальними системами, прокладеними у XX столітті. Такі заходи призвели до часткового зниження рівня ґрунтових вод, що вплинуло як на структуру ландшафту, так і на природні біоценози [7].

Ґрунтовий покрив у межах басейну представлений переважно дерново-підзолистими та болотними ґрунтами. Підзолисті ґрунти розташовані на підвищеннях і відзначаються низькою родючістю, тоді як болотні ґрунти мають високу вологість і органічну насиченість, що робить їх важливими для

природних екосистем, але водночас обмежує можливості інтенсивного сільськогосподарського використання.

З геоморфологічної точки зору, територія басейну належить до зони Поліської низовини – структурно-денудаційної рівнини, яка сформувалася в умовах тривалого геологічного спокою. Основними формами мікрорельєфу є зниження та підвищення, які не перевищують 10-15 метрів різниці у висоті.

Також важливо зазначити, що рельєф і геологічна будова значною мірою визначають напрямки поверхневого стоку, ерозійні процеси та потенціал для збереження водних ресурсів. В умовах кліматичних змін та людського втручання ці чинники потребують ретельного моніторингу й виваженого природокористування.

1.4 Кліматичні умови та їх вплив на водний режим

Територія басейну річки Уборть характеризується помірно континентальним кліматом із чітко вираженими сезонами. Кліматичні умови формуються під впливом повітряних мас. Атлантичного океану, що зумовлює значну вологість та помірну температуру. Середньорічна температура повітря становить близько $+7^{\circ}\text{C}$. Найхолодніший місяць – січень, із середньою температурою $-5\dots-7^{\circ}\text{C}$, найтепліший – липень, коли середня температура сягає $+18\dots+19^{\circ}\text{C}$. Річна сума опадів у межах басейну коливається від 600 до 750 мм, з максимумом у літній період (червень-липень) і мінімумом у лютому-березні. Близько 70 % опадів припадає на теплий період року, що суттєво впливає на формування стоку. Сніговий покрив формується в листопаді-грудні, досягаючи максимальної товщини в січні-лютому, та тане на початку березня, викликаючи весняну повінь [6].

Кліматичні умови мають прямий вплив на водний режим річки Уборть. Основні джерела живлення річки – атмосферні опади та талі води. Весняне водопілля, що припадає на березень-квітень, забезпечує близько 60 % річного стоку. У літній період спостерігається падіння рівня води з незначними

підвищеннями внаслідок зливових дощів. Осінній період зазвичай характеризується стабілізацією рівня води, а зимою – низьким стоком через снігозбереження.

Останніми роками спостерігаються зміни клімату, які впливають на водний режим: частіші посухи влітку, зміщення термінів повені, зменшення тривалості снігового покриву. Це вимагає додаткового моніторингу кліматичних факторів та адаптивного управління водними ресурсами басейну [8, 10]

Кліматичні умови басейну річки Уборть мають значний просторовий і сезонний вплив на динаміку гідрологічних процесів. У весняний період, коли переважає танення снігу, водність річки різко зростає, утворюючи паводкову хвилю. Цей етап є критично важливим як для підтримки екологічного балансу, так і для забезпечення водних потреб сільського господарства та лісових масивів.

У літній сезон, з огляду на високу температуру повітря й інтенсивне випаровування, відбувається зменшення поверхневого стоку. Це сприяє міліванню окремих ділянок річки та зниженню рівня ґрунтових вод, особливо на піщаних ґрунтах із високою фільтраційною здатністю. Зливові дощі можуть викликати короточасні паводки, які, однак, швидко спадають через проникність ґрунтів.

В осінній період спостерігається відносна стабілізація водного режиму. Зниження температур сприяє зменшенню випаровування, а опади – поповненню водного балансу. Водночас, через поступове замерзання ґрунту та підготовку до зими, швидкість поверхневого стоку дещо зменшується.

Взимку річка Уборть перебуває в маловодному режимі. У цей період формуються стійкі льодові покриви, що тривають з грудня по березень. Живлення річки обмежене, оскільки атмосферні опади акумулюються у вигляді снігу. В окремі зими, особливо м'які, може виникати нестійкий льодовий покрив, що призводить до локального підняття рівня води через тало-дощові паводки.

Зміни клімату, що проявляються останніми десятиліттями, уже мають практичні наслідки. Частіші й триваліші літні посухи зумовлюють порушення природного водного балансу, збільшують ризики деградації водно-болотних

угідь. Зменшення тривалості снігового покриву порушує типову сезонність стоку, викликаючи зсув повеней на більш ранні терміни або навіть їх часткову відсутність у окремі роки [8].

У зв'язку з цим, надзвичайно важливо впроваджувати клімат адаптивні стратегії управління водними ресурсами, включаючи регулярний моніторинг кліматичних даних, розвиток локальних гідрометеорологічних мереж, та розробку сценаріїв для ефективного водокористування.

1.5 Гідрологічні характеристики річки (сток, швидкість течії, сезонність)

Річка Уборть характеризується змішаним типом живлення, де переважає снігове (приблизно 60%) і дощове (до 30%) водопостачання, з незначною часткою підземного живлення. Така комбінація живлення визначає яскраво виражену сезонність стоку, що проявляється через весняне водопілля, літньо-осінні межені та зимове маловоддя.

Середньорічний об'єм стоку річки Уборть є функцією кліматичних умов і перебуває в діапазоні 2,5-4,0 л/с на квадратний кілометр. Щороку річка транспортує приблизно 1,2 км³ води. Висота річного стоку коливається від 160 до 220 мм, при цьому в верхніх частинах басейну показники стоку дещо вищі через інтенсивніші опади.

Швидкість течії в різних частинах річки варіюється: у верхів'ї вона становить від 0,4 до 0,6 м/с, в середній частині – близько 0,3-0,5 м/с, а в нижній частині сповільнюється до 0,2-0,4 м/с. Річка характеризується спокійним рівнинним характером течії з численними меандрами, заболоченими заплавами та повільним рухом води.

Сезонні зміни починаються з весняного водопілля, що триває з кінця березня до початку травня, з піком у першій половині квітня. За цей час рівень води може підвищуватися на 1-2 метри, приведе до виходу річки на заплаву. Літній період відзначається низькою водністю із частими епізодами маловоддя,

характерними для посушливих років. Осінь зазвичай приносить короткотермінові паводки через інтенсивні опади. У зимовий період стік мінімальний, а річка часто вкривається льодом з грудня до кінця лютого.

Гідрологічні особливості річки Уборть вагомо впливають на екосистему регіону, сільське господарство і водопостачання. У контексті змін клімату виникає нагальна потреба в постійному моніторингу водного режиму та впровадженні ефективних стратегій управління водними ресурсами [9].

Для глибшого розуміння гідрологічного режиму річки Уборть варто звернути увагу на просторову неоднорідність її стоку та специфіку водного балансу. Верхів'я річки, розташоване в зоні з підвищеним рівнем опадів і щільною мережею лісів, забезпечує більш стійкий стік у порівнянні з середньою та нижньою течією. Лісові масиви відіграють важливу роль у регуляції стоку, зменшуючи швидкість поверхневого змиву та сприяючи кращому проникненню води в ґрунт.

У середній течії річки, де активніше розвинуте сільське господарство і меліоративна діяльність, спостерігається часткове зменшення об'єму стоку через штучне осушення територій. Нижня течія, що характеризується значними болотами і низьким ухилом

У межах басейну функціонують гідрологічні пости, які здійснюють спостереження за рівнями води, витратами, льодовими явищами та якістю води. Дані з цих постів є важливою основою для прогнозування паводків і прийняття рішень щодо водного господарства. Зокрема, у районі м. Олевськ та с. Стовпинка фіксуються ключові показники витрат води та сезонних коливань.

Відзначається наявність специфічних гідрологічних явищ – весняні льодохідні процеси, що можуть призводити до утворення заторів льоду, та паводкові хвилі після інтенсивних літніх злив. Хоча загалом річка має спокійний режим, ці явища потребують моніторингу, оскільки вони можуть викликати підтоплення прибережних угідь і поселень [11].

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ

2.1 Огляд сучасних методів моніторингу водних ресурсів

Моніторинг водних ресурсів – це процес систематичного спостереження за станом водних об'єктів, який охоплює збір, обробку та аналіз даних щодо якості та кількості води, особливостей гідрологічного режиму, стану екосистем та інших показників. Основною метою такого моніторингу є забезпечення необхідної інформації для оцінювання стану водних ресурсів, прогнозування змін та ухвалення ефективних управлінських рішень.

Сучасні підходи до моніторингу використовують широкий спектр фізичних, хімічних, біологічних та дистанційних методів, які дають змогу отримати комплексну картину щодо стану водойм і визначати зміни, що виникають через природні процеси або вплив діяльності людини.

Фізико-хімічні методи моніторингу. Фізико-хімічні методи є базовими для оцінки якості води. Вони допомагають визначати концентрації різних хімічних елементів та сполук, а також фізичні параметри водного середовища.

Фізичні показники:

- Температура. Вимірюється термометрами чи електронними датчиками. Вона впливає на рівень розчиненого кисню, інтенсивність біохімічних реакцій і метаболізм водних організмів.
- Прозорість. Оцінюється за допомогою диска Секкі. Показник залежить від кількості завислих часток і планктону. Зменшення прозорості часто свідчить про забруднення або евтрофікацію.
- Колір. Визначається візуально або колориметрами. Він може вказувати на присутність органічних речовин, металів чи інших домішок.
- Запах. Визначається органолептично. Наявність неприємного запаху часто сигналізує про забруднення органічного або промислового походження.

- Електропровідність. Вимірюється за допомогою кондуктометрів і залежить від кількості розчинених іонів. Підвищені значення свідчать про присутність мінеральних солей або промислових стоків.

Хімічні показники:

– рН. Визначається рН-метрами і характеризує ступінь кислотності чи лужності води. Значення в межах 6,5-8,5 є оптимальними для водної фауни.

– Розчинений кисень (DO). Вимірюється спеціальними датчиками або методом Вінклера. Його концентрація важлива для дихання організмів і може зменшуватися через органічне забруднення чи евтрофікацію.

– Біохімічне споживання кисню (БСК). Оцінюється шляхом інкубації проби і відображає кількість кисню, необхідного мікроорганізмам для розкладання органіки.

– Хімічне споживання кисню (ХСК). Визначається окисленням органічних і неорганічних речовин та характеризує загальний рівень органічного забруднення.

– Нітрати (NO_3^-). Аналізуються за допомогою спектрофотометрії або уніполярних електродів. Їх вміст може свідчити про забруднення сільськогосподарського чи промислового походження.

– Фосфати (PO_4^{3-}). Вимірюються спектрофотометричними методами. Надлишок фосфатів провокує евтрофікацію водойм.

– Сполуки Важких металів. Аналізуються за допомогою атомно-абсорбційної спектрометрії або ICP-MS. Такі елементи, як свинець, кадмій чи ртуть, мають високу токсичність і є наслідком антропогенного впливу.

Біологічні методи моніторингу водних екосистем передбачають використання біологічних індикаторів для оцінки їхнього екологічного стану та функціонування.

- Фітопланктон: Аналізується видовий склад, кількісна характеристика та біомаса фітопланктону. Зміни у структурі угруповання

фітопланктону можуть слугувати ознакою змін у трофічному статусі води або свідчити про її антропогенне забруднення.

- Зоопланктон: Оцінюється видовий склад і чисельність представників зоопланктону. Динаміка структурних особливостей зоопланктонного угруповання часто вказує на зміни у харчових ланцюгах екосистеми та можливі прояви забруднення.

- Бентос: Вивчається видовий спектр і чисельність донних безхребетних. Бентосні організми мають високу чутливість до впливу забруднювальних речовин, що робить їх ефективними індикаторами екологічного стану водних об'єктів.

- Макрофіти: Аналізується видовий склад і розподіл гідрофітних рослин. Макрофіти відіграють ключову роль у функціонуванні водних екосистем завдяки забезпеченню киснем водного середовища, створенню місць укриття та харчової бази для численних видів тварин.

- Індeksi біотичної цілісності (IBI): Розрахунок таких індексів базується на даних про видовий склад і чисельність різноманітних груп організмів. Індeksi дозволяють інтегрувати інформацію щодо стану окремих компонентів екосистеми, забезпечуючи багатогранну оцінку її екологічної якості.

Таким чином, вищезазначені методи становлять основу для комплексного аналізу екологічного стану водних систем, сприяючи моніторингу їхньої стабільності та рівня впливу антропогенних факторів.

Гідрологічні методи моніторингу забезпечують оцінку кількості, розподілу водних ресурсів у річках, а також їх гідрологічного режиму.

- Вимірювання рівня води здійснюється через водомірні пости, автоматичні датчики або супутникові альтиметри.

- Для вимірювання витрати води використовуються гідрометричні вертушки, ультразвукові витратоміри чи інші засоби.

- Визначення площ затоплення заплав виконують за допомогою аерофотозйомки, супутникових знімків чи інших дистанційних методів дослідження.

- Запаси води у сніговому покриві оцінюються за допомогою снігомірних обстежень або аналізу супутникових даних.

Дистанційні методи моніторингу дозволяють визначати стан водних ресурсів на великих територіях без прямого контакту з об'єктами спостереження.

- Аерофотозйомка застосовується для отримання зображень поверхні землі, виконуваних із літаків чи інших літальних апаратів. Цей метод дає змогу аналізувати стан рослинності, берегову ерозію, забруднення води та інші параметри.

- Супутникова зйомка використовується для отримання даних із супутників, що дає змогу контролювати якість води, виявляти нафтові розливи або оцінювати стан рослинності.

- Радарна зйомка забезпечує дані про висоту поверхні водних об'єктів і ґрунту, а також рівень вологості ґрунтів. Її використовують для моніторингу повеней, оцінки запасів води у сніжному покриві тощо [18,17].

Для одержання детальної інформації про стан водних ресурсів застосовуються *інтегровані системи моніторингу*, що поєднують різноманітні методи і джерела даних. Такі системи дозволяють синтезувати інформацію з фізико-хімічного, біологічного, гідрологічного та дистанційного спостереження та застосовувати математичне моделювання для аналізу та прогнозування стану водних ресурсів.

Сучасні методи моніторингу є основою для збереження, сталого використання й захисту водних ресурсів.

2.2. Використання геоінформаційних систем для аналізу басейну річки

У контексті зростаючого антропогенного впливу на водні ресурси, актуальність ефективного моніторингу та управління басейном річки Уборть

значно зросла. Геоінформаційні системи виступають важливим інструментом для детального аналізу екологічних, гідрологічних і антропогенних характеристик річкових басейнів. Вони забезпечують можливість інтеграції різноманітної інформації, проведення просторового аналізу, моделювання та візуалізації даних, що сприяє ухваленню обґрунтованих управлінських рішень.

Для якісного аналізу за допомогою ГІС необхідно зібрати та інтегрувати широкий спектр просторових і атрибутивних даних. Основними джерелами інформації є:

- Дані дистанційного зондування (ДЗЗ). Супутникові та аерофотознімки слугують цінним джерелом інформації про характер землекористування, рослинний покрив, стан водних екосистем і наявність антропогенних об'єктів у межах басейну. Для території басейну Уборті, значна частина якого вкрита лісами й болотами, дані ДЗЗ дозволяють визначати типи рослинності, аналізувати стан лісових масивів, виявляти вирубки або наслідки пожеж. Окрім цього, ці дані ефективно використовуються для моніторингу стану заплавних лук, які відіграють важливу роль у регулюванні водного стоку та збереженні біорізноманіття.

- Гідрологічні дані: Дані про рівні води, витрати води, температуру води та інші гідрологічні характеристики річки Уборть та її приток є необхідними для оцінки водного режиму та розробки гідрологічних моделей. Оскільки мережа гідрологічних постів на Уборті обмежена, дані спостережень необхідно доповнювати результатами моделювання та розрахунками. Характерними особливостями гідрологічного режиму Уборті є весняна повінь, літня межень та осінні паводки, обумовлені значною заболоченістю басейну та лісовим покривом.

- Дані про якість води: Результати аналізів проб води, відібраних у різних точках річки Уборть, дозволяють оцінити її хімічний склад, забруднення та придатність для різних видів використання. Важливими показниками є концентрація розчиненого кисню, біохімічне споживання кисню (БСК), хімічне споживання кисню (ХСК), вміст нітратів, фосфатів, важких металів та інших

забруднюючих речовин. Для Уборті, основними джерелами забруднення є стічні води комунальних підприємств, сільськогосподарські угіддя та промислові об'єкти [19].

- Дані про землекористування: Інформація про типи землекористування (ліси, сільськогосподарські угіддя, населені пункти, промислові об'єкти) є важливою для оцінки антропогенного навантаження на басейн річки Уборть. Для Уборті, характерним є значна частка лісових земель, особливо в північній частині басейну, та сільськогосподарських угідь у південній частині. ГІС-аналіз дозволяє визначити площі різних типів землекористування, їх розташування відносно річки та оцінити їх вплив на якість води та стік.

- Соціально-економічні дані: Інформація про населення, промисловість, сільське господарство та інфраструктуру в басейні річки Уборть дозволяє оцінити соціально-економічні фактори, що впливають на стан водних ресурсів. Наприклад, дані про кількість населення, яке користується водою з Уборті для питних потреб, дозволяє оцінити ризики, пов'язані з забрудненням води. Дані про обсяги виробництва промислових підприємств дозволяють оцінити їх потенційний вплив на якість води.

Всі ці дані повинні бути інтегровані в ГІС, географічно прив'язані та структуровані для подальшого аналізу.

Гідрологічні характеристики території відіграють ключову роль у встановленні водного режиму річки Уборть і розробці моделей гідрологічних процесів. Зокрема, дані щодо рівнів, витрат та температури води, а також інші пов'язані показники є важливими для всебічного аналізу. Через обмеженість гідрологічного моніторингу на річці необхідно доповнювати наявну інформацію моделюванням і розрахунками. Особливістю водного режиму Уборті є весняна повінь, літня межень і осінні паводки, що значною мірою зумовлені високим рівнем заболоченості басейну й лісистістю прилеглої території.

Дослідження якості води включає аналіз проб, узятих із різних ділянок Уборті, що дає змогу визначити хімічний склад води, рівень забруднення та придатність для використання. Серед основних показників виділяють

концентрацію розчиненого кисню, біо- та хімічне споживання кисню (БСК і ХСК), вміст нітратів, фосфатів, важких металів й інших речовин. Основними джерелами забруднення є стічні води комунальних підприємств, агротехнічна діяльність і промислове виробництво.

Інформація про структуру землекористування (наприклад, лісові угіддя, сільськогосподарські території, населені пункти та промислові об'єкти) дозволяє оцінити антропогенний вплив на басейн. Для басейну Уборті характерні значні площі лісів на півночі та активна сільськогосподарська діяльність на півдні. Використання ГІС-технологій допомагає визначити територіальний розподіл цих типів землекористування та їхній вплив на гідрологічні умови.

Соціально-економічні дані також відіграють важливу роль у вивченні стану басейну річки. Сюди входить інформація про населення, промисловість, сільське господарство й інфраструктуру. Зокрема, кількість людей, які використовують воду з Уборті для пиття, допомагає оцінити потенційні ризики її забруднення. Дані про масштаби промислового виробництва дають змогу визначити рівень ймовірного впливу на екосистему.

Уся сукупність зазначеної інформації повинна бути інтегрована у ГІС-систему, географічно пов'язана та структурована для проведення комплексного аналізу.

Застосування геоінформаційних систем (ГІС) забезпечує виконання широкого спектру досліджень щодо екологічного стану басейну річки Уборть, включаючи такі напрями:

- Визначення площі водозбору та гідрографічної мережі: Використовуючи цифрові моделі рельєфу (ЦМР), можна з високою точністю визначити межі водозбірного басейну Уборті, виділити вододільні границі різних порядків і створити цифрову модель гідрографічної мережі. Це дає змогу розрахувати щільність річкової мережі, загальну довжину річок і приток та визначити площу водозбору окремих ділянок річки.

- Оцінка ерозійної небезпеки: Завдяки інтеграції даних ЦМР, інформації про ґрунти та рослинний покрив можливий розрахунок індексів

ерозійної небезпеки для різних територій басейну. Враховуючи, що значну частину басейну річки Уборть складають піщані ґрунти, ерозійні процеси тут становлять значну проблему, особливо на ділянках із вирубаними лісами та розораними схилами. Застосування ГІС дозволяє ідентифікувати найбільш ерозійно нестійкі території та сприяти розробці превентивних заходів.

- Аналіз землекористування й його вплив на екологічний стан: За допомогою даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) у поєднанні з кадастровою інформацією можливо створити карту землекористування в басейні річки Уборть. Це дозволяє оцінити вплив різних типів землекористування на якість води й гідрологічний режим річки. Наприклад, можна кількісно визначити території сільськогосподарського призначення, аргументовано пов'язати їх із надходженням добрив і пестицидів до річкового стоку або виявити площі лісових масивів, що відіграють роль у регулюванні стоку й захисті ґрунтів від ерозії [20].

- Оцінка біорізноманіття: Використання ГІС дозволяє інтегрувати інформацію про поширення видів флори й фауни, різноманіття екосистем та охоронювані об'єкти в межах басейну річки Уборть. На основі цих даних можна оцінити рівень біорізноманіття регіону, локалізувати середовища існування рідкісних і зникаючих видів, а також розробити природоохоронні стратегії. Для басейну Уборті, який характеризується унікальними болотними екосистемами Поліської низовини, особливо важливо зберегти природні місця існування багатьох цінних видів.

- Ідентифікація джерел забруднення: ГІС також дозволяє визначити потенційні джерела забруднення водних ресурсів басейну, включаючи промислові підприємства, комунальні очисні споруди, сільськогосподарські ферми й несанкціоновані відходозвалища. Просторовий аналіз взаємного розташування цих об'єктів і водних шляхів надає змогу окреслити зони впливу забруднювачів на якість води.

Геоінформаційні системи (ГІС) виступають ефективним інструментом для дослідження та оцінки гідрологічного стану басейну річки Уборть, забезпечуючи

багатофункціональний підхід до моделювання, аналізу ризиків і вивчення кліматичних змін:

- Формування гідрологічних моделей: Використання ГІС дає змогу застосовувати цифрові моделі рельєфу, інформацію про ґрунтові характеристики, рослинний покрив і кліматичні показники для створення гідрологічних моделей. Такі моделі слугують основою для імітації процесів формування стоку в межах басейну, а також для прогнозування рівнів води, витрат і інших параметрів гідрологічного режиму за різних умов.

- Оцінювання затоплюваності: На основі просторового аналізу рельєфу, даних гідрології та інформації про антропогенні зміни можна визначити рівень ризику затоплення окремих територій у межах басейну річки. Це сприяє виявленню найбільш уразливих до затоплень зон та розробленню ефективних заходів їх захисту.

- Вивчення кліматичних змін: ГІС дозволяє інтегрувати кліматичні дані, такі як динаміка температур і опадів, з метою оцінки їхнього впливу на гідрологічний режим річки Уборть. Завдяки цьому можливо аналізувати перспективні зміни у водному режимі, передбачати частоту виникнення екстремальних гідрологічних подій (повеней, посух) та обґрунтовувати адаптаційні стратегії для пом'якшення наслідків кліматичних змін.

2.3 ГІС-аналіз антропогенного впливу на басейн річки Уборть

Використання геоінформаційних систем (ГІС) забезпечує можливість всебічної оцінки антропогенного впливу на басейн річки Уборть, пропонуючи такі підходи:

- Аналіз щільності населення та забудови: Застосування ГІС дозволяє визначати просторову структуру розподілу населення та забудови в межах басейну річки Уборть. Це сприяє оцінці навантаження на водні ресурси, яке виникає через споживання води для питних і господарських потреб, а також через забруднення водойм стічними водами.

- Аналіз промислової активності: За допомогою ГІС можливо локалізувати промислові підприємства, які функціонують в басейні річки, та оцінити масштаб їх потенційного впливу на якісні характеристики води й екологічний стан довкілля.

- Оцінка ефектів сільськогосподарської діяльності: Інструменти ГІС дозволяють визначати площі сільськогосподарських земель у межах басейну та досліджувати їх вплив на якість водних ресурсів. Такий аналіз охоплює оцінку наслідків, пов'язаних із застосуванням хімічних добрив, пестицидів і зростаючою ерозією ґрунтів.

- Оцінка рекреаційного тиску: ГІС забезпечує можливість визначення рівня рекреаційного навантаження в басейні річки Уборть, пов'язаного з туристичною діяльністю, рибальством чи іншими формами відпочинку. Цей підхід дозволяє ідентифікувати території, що потребують особливого природоохоронного контролю для забезпечення сталого розвитку та управління рекреаційними процесами.

Таким чином, інтеграція ГІС у дослідження басейну річки Уборть сприяє комплексному управлінню територією, забезпечуючи збереження її екологічного балансу та ефективне використання ресурсів.

Уявімо, що необхідно створити ГІС-проект для оцінки впливу сільськогосподарської діяльності на якість води у річці Уборть. Нижче подано короткий план дій:

1. Збір даних: Проводиться збір інформації про типи ґрунтів, рельєф місцевості, види вирощуваних культур, обсяги використання добрив і пестицидів, розташування сільськогосподарських об'єктів тощо.
2. Формування бази даних: Створюється ГІС-база даних із усією зібраною інформацією для подальшого аналізу.
3. Просторовий аналіз: Використовуються інструменти ГІС для оцінки просторового розподілу сільськогосподарських угідь, відстані їх розташування до річки, рельєфних особливостей території тощо.
4. Моделювання процесів: Розробляється модель, яка демонструє механізми потрапляння добрив і пестицидів із сільськогосподарських територій до річки та їхній вплив на якість води.
5. Візуалізація результатів: Оброблені дані подаються у вигляді карт, що відображають зони значного забруднення, зони підвищеного ризику та інші критичні ділянки [21].

Для проведення ГІС-аналізу басейну річки Уборть можна застосовувати як комерційні програмні продукти (зокрема, ArcGIS та QGIS), так і програмне забезпечення з відкритим кодом (наприклад, QGIS та GRASS GIS). Особливу популярність серед користувачів має QGIS, зважаючи на його безкоштовний доступ, широкий функціонал і активну спільноту, що сприяє постійному вдосконаленню цієї платформи.

Застосування геоінформаційних систем для аналізу стану басейну річки Уборть є важливим інструментом, що забезпечує ефективний моніторинг та управління водними ресурсами. Використання ГІС дає змогу інтегрувати різноманітні дані, виконувати просторове моделювання та аналіз, а також створювати наочні візуалізації. Такий підхід сприяє розробленню обґрунтованих управлінських рішень. Результати виконаного ГІС-аналізу можуть послужити основою для розроблення стратегічних планів управління басейновою системою

річки Уборть, встановлення пріоритетних заходів щодо збереження водних ресурсів та проведення екологічного відновлення річкових екосистем.

2.4 Застосування дистанційного зондування Землі у дослідженнях

Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) є методом збору інформації про об'єкти на земній поверхні без фізичного контакту з ними. Ця технологія, що базується на аналізі електромагнітного випромінювання, яке відбивається чи створюється об'єктами, є незамінною для вивчення значних територій, важкодоступних територій і моніторингу динамічних процесів. Це може включати зміни землекористування, поширення забруднень, розвиток ерозії та інше. У межах аналізу басейну річки Уборть ДЗЗ є потужним інструментом для вивчення екологічного, гідрологічного та антропогенного стану регіону.

У дослідженні басейну річки Уборть використовуються різноманітні дані ДЗЗ, які розрізняються за спектральними, просторовими та часовими характеристиками. Основні з них:

- Оптичні знімки: Ці дані створюються у видимому, ближньому інфрачервоному та короткохвильовому інфрачервоному діапазонах спектру. Вони дозволяють аналізувати відбивну здатність об'єктів на земній поверхні, що сприяє ідентифікації землекористування, оцінці стану рослинності, моніторингу якості води та виявленню забруднень. Для території басейну річки Уборть з її значним покриттям лісами й болотами ці дані дозволяють класифікувати лісові насадження, оцінити їхній стан, виявити ділянки вирубок чи пожеж і контролювати стан болотистих екосистем. Як правило, джерелами таких даних є супутники Landsat (з роздільною здатністю 30 м) та Sentinel-2 (з роздільною здатністю 10–20 м).

- Радарні знімки: Отримуються з використанням активних радарних технологій, які реєструють відбиття мікрохвильового випромінювання. Завдяки здатності проникати через хмарність і рослинний покрив вони є ефективними для досліджень у регіонах із частими опадами й густою рослинністю, таких як

басейн річки Уборть. Ці дані застосовуються для створення цифрових моделей рельєфу (ЦМР), аналізу змін вологості ґрунту, виявлення зон затоплення чи оцінки землекористування. Основним постачальником радарних даних є супутники Sentinel-1.

- Теплові знімки: Ці зображення створюються в тепловому інфрачервоному спектрі й фіксують теплове випромінювання об'єктів на земній поверхні. Теплові дані корисні для визначення температури водної поверхні, виявлення теплових забруднень, моніторингу пожеж або оцінки мікрокліматичних умов.

- Гіперспектральні знімки: Отримуються в багатьох вузьких спектральних діапазонах і забезпечують детальні дані про спектральні характеристики об'єктів. Такі зображення дозволяють точно ідентифікувати види рослинності, оцінювати їхній стан, фіксувати забруднення чи аналізувати мінералогічний склад ґрунтів.

Моніторинг землекористування й рослинного покриву. Дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), зокрема оптичні знімки високої роздільної здатності, знаходять своє застосування у створенні тематичних карт землекористування та відстеженні динаміки змін у рослинному покриві. Це дозволяє проводити кількісну оцінку площ різних форм землекористування, таких як лісові насадження, сільськогосподарські угіддя та населені пункти, а також ідентифікувати території зі зміненням ландшафтом, включаючи ділянки вирубок, розораних земель чи забудов. Аналіз динаміки індексу нормалізованого різницевого рослинного покриву (NDVI), який розраховується на основі оптичних спостережень, надає змогу не лише виявляти деградовані ділянки з порушеним рослинним покривом, а й оцінювати ефективність заходів із його відновлення.

Оцінка стану лісових екосистем. Лісові масиви виконують ключову екологічну роль, сприяючи регуляції стоку, захисту ґрунтів від ерозії та збереженню біорізноманіття. Застосування даних ДЗЗ дає можливість оцінювати лісові ресурси за такими параметрами, як загальна площа лісів, вікова структура,

запас деревини, стан здоров'я деревостанів та наявність пошкоджень, спричинених пожежами, шкідниками або хворобами. Використання оптичних даних у поєднанні з радарними знімками дозволяє отримати більш комплексну інформацію про стан лісових екосистем.

Моніторинг стану водних об'єктів. ДЗЗ забезпечує ефективні засоби моніторингу водних ресурсів басейну річки Уборть. Аналіз оптичних даних дозволяє визначати площу водних об'єктів (річок, озер, ставків, водосховищ), оцінювати вміст хлорофілу як індикатора евтрофікації і цвітіння води, а також фіксувати забруднені ділянки й характеризувати зміни берегової лінії. Теплове зондування застосовується для оцінки температурного режиму води і виявлення випадків теплового забруднення [22].

Виявлення та оцінка наслідків надзвичайних ситуацій. Дані ДЗЗ забезпечують оперативне реагування у разі виникнення надзвичайних екологічних подій, таких як повені, пожежі або значне забруднення довкілля. Зокрема, радарні знімки виявляються надзвичайно корисними для моніторингу повеней завдяки здатності до формування зображень крізь хмарний покрив та встановлення меж затоплених територій. Оптичні дані забезпечують можливість точного визначення масштабів пожеж або наслідків забруднень.

- Оцінка вологості ґрунту: Вологість ґрунту є ключовим фактором, що впливає на формування стоку. Дані із радарних знімків дозволяють визначити рівень вологості ґрунтів на великих територіях. Ця інформація слугує основою для вдосконалення гідрологічних моделей та прогнозування процесів стоку.

- Моніторинг снігового покриву: Сніговий покрив суттєво впливає на формування стоку в багатьох регіонах. Використовуючи дані дистанційного зондування, зокрема оптичні та радарні знімки, можна оцінити площу снігового покриву, його глибину та водозапас. Ці показники є важливими для прогнозування весняної повені.

- Розрахунок коефіцієнтів стоку: Коефіцієнт стоку демонструє співвідношення між об'ємом опадів та обсягом стоку. Дані дистанційного зондування, включаючи інформацію про землекористування, рослинність і

вологість ґрунту, дають змогу оцінити цей показник для різних частин басейну річки Уборть.

Використання даних дистанційного зондування Землі для аналізу антропогенного впливу на басейн річки Уборть.

- Моніторинг розвитку населених пунктів: За допомогою даних дистанційного зондування можна відстежувати розширення населених пунктів, зміни площ забудови, розвиток інфраструктури та оцінювати їхній вплив на стан басейну річки Уборть.

- Ідентифікація і моніторинг промислових об'єктів: Дані дистанційного зондування дозволяють виявляти розташування промислових об'єктів, оцінювати їхню площу, діяльність та відстежувати потенційне забруднення навколишнього середовища.

- Оцінка впливу сільського господарства: Використання дистанційного зондування сприяє аналізу сільськогосподарських угідь, типів вирощуваних культур, стану рослинності та дозволяє оцінювати вплив аграрної діяльності на якість води та стан ґрунтів.

- Виявлення незаконних сміттєзвалищ: Дані дистанційного зондування застосовуються для визначення місць несанкціонованого розміщення сміття та оцінки їхнього впливу на екологічний стан територій [23].

Дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) обробляються та аналізуються за допомогою різних методів, серед яких:

- Геометрична корекція: усунення спотворень, спричинених особливостями зйомки чи рельєфом території.

- Радіометрична корекція: корекція впливу атмосферних умов та обладнання, яке здійснює зйомку.

- Класифікація зображень: визначення на основі пікселів різних типів землекористування, рослинного покриву та інших об'єктів.

- Обчислення спектральних індексів: використання математичних формул для комбінування спектральних каналів з метою поліпшення ідентифікації певних об'єктів (наприклад, NDVI для оцінки вегетації).

- Аналіз змін: вивчення динаміки змін на поверхні Землі за певний час.

Для виконання цих завдань застосовують різноманітне програмне забезпечення. Це може бути як комерційне (зокрема ENVI та ERDAS Imagine), так і з відкритим кодом, наприклад QGIS із відповідними плагінами чи SNAP.

Використання технологій дистанційного зондування Землі має ключове значення для вивчення басейну річки Уборть. Зібрані таким чином дані дозволяють отримати цінну інформацію про екологічний, гідрологічний та антропогенний стан території, проводити моніторинг змін у басейні й оцінювати вплив людської діяльності на довкілля. Інтеграція даних ДЗЗ із наземними спостереженнями та геоінформаційними системами дає змогу створювати точніші й об'єктивніші картини стану басейну річки Уборть, а також розробляти ефективні заходи для його охорони і раціонального управління [23].

2.5 Математичне моделювання змін водних ресурсів річки Уборть

Прогнозування змін водних ресурсів є ключовим елементом ефективного управління водними ресурсами, особливо в умовах змін клімату та зростаючого антропогенного тиску. Математичні моделі дозволяють імітувати складні гідрологічні процеси, що відбуваються в басейні річки, та прогнозувати зміни в стоку, якості води та інших важливих характеристиках водних ресурсів. У контексті басейну річки Уборть, математичні моделі можуть бути використані для оцінки впливу змін клімату, землекористування та водокористування на водні ресурси, а також для розробки сценаріїв адаптації до цих змін.

Існує широкий спектр математичних моделей, які можуть бути використані для прогнозування змін водних ресурсів. Основні типи включають:

- Гідрологічні моделі: Гідрологічні моделі імітують процеси формування стоку в басейні річки, включаючи опади, випаровування, інфільтрацію, підземний стік та поверхневий стік. Вони використовуються для прогнозування стоку річки, рівнів води та інших гідрологічних характеристик. Гідрологічні моделі можуть бути емпіричними (заснованими на статистичних

залежностях між вхідними та вихідними даними), концептуальними (заснованими на спрощеному описі фізичних процесів) або фізично обґрунтованими (заснованими на рівняннях, що описують фізичні закони). Прикладами гідрологічних моделей є SWAT (Soil and Water Assessment Tool), HEC-HMS (Hydrologic Modeling System), VIC (Variable Infiltration Capacity) та MIKESHE.

- **Моделі якості води:** Моделі якості води імітують процеси перетворення забруднюючих речовин у водному середовищі, включаючи розчинення, перенесення, розкладання та осадження. Вони використовуються для прогнозування концентрації забруднюючих речовин у річці, оцінки впливу джерел забруднення та розробки заходів щодо покращення якості води. Прикладами моделей якості води є QUAL2K, CE-QUAL-W2 та WASP (Water Quality Analysis Simulation Program).

- **Моделі екологічного моделювання:** Моделі екологічного моделювання імітують взаємодію між водними ресурсами та екосистемами. Вони використовуються для прогнозування змін у біорізноманітті, продуктивності екосистем та інших екологічних характеристиках.

- **Моделі управління водними ресурсами:** Моделі управління водними ресурсами інтегрують гідрологічні моделі, моделі якості води та моделі екологічного моделювання з моделями економічного розвитку та соціальних потреб. Вони використовуються для оцінки наслідків різних стратегій управління водними ресурсами та вибору оптимальної стратегії [24].

Для розробки та калібрування математичних моделей басейну річки Уборть необхідні різноманітні дані, включаючи:

- **Кліматичні дані:** Дані про опади, температуру повітря, сонячну радіацію, вітер та вологість повітря є необхідними для розрахунку випаровування та формування стоку.

- **Гідрологічні дані:** Дані про рівні води, витрати води та температуру води є необхідними для калібрування та валідації гідрологічних моделей.

- Дані про якість води: Дані про концентрацію забруднюючих речовин, біохімічне споживання кисню (БСК), хімічне споживання кисню (ХСК), вміст розчиненого кисню та інші показники якості води є необхідними для калібрування та валідації моделей якості води [25].

- Дані про землекористування: Дані про типи землекористування (ліси, сільськогосподарські угіддя, населені пункти) є необхідними для оцінки впливу землекористування на стік та якість води.

- Дані про ґрунти: Дані про тип ґрунтів, їх гранулометричний склад та гідрологічні властивості є необхідними для розрахунку інфільтрації та підземного стоку.

- Дані про топографію: Цифрова модель рельєфу (ЦМР) є необхідною для визначення площі водозбору, ухилів схилів та інших морфометричних характеристик басейну.

- Дані про водокористування: Дані про обсяги забору води для різних потреб (питного водопостачання, зрошення, промисловість) є необхідними для оцінки впливу водокористування на стік річки.

Процес моделювання змін водних ресурсів басейну річки Уборть включає наступні етапи:

1. Визначення цілей моделювання: Чітке формулювання цілей моделювання є важливим для вибору відповідної моделі та даних. Наприклад, метою може бути оцінка впливу змін клімату на стік річки або прогнозування концентрації забруднюючих речовин у річці.

2. Вибір моделі: Вибір моделі залежить від цілей моделювання, доступних даних та ресурсів.

3. Збір та підготовка даних: Збір та підготовка даних є важливим етапом моделювання. Дані повинні бути перевірені на якість та приведені до необхідного формату.

4. Калібрування моделі: Калібрування моделі полягає у налаштуванні параметрів моделі таким чином, щоб результати моделювання відповідали даним спостережень.

5. Валідація моделі: Валідація моделі полягає у перевірці здатності моделі прогнозувати зміни водних ресурсів на основі незалежного набору даних.
6. Розробка сценаріїв: Розробка сценаріїв передбачає визначення можливих змін у кліматі, землекористуванні та водокористуванні.
7. Прогнозування змін водних ресурсів: На основі розроблених сценаріїв проводиться моделювання змін водних ресурсів.
8. Аналіз результатів та розробка рекомендацій: Результати моделювання аналізуються та розробляються рекомендації щодо управління водними ресурсами [24].

Зміни клімату, зокрема підвищення температури та зміна кількості опадів, можуть мати значний вплив на водні ресурси басейну річки Уборть. Математичні моделі можуть бути використані для прогнозування цих змін.

- Зміна стоку: Підвищення температури може призвести до збільшення випаровування та зменшення стоку, особливо в літній період. Зміна кількості опадів може призвести до збільшення частоти та інтенсивності повеней та засух.

- Зміна якості води: Підвищення температури води може призвести до зменшення вмісту розчиненого кисню та збільшення концентрації забруднюючих речовин. Збільшення частоти та інтенсивності повеней може призвести до збільшення змиву забруднюючих речовин з сільськогосподарських угідь та населених пунктів.

- Зміна екосистем: Зміна клімату може призвести до зміни складу та структури екосистем, зокрема до зменшення площі болотних екосистем.

В Україні математичні моделі активно використовуються для дослідження водних ресурсів. Наприклад, Інститут гідрології і меліорації Національної академії аграрних наук України використовує гідрологічну модель SWAT для прогнозування стоку та оцінки впливу сільського господарства на водні ресурси. Інститут проблем математичних машин і систем НАН України розробляє та використовує моделі якості води для прогнозування концентрації забруднюючих речовин у річках.

Використання математичних моделей для прогнозування змін водних ресурсів має певні проблеми та обмеження:

- Невизначеність даних: Якість та доступність даних є важливим фактором, що впливає на точність моделей.
- Спрощення реальності: Математичні моделі є спрощеним представленням реальних процесів.
- Невизначеність сценаріїв: Прогнозування змін клімату та інших факторів є невизначеним.
- Обчислювальні витрати: Розробка, калібрування та валідація математичних моделей вимагають значних обчислювальних ресурсів [24].

Прогнозування змін стану водних ресурсів із застосуванням математичних моделей становить ключовий інструмент для сприяння раціональному та ефективному управлінню водними ресурсами в басейні річки Уборть. Застосування таких моделей дає змогу проводити комплексну оцінку впливу кліматичних змін, трансформацій у землекористуванні та водокористуванні на стан водних ресурсів. Водночас, вони слугують основою для розробки адаптивних сценаріїв та стратегій реагування на зазначені фактори. Попри існуючі виклики й певні методологічні обмеження, впровадження математичного моделювання залишається важливим підґрунтям для забезпечення сталого розвитку і раціонального використання водних ресурсів басейну річки Уборть.

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ РІЧКИ УБОРТЬ

3.1 Якість води: хімічні, фізичні та біологічні показники

Оцінка якості води річки Уборть є одним із ключових етапів у визначенні її екологічного стану. На основі аналізу хімічних, фізичних та біологічних параметрів можна зробити висновки про рівень забруднення, придатність води для використання та ступінь антропогенного впливу.

Хімічні показники. Дослідження складу води річки Уборть демонструють зміни у вмісті основних хімічних компонентів, таких як нітрати, нітрити, фосфати, амонійний азот і загальна кількість заліза. Згідно з сезонними вимірюваннями, концентрація нітратів у певних місцях водотоку близька до гранично допустимих норм для водойм рибогосподарського призначення, що свідчить про потрапляння мінеральних добрив із сусідніх сільськогосподарських земель (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Основні хімічні показники річки Уборть

Показник	Міжсезонні варіації	Примітки
Нітрати (NO_3^-), мг/л	5-25	Піки у весняно-літній період
Нітрити (NO_2^-), мг/л	0,01-0,20	Підвищення – індикатор побутових/промислових стоків
Амонійний нітроген (NH_4^+), мг/л	0,1-1,2	Найбільша концентрація – у нижній частині течії
Фосфати (PO_4^{3-}), мг/л	0,05-0,50	Піки після весняного змиву
Загальне залізо, мг/л	0,2-1,5	Іноді перевищує ГДК (~0,3-0,5 мг/л)
ХСК, мг O_2 /л	10-50	Підвищення влітку через органічні забруднювачі
БСК ₅ , мг O_2 /л	5-30	Інформативний про вміст біогенних речовин

Фосфати переважно фіксуються в весняно-літній період. Це пов'язано зі стоком із ґрунту навесні та впливом побутових стоків. Концентрація заліза подекуди перевищує допустимі норми, особливо в прибережних ділянках зі

значним природним дренажем залізовмісних вод або поблизу застарілих техногенних об'єктів.

Рівень хімічного та біохімічного споживання кисню (ХСК і БСК₅) змінюється відповідно до сезонів та інтенсивності антропогенного впливу. Найвищі показники цих параметрів зафіксовані влітку через активне розкладання органічних речовин у воді.

Фізичні показники. Основні фізичні характеристики якості води річки включають температуру, прозорість, кольоровість і електропровідність. Температура змінюється залежно від сезону, але в деяких низовинних ділянках відзначено підвищення, яке може бути зумовлене тепловими скидами або зменшенням лісового покриття вздовж берегів (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Основні фізичні характеристики якості води річки

Параметр	Діапазон значень	Примітки
Температура, °С	+1 (зима) - +25 (літо)	Локальні підвищення (+2...+4 °С) біля скидів
Прозорість, см	20-60	Після дощів – до 10-15 см
Електропровідність, мкСм/см	250-500	Підвищення понад 600 мкСм/см – ознака забруднення
Кольоровість, од.	10-30	Зростає влітку і після скидів

Прозорість води коливається в межах 20-60 см через природні завислі частинки та ерозійні процеси у басейні. Періоди сильних дощів чи танення снігу тимчасово знижують прозорість води.

Електропровідність становить у середньому 250-500 мкСм/см, що свідчить про помірний вміст розчинених солей. Підвищення цього показника може сигналізувати про забруднення, пов'язане з каналізаційними чи промисловими скидами.

Біологічні показники. Біологічний аналіз охоплює оцінку стану фітопланктону, зоопланктону, бентосу та мікробіологічну перевірку. У воді поширені організми сапробної групи, серед яких діатомові та синьо-зелені водорості, що характерні для евтрофних і мезо-евтрофних водойм.

У теплий період та за підвищеного надходження органіки часто спостерігається «цвітіння» води, спричинене масовим розвитком синьо-зелених

водоростей. Це призводить до зниження рівня кисню у воді, що негативно впливає на водну фауну, особливо рибу (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Біологічні показники якості води річки

Показник	Значення/клас	Інтерпретація
Diatomophyta spp. (діатомові)	Помірно-високо	Наявність сапробності
Cyanobacteria spp. (ціанобактерії)	Поява «цвітіння»	Ознака евтрофування
Коліформи, КУО/100 мл	До 500-2000	Перевищення – забруднення побутове/тваринницьке
Зоопланктон, індекс біорізноманіття	2.5-4.0	Нижче норми – через гіпоксію
Benthic macroinvertebrates	Індекс Saprobity II-III	На межі мезасапробного стану

Мікробіологічні дослідження у вибраних точках свідчать про перевищення допустимого рівня коліформних бактерій, що вказує на побутове чи тваринницьке забруднення водойми.

3.2 Екологічний стан річки та її прибережних зон

Екологічний стан річки Уборть та її прибережних територій формується під впливом комплексної взаємодії природних і антропогенних факторів. У верхній течії річка переважно протікає через лісові масиви Полісся, що сприяє збереженню її природного гідрологічного режиму та екосистемної рівноваги. Однак ситуація в середній і нижній течіях значно погіршується через підвищений антропогенний вплив, пов'язаний із сільськогосподарською діяльністю, наявністю населених пунктів, меліоративними роботами та недостатньо очищеними стоками.

Прибережна захисна смуга в багатьох місцях зазнала деградації або зовсім зникла. Це призводить до інтенсивної ерозії берегів і надходження у воду завислих часток та органічних сполук, що суттєво знижує прозорість води і змінює її хімічний склад. Вирубання лісів і чагарників уздовж русла руйнує природні механізми самоочищення, зменшує біорізноманіття річкової

екосистеми й погіршує умови для нересту риб. Негативний вплив посилюється випасом худоби поблизу води, розорюванням земель до урізу води та появою стихійних сміттєзвалищ [12].

Зменшення видового різноманіття флори та фауни є помітним у прибережних районах. Якщо раніше в річці були поширені типові для Полісся види риб, такі як щука, плітка, лин і йорж, то сьогодні домінують більш витривалі до забруднення види, наприклад, карась сріблястий і верховодка. Це свідчить про пониження рівня кисню у воді та зростання органічного навантаження. Біологічні індикатори стану водного середовища вказують на прогресуючу евтрофікацію: відзначається «цвітіння» води через активне розмноження ціанобактерій, а також зниження індексу різноманіття зоопланктону та бентосу.

Аналіз хімічних, фізичних і біологічних параметрів дозволяє оцінити екологічний стан річки Уборть як «задовільний з ознаками деградації» (табл. 3.4). Найгірша ситуація спостерігається в ділянках нижньої течії, де максимальне антропогенне навантаження супроводжується відсутністю прибережної захисної смуги і високими концентраціями азотовмісних і фосфорних сполук. Як наслідок, це призводить до трансформації структур водної екосистеми, втрати здатності до самоочищення та зменшення екосистемних послуг (рис. 3.1).

Таблиця 3.4

Екологічний стан річки Уборть

Ділянка річки	Характеристика берегів	Стан прибережної смуги	Біорізноманіття	Загальна оцінка
Верхня течія	Лісові масиви	Збережена	Високе	Добре
Середня течія	С/г угіддя, села	Частково деградована	Помірне	Задовільно
Нижня течія	Меліорація, господарства	Знищена/відсутня	Низьке	Незадовільно

Для поліпшення стану річки Уборть та її прибережних зон необхідно здійснити низку заходів: відновити прибережну рослинність і створити буферні смуги шириною не менше 50 метрів; заборонити випас худоби в охоронних зонах водойм; запровадити використання фітоочисних споруд чи біофільтраційних

зон; підвищити ефективність локальних очисних систем; проводити екологічну освіту місцевого населення; організувати постійний моніторинг якості води із застосуванням біоіндикаторів.



Рис. 3.1. Зміна біорізноманіття по течії річки Уборть

Таким чином, підтримання екологічної рівноваги річки Уборть безпосередньо залежить від раціонального управління водними ресурсами, дотримання водоохоронних норм та впровадження заходів із відновлення природних елементів її екосистеми [13].

3.3 Основні джерела забруднення водних ресурсів регіону

Антропогенне навантаження на річку Уборть зумовлене широким спектром природних і господарських факторів. Серед основних джерел забруднення можна виділити побутові, сільськогосподарські, промислові, транспортні та лісогосподарські. Джерела поділяються на точкові (локалізовані місця скиду, такі як каналізаційні колектори, дренажні системи, виробничі об'єкти) та дифузні (розпорошені забруднення, наприклад, поверхневий стік із полів, доріг, осушених земель).

Побутові стоки малих населених пунктів (Білокоровичі, Словечне, Лельчиці тощо) значною мірою впливають на гідрохімічний стан річки.

Недостатність або повна відсутність очищення спричиняє накопичення органічних речовин, збільшення біохімічного (БСК) та хімічного споживання кисню (ХСК), а також підвищений вміст біогенних елементів (азот, фосфор) і наявність патогенних мікроорганізмів.

Сільське господарство виступає головним джерелом дифузного забруднення. Поля, розташовані вздовж русла річки, обробляються добривами та пестицидами. Під час дощів або танення снігу частки агрохімікатів потрапляють у воду, що провокує евтрофікацію, масове розмноження водоростей і зниження рівня розчиненого кисню. Такий вплив негативно відбивається на іхтіофауні.

Меліоративні системи, створені у ХХ столітті, сильно впливають на водний баланс регіону. Через осушувальні канали у річку потрапляє дренажна вода, яка може містити залишки важких металів, органічних сполук і біогенних елементів. Найсильніше страждають верхні горизонти ґрунтових вод, тісно пов'язані з водами річкового басейну (рис. 3.2).

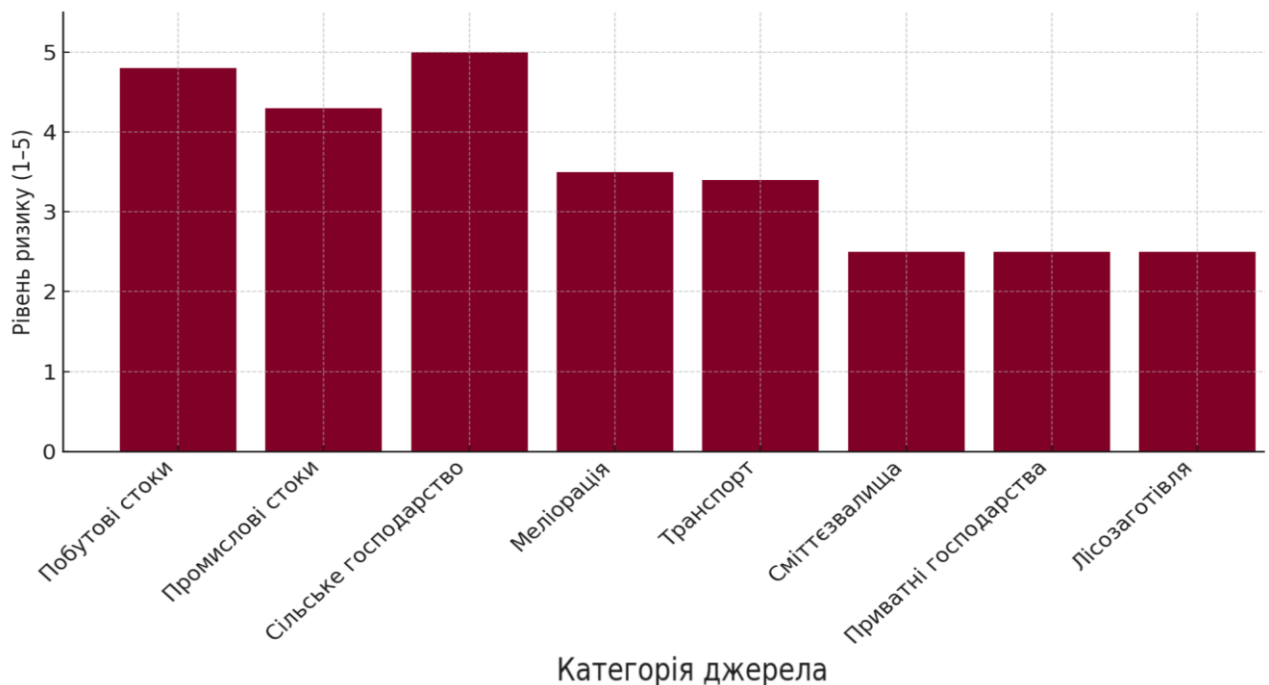


Рис. 3.2. Оцінка рівня ризику основних джерел забруднення річки Уборть

Промислові стоки невеликих підприємств, таких як пилорами, міні-пекарні чи СТО, часто надходять до водойми без належної попередньої очистки. У цих стоках можуть бути залишки мастил, хімічних миючих засобів,

лакофарбових матеріалів, що створюють локальне токсичне навантаження для водної екосистеми [15].

Транспортний вплив від доріг у напрямках Овруча, Коростеня та Лельчиці формує джерела забруднення важкими металами (свинець, цинк, кадмій), вуглеводнями та шинною крихтою. Зливові води з автошляхів, особливо під час сильних дощів, без очищення стікають у річку.

Неорганізовані сміттєзвалища на прибережних територіях становлять тривалу екологічну загрозу. Їхній вміст включає не лише побутове сміття, але й небезпечні матеріали – акумулятори, пластик, медикаменти. З їх розкладом утворюються токсичні сполуки: феноли, фталати, важкі метали.

Приватні господарства та малі ферми нерідко здійснюють несанкціоноване скидання гноївки, залишків кормів чи сироватки прямо у воду або в потоки, які впадають до Уборті. Це додає у воду значну кількість органічних речовин, викликаючи локальне забруднення.

Лісозаготівля в районі Олевська залишає після себе об'ємні залишки тирси та органічного сміття. Під час дощів ці матеріали змиваються до струмків і потрапляють у річку. Надмір органіки у водоймі сприяє гниттю та розвитку анаеробних мікроорганізмів.

3.4 Антропогенний вплив на водний режим та екосистеми річки

Річка Уборть, подібно до більшості водних об'єктів України, зазнає значного впливу людської діяльності, що виявляється у зміні її гідрологічного режиму, забрудненні води та деградації місцевих екосистем. Такі зміни мають серйозні наслідки для біорізноманіття, якості води та забезпечення сталого використання ресурсів. Для розробки ефективних стратегій управління важливо чітко розуміти масштаби та особливості цього впливу.

Зміни гідрологічного режиму. Гідрологічний режим річки Уборть формується під впливом природних факторів – таких як клімат, рельєф і геологія басейну – а також антропогенних чинників, що пов'язані з господарською

діяльністю людини. Тривалий антропогенний вплив призвів до відчутних змін у гідрології річки: змінюється обсяг стоку, рівень води та сезонні коливання.

Один із найпоширеніших видів такого впливу – це регулювання стоку через гідротехнічні споруди. Хоча на річці відсутні масштабні греблі чи водосховища, є невеликі греблі та ставки, що використовуються для місцевого водопостачання й риборозведення. Ці споруди, попри свої розміри, змінюють природний ритм стоку річки, послаблюючи паводки та підвищуючи мінімальні рівні води. У результаті порушуються природні цикли затоплення заплавної луки і нересту риби, змінюється швидкість течії та температурний режим води. До того ж, греблі перешкоджають міграції риби та інших водних організмів, зменшуючи їх здатність до розмноження й розповсюдження [14].

Ще одним суттєвим фактором, що впливає на гідрологію, є забір води для іригації сільськогосподарських земель, живлення промислових підприємств та інших потреб. Особливо в сухі сезони це призводить до зменшення обсягів стоку й рівнів води, що спричиняє осушення заплавної території. Як наслідок, збільшується концентрація забруднюючих речовин та погіршуються умови життя водних організмів (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Екологічний стан річки Уборть за хімічними показниками

Показник	Річка Уборть (середнє значення)	Екологічний норматив	Оцінка
БСК ₅	3 мг/л	< 5 мг/л	Норма
Нітрати (NO ₃ ⁻)	10 мг/л	< 40 мг/л	Норма
Фосфати (PO ₄ ³⁻)	0.1 мг/л	< 0.2 мг/л	Норма
Сполуки важких металів	< ГДК	ГДК	Норма

Крім того, зміни у водозбірному басейні через вирубку лісів, осушення боліт і господарську діяльність значно впливають на режим річки. Такі дії прискорюють стік під час дощів і танення снігу, знижують інфільтрацію води у ґрунт і підвищують ризик повеней. Зменшення площ лісів і боліт також призводить до скорочення стоку влітку та зростання вмісту завислих речовин у воді.

Вплив на екосистеми. Людська діяльність також негативно позначається на екосистемах річки Уборть. Забруднення води змінює видовий склад

фітопланктону й зоопланктону: чисельність організмів, чутливих до забруднення, зменшується, тоді як поширюються стійкі до цих умов види. У донних відкладеннях спостерігається деградація чутливих видів, а стан рибного угруповання значно погіршується.

Зміни у гідрологічному режимі також завдають шкоди екосистемам. Порушення природного циклу міграцій і розмноження риб, зміни в складі прибережної рослинності та зникнення боліт і заплавних лук призводять до втрати біорізноманіття й порушень функціонування екосистем.

Збереження та реконструкція прибережних біотопів необхідно здійснювати через створення водоохоронних смуг, обмеження будівельної та господарської діяльності в зонах, прилеглих до узбережжя. Такі заходи включають також відновлення природного рослинного покриву на берегах водних об'єктів, що сприяє підтриманню екологічного балансу та зміцненню гідрологічного режиму (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Антропогенний вплив на екологічний стан річки

Фактор впливу	Вплив на біорізноманіття	Оцінка (негативна, помірна, позитивна)
Забруднення води	Зменшення чисельності чутливих видів, зміни у видовому складі	Негативна
Зміна гідрологічного режиму	Порушення циклів розмноження та міграції риб, зміни в структурі рослинності	Негативна
Виллов риби	Зменшення чисельності цінних видів риб	Негативна
Руйнування біотипів	Втрата місць існування для багатьох видів	Негативна

Контроль і регулювання процесу вилову риби та користування іншими водними ресурсами мають передбачати запровадження чітко визначених лімітів на вилов, ефективний моніторинг дотримання правил рибальства, а також впровадження систематичних заходів протидії браконьєрству з метою збереження біорізноманіття водойм [16].

РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ РІЧКИ УБОРТЬ

4.1 Заходи з відновлення екологічного стану річки

Відновлення екологічного стану річки Уборть, як і будь-якої іншої річкової системи, потребує цілісного підходу, що охоплює широкий спектр заходів, спрямованих на усунення причин деградації та відновлення природних функцій річки й усього її басейну. Перший крок полягає в проведенні комплексного аналізу екологічного стану річки, визначенні головних джерел забруднення та чинників, що негативно впливають на біорізноманіття і гідрологічний режим. На основі цих даних формується стратегія відновлення, яка включає конкретні дії з урахуванням особливостей річки Уборть.

Одним із ключових пріоритетів є зменшення рівня забруднення. Це передбачає модернізацію чи створення сучасних очисних споруд на промислових підприємствах, у населених пунктах та на сільськогосподарських об'єктах, які скидають стічні води в річку. Ефективне очищення стоків від органічних речовин, сполук азоту і фосфору, важких металів та інших забруднень потребує впровадження сучасних технологій, таких як біологічне очищення, мембранні системи й адсорбційні методи. Крім того, слід запроваджувати профілактичні заходи: створення водоохоронних зон вздовж річки, обмеження використання пестицидів і добрив у сільському господарстві та організацію збору й утилізації відходів. Особлива увага має бути приділена боротьбі з несанкціонованими скидами стоків і незаконним видобутком корисних копалин у руслі й заплаві річки.

Не менш важливим завданням є відновлення гідрологічного режиму річки. Це потребує регулювання водних потоків шляхом будівництва водосховищ і гідротехнічних споруд для накопичення паводкових вод з подальшим їх використанням у посушливий період. Відновлення природних заплавних

територій також відіграє вирішальну роль у регуляції стоку, збереженні осадів і забруднювачів, а також у підтримці оселищ багатьох видів флори і фауни. Очищення русла від завалів та осадових мас, які заважають вільному руху води й погіршують умови для водних організмів, є невід'ємним елементом цієї роботи. Окремий акцент слід робити на оздоровленні малих річок і струмків, які впадають в Уборть, оскільки вони важливі для формування стоку та збереження екосистем загалом.

Щоб повернути біорізноманіття до належного рівня, необхідно здійснювати відновлення прибережних екосистем через висаджування дерев та кущів уздовж берегової лінії, створення захисних рослинних смуг і боротьбу з поширенням інвазійних видів. Крім того, потрібно працювати над відновленням популяцій риб та інших водних організмів шляхом штучного зариблення, облаштування нерестовищ і введення обмежень на вилов риби. Охорона рідкісних і зникаючих видів є ще одним важливим компонентом: варто створювати охоронювані території та розробляти заходи для захисту таких видів.

Важливим компонентом у процесі відновлення екологічного стану водних ресурсів є екологічна освіта та інформування населення. Необхідно підвищувати рівень екологічної свідомості суспільства, формувати відповідальне ставлення до водних ресурсів та залучати громадян до заходів, спрямованих на покращення екологічного стану річки. Для цього важливо організовувати екологічні акції, конкурси, лекції та семінари, що висвітлюють проблеми охорони водних ресурсів і шляхи їх вирішення. Також слід стимулювати розвиток екологічного туризму, який сприяє ознайомленню з природними багатствами басейну річки Уборть і мотивує до їхнього збереження.

Ефективна реалізація зазначених заходів потребує тісної координації між органами державної влади, місцевого самоврядування, підприємствами, науковими установами та громадськими організаціями. Для забезпечення фінансування ініціатив з відновлення річки Уборть необхідно залучати різноманітні джерела, включаючи державний та місцеві бюджети, кошти приватного бізнесу, міжнародні гранти і благодійні пожертви. Крім того,

важливо впроваджувати системний моніторинг екологічного стану річки, що дозволить оцінювати ефективність ужитих заходів і своєчасно коригувати стратегії відновлення за потреби.

Досягнення успіху у відновленні екологічного стану річки Уборть сприятиме покращенню якості води, зростанню біорізноманіття, підвищенню рекреаційної привабливості водних об'єктів та забезпеченню сталого використання ресурсів для потреб населення та економіки. Такий підхід також сприятиме збереженню унікальних екосистем Полісся та покращенню загальної екологічної ситуації в регіоні.

4.2 Рекомендації щодо зменшення антропогенного навантаження

Зменшення антропогенного навантаження на басейн річки Уборть є пріоритетним завданням для досягнення стійкого використання водних ресурсів та збереження екологічного балансу в річковій екосистемі. Антропогенний вплив проявляється у численних формах, таких як забруднення водних об'єктів стічними водами, порушення гідрологічного режиму через зарегулювання стоку, деградація прибережних екосистем, нераціональне використання водних ресурсів та інша діяльність, що спричиняє погіршення екологічного стану річки та її басейну. Для ефективної мінімізації негативного впливу необхідно впроваджувати комплексні заходи, спрямовані на усунення причин екологічної деградації та відновлення природних функцій річкових систем.

Одним із ключових напрямів є скорочення рівня забруднення води. Це вимагає застосування сучасних технологій очищення стічних вод на промислових підприємствах, у міських і сільськогосподарських зонах. Основний акцент слід зробити на ефективному видаленні органічних речовин, біогенних елементів (зокрема азоту та фосфору), важких металів, нафтопродуктів, пестицидів та інших забруднюючих компонентів із стічних вод. Це передбачає модернізацію існуючих або будівництво нових очисних споруд із впровадженням таких технологій, як біологічне очищення, фізико-хімічні

методи, мембранні технології тощо. Особливо важливо забезпечити очищення стічних вод у малих населених пунктах і сільських районах, де часто відсутні централізовані системи каналізації та очищення. У цих випадках доцільним є впровадження локальних очисних систем, таких як біофільтри, септики з доочищенням та інші технологічні рішення.

Критично важливим є також застосування безвідходних виробничих технологій, які сприяють скороченню обсягів стічних вод і зменшенню концентрації забруднень у них. Крім того, необхідно посилити контроль за дотриманням нормативів скиду стічних вод, запровадити дієві механізми моніторингу та оперативного реагування на порушення екологічних стандартів. Інтегральним елементом стратегії зменшення антропогенного навантаження має стати розробка і реалізація планів управління басейном річки. Ці плани повинні передбачати комплексний підхід до управління водними ресурсами з урахуванням екологічних, соціальних і економічних аспектів сталого розвитку.

Одним із ключових напрямів є регулювання водокористування. Для цього потрібно запроваджувати ефективні заходи економії водних ресурсів у різних секторах, зокрема промисловості, сільському господарстві та комунальному господарстві. Це включає використання замкнутих систем водопостачання на підприємствах, застосування крапельного зрошення в аграрному секторі, встановлення водолічильників і стимулювання заощадження води серед населення. Не менш важливо організувати облік водокористування та забезпечити контроль за дотриманням лімітів водозабору. Також необхідно врегульовувати видобуток корисних копалин у річищах і заплавах річок, аби уникнути руйнування природних екосистем і погіршення якості води.

Також важливе значення має відновлення та збереження прибережних екосистем. Необхідно здійснювати заходи з реставрації заплавної лісів, луків і боліт. Ці природні об'єкти відіграють значну роль у регулюванні стоку, затриманні наносів і забруднювачів, а також забезпечують середовище для багатьох видів флори й фауни. Доцільно створювати водоохоронні зони вздовж річкових берегів, у яких забороняється будь-яка діяльність, що може погіршити

стан води чи екосистеми. Варто також активно боротися з ерозійними процесами берегів за допомогою біологічних методів, наприклад, висаджуючи дерева й чагарники вздовж річкових зон або формуючи захисні смуги рослинності. Важливим аспектом є здійснення екологічного моніторингу прибережних екосистем, який дозволяє оперативно фіксувати негативні зміни та своєчасно вживати заходів для їх усунення [11].

Ефективне зниження антропогенного навантаження вимагає системного підходу, що інтегрує технічні, економічні, організаційні та освітні заходи. Вирішення цієї проблеми передбачає залучення усіх зацікавлених сторін, серед яких органи державної влади, місцеве самоврядування, підприємства, наукові установи, громадські організації та населення. Одним із важливих аспектів є забезпечення фінансування заходів зі зменшення антропогенного впливу із різноманітних джерел, включаючи державні та місцеві бюджети, кошти підприємств, міжнародні гранти, а також добровільні внески.

Не менш вагомим є підвищення екологічної свідомості громадян і формування відповідального підходу до водних ресурсів. Цього можна досягти через організацію екологічних акцій, конкурсів, лекцій та семінарів, спрямованих на висвітлення проблем захисту водних ресурсів та пошуку їх практичних рішень. Також варто сприяти розвитку екологічного туризму у регіоні, що дозволить місцевому населенню і відвідувачам ознайомитися з природними цінностями басейну річки Уборть і стимулюватиме їхню охорону.

Досягнення успіху у зниженні антропогенного навантаження на басейн річки Уборть сприятиме сталому використанню водних ресурсів, збереженню унікальної екосистеми цього регіону та підвищенню якості життя людей, які там проживають.

4.3 Стратегія сталого використання водних ресурсів у басейні річки

Стратегія сталого управління водними ресурсами в басейні річки Уборть повинна ґрунтуватися на принципах інтегрованого підходу, який передбачає врахування екологічних, економічних і соціальних аспектів. Основна мета полягає в задоволенні потреб сучасного покоління у водних ресурсах без створення ризиків для можливостей майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби. Важливо забезпечити гармонійне використання водних ресурсів для різних цілей, зберегти екосистему річки з її басейном та забезпечити справедливий розподіл води між усіма користувачами [5,13].

Першим етапом у створенні ефективної стратегії є проведення всебічного аналізу стану водних ресурсів у басейні річки Уборть. Це включає оцінку потреб у воді серед різних галузей економіки та населення, а також визначення ключових екологічних проблем, які виникають при використанні водних ресурсів. За результатами такого аналізу формулюються стратегічні цілі, завдання та розробляються конкретні заходи для їхньої реалізації.

Серед головних пріоритетів варто виділити забезпечення необхідного обсягу й належної якості питної води для населення. Досягнення цієї цілі потребує захисту джерел питної води від забруднення, впровадження сучасних технологій очищення, організації стабільного водопостачання в населені пункти та заохочення раціонального використання води серед громадян [25]. Не менш важливим є регулярний моніторинг якості води та оперативне вирішення проблем у разі забруднень. У разі виникнення дефіциту води доцільно розглянути можливість використання альтернативних джерел, таких як підземні або поверхневі води з інших басейнів.

Іншою важливою стратегічною ціллю є забезпечення потреб сільського господарства у водних ресурсах для зрошення. Це передбачає впровадження ефективних систем зрошення, таких як крапельне зрошення та дощування, які дозволяють економити воду та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Важливим є також використання стійких до посухи сортів рослин

та застосування агротехнічних заходів, що сприяють збереженню вологи у ґрунті. Необхідно також регулювати використання пестицидів та добрив у сільському господарстві, щоб запобігти забрудненню води.

Стратегія сталого використання водних ресурсів також повинна враховувати потреби промисловості у водних ресурсах. Це передбачає впровадження замкнутих циклів водопостачання на підприємствах, що дозволяють значно зменшити обсяги забору води та скиду стічних вод. Важливим є також використання сучасних технологій очищення стічних вод та впровадження екологічно чистих виробництв. Необхідно також стимулювати підприємства до економії води та зменшення забруднення.

Важливим елементом стратегії є збереження екологічного стану річки та її басейну. Це передбачає охорону та відновлення прибережних екосистем, таких як заплавні ліси, луки та болота, які відіграють важливу роль у регулюванні стоку, затриманні наносів та забруднюючих речовин, а також є місцем проживання багатьох видів рослин і тварин. Важливим є також забезпечення екологічного попуску води з водосховищ, щоб підтримувати достатній рівень води у річці у період межені та забезпечувати нормальне функціонування екосистеми. Необхідно також проводити заходи з боротьби з ерозією берегів та відновлення русла річки. Важливим є також моніторинг екологічного стану річки та її басейну, що дозволяє своєчасно виявляти негативні зміни та вживати заходів з їх усунення.

Стратегія сталого використання водних ресурсів повинна передбачати справедливий розподіл водних ресурсів між різними користувачами. Це передбачає встановлення пріоритетів водокористування, враховуючи потреби населення у питному водопостачанні, потреби сільського господарства та промисловості, а також екологічні потреби річки. Важливим є також забезпечення участі громадськості у процесі прийняття рішень щодо управління водними ресурсами.

Для реалізації стратегії сталого використання водних ресурсів необхідно створити ефективну систему управління водними ресурсами, яка базується на

принципах інтегрованого управління водними ресурсами. Це передбачає координацію діяльності різних органів державної влади та місцевого самоврядування, підприємств, наукових установ та громадських організацій. Важливим є також забезпечення фінансування заходів з реалізації стратегії з різних джерел, включаючи державний та місцеві бюджети, кошти підприємств, міжнародні гранти та пожертви. Необхідно також забезпечити моніторинг та оцінку ефективності реалізації стратегії, що дозволяє коригувати її у разі потреби.

Успішна реалізація стратегії сталого використання водних ресурсів у басейні річки Уборть дозволить забезпечити збалансоване використання водних ресурсів для різних цілей, зберегти екологічний стан річки та її басейну, а також забезпечити справедливий розподіл водних ресурсів між різними користувачами. Це сприятиме сталому розвитку регіону та покращенню якості життя населення [17].

4.4. Використання результатів дослідження для регіонального планування

Інтеграція результатів глибокого дослідження екологічного стану річки Уборть у процес регіонального планування є наріжним каменем для забезпечення сталого розвитку та збалансованого природокористування в басейні цієї водної артерії. Комплексний аналіз, що охоплює гідрологічні характеристики, рівень антропогенного навантаження, стан біорізноманіття та інші ключові екологічні показники, стає надійною науковою основою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, спрямованих на мінімізацію негативного впливу людської діяльності та збереження природних цінностей регіону.

Одним з пріоритетних напрямків використання результатів дослідження є розробка стратегій оптимізації землекористування. Детальна інформація про зони затоплення, схильність до ерозії, наявність цінних природних територій та

рівень забруднення ґрунтів дозволяє чітко визначити обмеження та рекомендації щодо використання різних ділянок території басейну. Наприклад, у заплавних зонах, де ризик повеней є особливо високим, необхідно обмежити або заборонити будівництво житлових та промислових об'єктів, натомість сприяючи розвитку рекреаційних зон та природних територій, які відіграють важливу роль у регулюванні стоку та збереженні біорізноманіття. На схилах, схильних до ерозії, необхідно впроваджувати заходи з укріплення ґрунтів, такі як лісопосадки та створення терасованих полів, щоб запобігти змиву ґрунту у річку та погіршенню якості води. Аналіз рівня забруднення ґрунтів дозволяє розробити стратегії відновлення забруднених територій та обмежити використання хімічних речовин у сільському господарстві, щоб зменшити надходження забруднюючих речовин у річку. Інтеграція цих даних у плани землекористування дозволяє створити збалансовану систему, яка враховує потреби економічного розвитку та екологічні обмеження.

Результати дослідження також є важливим інструментом для планування розвитку інфраструктури. При розміщенні нових промислових об'єктів, транспортних комунікацій та інших інфраструктурних споруд необхідно враховувати їх потенційний вплив на стан річки та її басейну. Наприклад, при будівництві доріг необхідно передбачати систему водовідведення, яка запобігає змиву забруднюючих речовин з дорожнього покриття у річку. Розміщення очисних споруд повинно базуватися на аналізі джерел забруднення та гідрологічних характеристик річки, щоб забезпечити ефективне очищення стічних вод та мінімізувати їх негативний вплив на якість води. При плануванні систем водопостачання необхідно враховувати наявність водних ресурсів та їх стійкість до змін клімату, щоб забезпечити надійне водопостачання населення та підприємств. Результати дослідження також можуть бути використані для розробки стратегій адаптації до змін клімату, таких як будівництво водосховищ для регулювання стоку та впровадження заходів з економії води [12, 3].

Не менш важливим є використання результатів дослідження для формування регіональної екологічної політики. Аналіз стану біорізноманіття, рівня забруднення та інших екологічних показників дозволяє визначити

пріоритетні напрямки природоохоронної діяльності та розробити ефективні заходи з охорони та відновлення екосистем. Наприклад, на основі даних про поширення рідкісних та зникаючих видів рослин і тварин можна створити охоронювані території, такі як заказники та заповідники, де забезпечується збереження їхніх місць проживання. Результати аналізу забруднення води можуть бути використані для розробки нормативів скиду стічних вод та встановлення штрафів за їх порушення. Дані про стан лісових насаджень дозволяють розробити стратегії сталого лісокористування, які забезпечують збереження їх екологічних функцій та біорізноманіття. Результати дослідження також можуть бути використані для проведення екологічної освіти та просвіти населення, щоб підвищити його обізнаність про проблеми охорони навколишнього середовища та заохотити до відповідального ставлення до водних ресурсів.

Важливим аспектом використання результатів дослідження є їх інтеграція в геоінформаційні системи (ГІС). Створення ГІС-бази даних, що містить інформацію про екологічний стан річки Уборть, гідрологічні характеристики басейну, землекористування, інфраструктурні об'єкти та інші важливі дані, дозволяє проводити просторовий аналіз та моделювання, що є необхідним для прийняття обґрунтованих управлінських рішень. ГІС-технології дозволяють візуалізувати результати дослідження, створювати тематичні карти та атласи, що є корисними для інформування громадськості та залучення її до процесу планування.

Успішне використання результатів дослідження для регіонального планування вимагає тісної співпраці між науковцями, органами державної влади та місцевого самоврядування, підприємствами та громадськими організаціями. Важливо забезпечити відкритий доступ до інформації та залучати громадськість до процесу прийняття рішень, щоб врахувати різні точки зору та забезпечити підтримку планів розвитку. Лише за умови інтегрованого підходу та спільної відповідальності можна забезпечити стале використання водних ресурсів річки Уборть та зберегти її екологічні цінності для майбутніх поколінь [22, 21]

ВИСНОВКИ

У ході проведеного дослідження басейну річки Уборть було досягнуто всебічного розуміння екологічного, гідрологічного та антропогенного стану даної річкової системи. Здійснений аналіз дозволив виявити ключові фактори, що впливають на водні ресурси басейну, та визначити основні проблеми, які потребують вирішення для забезпечення сталого використання водних ресурсів та збереження екологічної рівноваги.

Результати дослідження підтвердили значний антропогенний тиск на басейн річки Уборть, що проявляється у забрудненні води, зміні гідрологічного режиму та руйнуванні прибережних екосистем. Виявлено, що основними джерелами забруднення є стічні води комунальних підприємств, сільськогосподарські угіддя та промислові об'єкти. Аналіз гідрологічного режиму показав, що зарегулювання стоку та осушення заплавних територій призводять до зменшення стоку у період межені та збільшення ризику повеней у період паводків. Дослідження біорізноманіття виявило зменшення кількості та різноманітності видів рослин і тварин, що є наслідком забруднення, руйнування місць проживання та інших факторів.

У роботі продемонстровано ефективність використання геоінформаційних систем (ГІС) для аналізу стану басейну річки Уборть. ГІС дозволили інтегрувати різноманітні дані, проводити просторовий аналіз та моделювання, що сприяло виявленню проблемних зон та оцінці впливу різних факторів на стан водних ресурсів. Застосування даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) виявилось корисним для моніторингу землекористування, оцінки стану рослинного покриву та виявлення джерел забруднення.

Для прогнозування змін водних ресурсів у басейні річки Уборть було застосовано математичні моделі. Результати моделювання показали, що зміни клімату та збільшення антропогенного тиску можуть призвести до зменшення стоку, погіршення якості води та зміни екосистем. Це підкреслює необхідність

впровадження заходів з адаптації до змін клімату та зменшення антропогенного навантаження.

У дипломній роботі запропоновано комплекс заходів з відновлення екологічного стану річки Уборть, зменшення антропогенного навантаження та забезпечення сталого використання водних ресурсів. Ці заходи охоплюють модернізацію очисних споруд, впровадження екологічно чистих технологій у промисловості та сільському господарстві, відновлення прибережних екосистем, регулювання водокористування та підвищення екологічної свідомості населення.

Результати дослідження мають практичне значення для регіонального планування та розробки стратегій сталого розвитку басейну річки Уборть. Вони можуть бути використані для прийняття обґрунтованих рішень щодо землекористування, розвитку інфраструктури та формування екологічної політики.

Підсумовуючи, дане дослідження надає цінну інформацію для розробки ефективних заходів з управління водними ресурсами та збереження екологічної рівноваги в басейні річки Уборть. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на детальне вивчення окремих аспектів проблеми та впровадження запропонованих заходів на практиці.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Проблеми та перспективи збалансованого розвитку Поліського регіону України / За ред. М. Хвесика, І. Стефанюка. К.: Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України, 2013. 348 с.
2. Яцик А.В. Екологічна безпека водогосподарських систем. К.: Генеза, 2000. 352 с.
3. Національна інфраструктура геопросторових даних. <https://nsdi.gov.ua/login?redirect=/home> (дата звернення: 22.02.2025)
4. Гребінь В.В., Хільчевський В.К. Річки і водосховища Житомирщини: водність, якість води, екологічні проблеми. К.: Київський університет, 2007. 284 с.
5. Романенко О.В., Жук В.М., Горин Г.С. Сучасний стан та перспективи використання геоінформаційних технологій в управлінні водними ресурсами // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія "Екологія". 2017. Вип. 58. С. 123-132.
6. Савицький В.В. Гідроекологічні проблеми малих річок. // Меліорація і водне господарство. 2013. Вип. 101. С. 150-158.
7. Мельник Л.Г. Економіка природокористування. Суми: Університетська книга, 2003. 384 с.
8. Хільчевський В.К., Гребінь В.В. Водні об'єкти зони відчуження Чорнобильської АЕС. К.: ВГЛ "Обрії", 2016. 192 с.
9. Мольчак Я.О., Савицький В.В. Водні ресурси басейну річки Прип'ять: сучасний стан та перспективи використання. Рівне: НУВГП, 2012. 284 с.
10. Шерстюк Н.П., Бобко В.О. Екологічний стан річкових басейнів Житомирської області. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2015. 164 с.

11. Закон України. Про охорону навколишнього природного середовища. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення 25.01.2025).

12. Державні санітарні норми і правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10). Затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 12.05.2010 № 400. Зареєстровані в Міністерстві юстиції України 01.07.2010 за № 452/17747. Чинні.

13. Циганенко-Дзюбенко І., Кірейцева Г., Герасимчук О., Скиба Г., Хоменко С. Особливості планування та реалізації моніторингу малих річок в умовах урбанізації та військових дій. Науковий вісник ХДУ Серія Географічні науки. 2024. № 21. DOI: <https://doi.org/10.32999/ksu2413-7391/2024-21-4>

14. Публічна кадастрова карта України. URL: <https://map.land.gov.ua/> (дата звернення: 17.04.2025).

15. Іваненко І. І. Аналіз хімічного складу води річок Житомирської області. Екологічний журнал. 2022. Т. 15, № 3. С. 45–53.

16. Циганенко-Дзюбенко І., Кірейцева Г., Герасимчук О., Скиба Г., Хоменко С. Антропогенний вплив війни на водні ресурси: аналіз та потенційні шляхи відновлення. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2024. № 3. С. 51–59. DOI: 10.32782/pcsd-2024-3-7

17. Сучасні проблеми водокористування в контексті парадигми сталого розвитку / Проблеми і перспективи економіки та управління. Проблеми і перспективи економіки та управління. URL: <http://ppeu.stu.cn.ua/article/view/262613> (дата звернення 05.03.2025).

18. . Водні ресурси на рубежі ХХІ ст.: проблеми раціонального використання, охорони та відтворення / ред. М. А. Хвесик. К.: РВПС України НАН України, 2018. 564 с.

19. Про затвердження Переліку річок та водойм, що віднесені до водних об'єктів місцевого значення. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0002-98#Text> (дата звернення 25.01.2025).

20. М. В. Донченко І. І. Коваленко. Геоінформаційні системи: Навч. посіб. Миколаїв : ЧНУ, 2021. 132 с.
21. Раціональне водокористування як чинник національної безпеки України / Р.І. Тринько, М.Я. Бомба, М.М. Сливка // Вісник Національної академії наук України. 2019. № 6. С. 83-90
22. ДСТУ 4808:2007 Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. Будстандарт Online - нормативні документи будівельної галузі України. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=53159 (дата звернення 05.03.2025)
23. Білявський Г.О., Бутченко Л.І., Навроцький В.М. Основи екології. К.: Либідь, 2004. 408 с.
24. Іваненко П.І. "Оцінка екологічного стану басейну річки Уборть" // Вісник Житомирського державного університету. 2015. №3. С. 123-128
25. G. Skyba, M. Kolodii. Quantitative assessment of water quality in the Vidsichne reservoir (Zhytomyr, Ukraine). IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2023. 1254. 012084