

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра екології та ботаніки**

До захисту допускається

Завідувач кафедри екології та ботаніки
_____ **Вікторія СКЛЯР**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за першим рівнем вищої освіти

на тему: **«МОНІТОРИНГ СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД
Р. КЛЕВЕНЬ В МЕЖАХ ЕСМАНЬСЬКОЇ ОТГ»**

Виконав: _____ **Олександр СИМАК**
(підпис)

Група _____ **ЕКО 2101-1**

Науковий керівник: _____ **Інна ЗУБЦОВА**
(підпис)

СУМИ – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет *агротехнологій та природокористування*
Кафедра *екології та ботаніки*
Освітній ступінь – «Бакалавр»
Спеціальність – 101 «Екологія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Зав. кафедрою _____ Вікторія СКЛЯР
«01» вересня 202 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу студентів

Симаку Олександрю Сергійовичу

1. Тема роботи **«Моніторинг стану поверхневих вод р. Клевень в межах Есманьської ОТГ»**

2. Затверджено наказом по університету від «__» _____ 202_ р. №__

3. Термін здачі студентом закінченої роботи на кафедрі _____ 202_ року

4. **Вихідні дані до роботи:** літературні дані про екологічний стан р. Клевень та поверхневих вод в Україні загалом, нормативно-правова база моніторингу поверхневих вод в Україні, методи моніторингу якості поверхневих вод, хімічні методи визначення забруднюючих речовин; методи та методика проведення досліджень; результати власних досліджень про стан поверхневих вод р. Клевень у межах Есманьської ОТГ. Висновки та пропозиції.

5. **Перелік завдань, які будуть виконуватися в роботі:** здійснити збір водних проб з р. Клевень; визначити фізико-хімічні параметри води (температура, рН, концентрація розчиненого кисню тощо); провести хімічний аналіз води для визначення концентрації основних компонентів та забруднювачів; визначити та охарактеризувати біологічні індикатори стану р. Клевень; проаналізувати вплив сезонних факторів на якість поверхневих вод р. Клевень.

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Інна ЗУБЦОВА

Завдання прийняв до виконання _____ Олександр СИМАК

Дата отримання завдання «01» вересня 202__ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН
Виконання кваліфікаційної роботи
здобувача вищої освіти спеціальності 101 «Екологія» (група ЕКО 2101)
за темою «Моніторинг стану поверхневих вод р. Клевень в межах Есманської ОТГ»

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Визначення об'єкту, предмету дослідження, формулювання мети та задач кваліфікаційної роботи, складання плану	Осінній семестр 1 курс навчання	Виконано
2	Підбір та вивчення літературних джерел, законодавчої та нормативної бази	Весняний семестр 1 року навчання	Виконано
3	Узагальнення теоретичного матеріалу з обраної теми дослідження та представлення чорнового варіанту першого розділу кваліфікаційної роботи	Осінній семестр другого року навчання	Виконано
4	Збір та узагальнення матеріалу про регіон досліджень, підготовка відповідного тексту кваліфікаційної роботи	Весняний семестр другого року навчання	Виконано
5	Вибір та вивчення методів досліджень, які будуть використані при підготовці кваліфікаційної роботи, оформлення відповідного тексту кваліфікаційної роботи	Осінній семестр третього року навчання	Виконано
6	Збір та обробка фактичного (експериментального) матеріалу, узагальнення аналізу застосування досліджуваного питання на підприємстві (виробнича практика)	Весняно-літній період третього року навчання	Виконано
7	Оформлення теоретичної частини кваліфікаційної роботи, узагальнення експериментальної частини, захист звіту по виробничій практиці	Осінній семестр четвертого року навчання	Виконано
8	Завершення експериментальної частини кваліфікаційної роботи та подання попереднього варіанту експериментального розділу керівнику	Весняний семестр четвертого року навчання	Виконано
9	Перевірка кваліфікаційної роботи на автентичність (подання роботи для перевірки на плагіат на кафедрі, до відділу якості освіти)	Перша-друга декада травня 2025	Виконано
10	Оформлення кваліфікаційної роботи, та її подання на попередній захист та рецензування	Третя декада травня 2025 року	Виконано
11	Подання закінченої роботи та документів до неї	Перша декада червня 2025 року	Виконано
12	Захист кваліфікаційної роботи	Друга декада червня 2025 року	Виконано

Керівник роботи

_____ (підпис)

Інна ЗУБЦОВА
(Прізвище, ініціали)

Здобувач

_____ (підпис)

Олександр СИМАК
(Прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Симак О. С. «Моніторинг стану поверхневих вод р. Клевень в межах Есманської ОТГ».

Кваліфікаційна робота освітнього рівня – бакалавр, на правах рукопису. Спеціальність – 101 Екологія. – Сумський національний аграрний університет. – Суми, 2025.

Кваліфікаційна робота викладена на 68 сторінках комп'ютерного тексту, включає 14 таблиць та 12 рисунків. Вона складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури, що включає 56 найменування.

Кваліфікаційна робота присвячена вивченню сучасного екологічного стану одного з малих водотоків північного сходу України, що має важливе природоохоронне та соціально-господарське значення для місцевої громади. Річка Клевень протікає територією Есманської об'єднаної територіальної громади Сумської області та є джерелом водопостачання, рекреаційним і екологічним ресурсом. У зв'язку з активною сільськогосподарською діяльністю, наявністю населених пунктів та потенційних джерел забруднення, виникає необхідність постійного моніторингу її екологічного стану.

Мета роботи – провести оцінку якості поверхневих вод р. Клевень у межах Есманської ОТГ на основі аналізу фізико-хімічних та біологічних показників, визначити вплив сезонних та антропогенних факторів на зміну гідрохімічних характеристик, а також обґрунтувати екологічні заходи щодо покращення стану водного об'єкта.

Дослідження проводилося з використанням польових, лабораторних і статистичних методів. Відбір проб здійснювався в контрольних точках уздовж течії річки у різні сезони року. Було проаналізовано температуру, рівень рН, вміст розчиненого кисню, нітратів, фосфатів, амонійного азоту, а також органолептичні показники. Для оцінки біологічного стану використовувалися біоіндикаторні методи: аналіз фітопланктону, макрозообентосу, наявності сапробних організмів.

У результаті досліджень встановлено, що якість води в річці змінюється сезонно: у весняно-літній період спостерігається зниження концентрації розчиненого кисню та збільшення кількості біогенних речовин, що свідчить про евтрофування. В окремих точках зафіксовано перевищення гранично допустимих концентрацій нітратів, що, ймовірно, пов'язано з аграрною діяльністю в межах водозбору. Біологічні показники також засвідчили помірне антропогенне навантаження.

На основі отриманих результатів у роботі запропоновано комплекс природоохоронних заходів: створення захисних прибережних смуг, регулювання сільськогосподарського навантаження, локальний моніторинг джерел забруднення та підвищення екологічної обізнаності населення.

Ключові слова: *моніторинг, поверхневі води, річка Клевень, Есманська ОТГ, гідрохімія, біоіндикація, антропогенне навантаження, екологічний стан.*

SUMMARY

O. S. Symak, «Monitoring the state of the surface waters of the Kleven River within the Esmanska OTG».

Qualification work of educational level – Bachelor, in the form of a manuscript. Speciality – 101 Ecology – Sumy National Agrarian University – Sumy, 2025.

The qualification work is presented on 68 pages of computer text, contains 12 tables and 14 figures. It consists of an introduction, 4 chapters, conclusions and a bibliography with 56 entries.

This thesis focuses on the current ecological state of a small watercourse in north-eastern Ukraine that is important for the local community from environmental and socio-economic perspectives. The Kleven River flows through the Esmanska United Territorial Community in the Sumy region, providing a source of water, recreation, and ecological resources. Due to active agricultural activity, the presence of settlements, and potential sources of pollution, there is a need for constant monitoring of its ecological status.

This study aims to assess the quality of the Kleven River's surface waters within the Esmanska UTC, based on an analysis of physical, chemical, and biological indicators. The study also aims to determine the impact of seasonal and anthropogenic factors on changes in hydrochemical characteristics and to justify environmental measures to improve the water body's condition.

The study was conducted using field, laboratory and statistical methods. Sampling was carried out at control points along the river in different seasons. Temperature, pH level, dissolved oxygen, nitrate, phosphate and ammonium nitrogen content were analysed, as well as organoleptic indicators. Bioindicator methods were employed to evaluate the biological status, including the analysis of phytoplankton, macrozoobenthos and saprobic organisms.

The research found that the water quality in the river varies seasonally. In spring and summer, there is a decrease in the concentration of dissolved oxygen and an increase in the amount of biogenic substances, indicating eutrophication. At

certain locations, the maximum permissible concentrations of nitrates were exceeded, probably due to agricultural activities within the catchment area. Biological indicators also showed moderate anthropogenic pressure.

Based on these findings, the paper proposes a range of environmental protection measures, including the creation of protective coastal strips, the regulation of agricultural runoff, the local monitoring of pollution sources and the raising of environmental awareness among the population.

Key words: *monitoring, surface waters, Klevens River, Esmanska OTG, hydrochemistry, bioindication, anthropogenic load, ecological status.*

ЗМІСТ

ВСТУП		9
РОЗДІЛ 1	ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД (Огляд літератури)	12
1.1	Аналіз сучасного стану досліджень якості поверхневих вод у зарубіжній та українській науковій практиці	12
1.2	Гідрохімічні та гідробіологічні показники якості поверхневих вод	14
1.3.	Вплив антропогенних факторів на стан річкових екосистем (на прикладі малих річок)	20
1.4.	Сучасні підходи до моніторингу стану поверхневих вод	21
РОЗДІЛ 2	ОБ’ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
2.1	Об’єкт та предмет досліджень	26
2.2.	Умови проведення досліджень	29
РОЗДІЛ 3	МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	34
РОЗДІЛ 4	МОНІТОРИНГ СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД Р. КЛЕВЕНЬ В МЕЖАХ ЕСМАНЬСЬКОЇ ОТГ	38
4.1.	Оцінка якості води р. Клевень в межах Есманьської ОТГ	38
4.2.	Хімічний аналіз води р. Клевень у межах Есманьської ОТГ	43
4.3.	Біологічні індикатори стану р. Клевень	50
4.4.	Вплив сезонних факторів на якість поверхневих вод р. Клевень	54
	ВИСНОВКИ	58
	ПРОПОЗИЦІЇ	59
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60
	ДОДАТКИ	65

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах значного антропогенного навантаження на водні екосистеми проблема збереження якості поверхневих вод набуває особливого значення. Річкові системи відіграють ключову роль у підтриманні екологічної рівноваги, забезпеченні питного водопостачання, веденні сільського господарства та збереженні біорізноманіття. Водночас саме ці екосистеми є одними з найуразливіших до впливу забруднювачів різного походження – побутових, сільськогосподарських, промислових стоків.

Річка Клевень, що протікає в межах Есманьської об'єднаної територіальної громади, є важливою водною артерією регіону. Вона забезпечує екосистемні послуги місцевим жителям та має природоохоронне значення. Проте останніми роками спостерігається зниження якості водних ресурсів унаслідок інтенсивного використання водозбірного басейну, що супроводжується ерозійними процесами, розораністю заплавл, використанням агрохімікатів і відсутністю належного очищення стічних вод.

Незважаючи на екологічну важливість р. Клевень, систематичний моніторинг її гідроекологічного стану практично не проводиться, що ускладнює прийняття обґрунтованих управлінських рішень на рівні громади. Тому виникає нагальна потреба у проведенні комплексного аналізу якості поверхневих вод на основі фізико-хімічних та біоіндикаторних показників. Це дозволить не лише встановити сучасний екологічний стан річки, а й сформулювати науковообґрунтовані рекомендації щодо покращення управління водними ресурсами в межах Есманьської ОТГ.

Таким чином, дослідження, присвячене моніторингу стану поверхневих вод р. Клевень, є актуальним і спрямованим на вирішення важливої регіональної проблеми у контексті забезпечення сталого природокористування та охорони довкілля.

Мета і завдання дослідження. Оцінити сучасний екологічний стан поверхневих вод р. Клевень у межах Есманьської ОТГ.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

1. здійснити збір водних проб з р. Клевень;
2. визначити фізико-хімічні параметри води (температура, рН, концентрація розчиненого кисню тощо);
3. провести хімічний аналіз води для визначення концентрації основних компонентів та забруднювачів;
4. визначити та охарактеризувати біологічні індикатори стану р. Клевень;
5. проаналізувати вплив сезонних факторів на якість поверхневих вод р. Клевень.

Методи дослідження – польові (рекогносцирувальний, маршрутний), камеральні, математичні, статистичні. Обробка матеріалів проводилася із застосуванням програмних пакетів Statistica 13.0.

Об'єкт дослідження – поверхневі води р. Клевень у межах Есманської об'єднаної територіальної громади Сумської області.

Предметом дослідження – фізико-хімічні характеристики та біоіндикаційні показники якості води р. Клевень, а також вплив природних і антропогенних чинників на її екологічний стан.

Наукова новизна отриманих результатів. Уперше на території Есманської ОТГ було проведено моніторинг стану поверхневих вод р. Клевень та отримано повне та цілісне уявлення про їх сучасний стан.

Практичне значення одержаних результатів. Підготовлені матеріали можуть бути використані при викладанні таких дисциплін, як: «Хімія з основами біогеохімії», «Загальна екологія», «Гідрологія».

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалася згідно з планами науково-дослідної роботи кафедри екології та ботаніки Сумського національного аграрного університету в межах виконання теми: «Інвентаризація біорізноманіття та комплексний популяційний аналіз рослинного покриву Північно-Східної України» (номер держреєстрації: 0121U113245).

Особистий внесок здобувача. Робота є самостійним дослідженням студента, який проаналізував теоретичний матеріал із досліджуваної проблематики. Провів польові дослідження. Узагальнення та інтерпретація отриманих даних здійснювалось як особисто, так і спільно із науковим керівником. Результати досліджень відображені у публікаціях та кваліфікаційній роботі.

Апробація результатів роботи. Результати та основні положення роботи доповідались на щорічній науково-практичній конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (14-18 квітня 2025 р.). Суми, 2025.

Публікації. Симак О. Моніторинг стану поверхневих вод р. Клевень в межах Есманьської ОТГ. *Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (14-18 квітня 2025 р.).* Суми. 2025. С. 32. (Додаток А).

Структура та обсяг роботи. Матеріали роботи викладено на 68 сторінках, з яких основний текст роботи займає 17 сторінку. Кваліфікаційна робота складається з вступу, 4 розділів основної частини, висновків, пропозицій, списку використаних джерел та 1 додатку. Основна частина роботи містить 14 рисунків і 12 таблиць. У роботі цитується 56 літературних джерел, з них 10 – латиницею.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД (Огляд літератури)

1.1. Аналіз сучасного стану досліджень якості поверхневих вод у зарубіжній та українській науковій практиці

Світова наукова спільнота останніми роками значно просунулась у розробці методів моніторингу поверхневих вод. Найбільш вагомий внесок пов'язаний з впровадженням інтегрованих систем оцінки, що базуються на поєднанні хімічних, фізичних та біологічних показників. Особливу увагу приділяється розробці стандартизованих методологій, таких як Водна рамкова директива ЄС, яка передбачає комплексну оцінку екологічного стану водних об'єктів [6].

У вітчизняній науці дослідження поверхневих вод мають значну історію, проте потребують подальшого розвитку. Основна увага традиційно приділялася гідрохімічним методам аналізу, тоді як біологічні методи оцінки залишаються недостатньо розробленими. Сучасні українські дослідження демонструють поступову інтеграцію міжнародних підходів, зокрема впровадження елементів біоіндикації (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Порівняльна характеристика світових та вітчизняних підходів до дослідження поверхневих вод

Критерій	Світові дослідження	Вітчизняні дослідження
Методологічна основа	Комплексний підхід (хімія+біологія+фізика)	Переважно гідрохімічні методи
Нормативна база	Відповідність міжнародним стандартам	Національні стандарти
Технологічне оснащення	Автоматизовані системи моніторингу	Переважно ручні методи
Біологічні методи	Розвинені системи біоіндикації	Обмежене застосування

Сучасний стан наукових досліджень вказує на необхідність подальшого вдосконалення методів моніторингу поверхневих вод в Україні. Першочерговими завданнями є модернізація технічної бази досліджень, розширення застосування біологічних методів оцінки та інтеграція вітчизняної практики з міжнародними стандартами. Особливу увагу слід приділити розробці адаптованих до місцевих умов методологій оцінки стану малих річок, які становлять значну частину водних ресурсів країни [9].

У сучасних екологічних умовах оцінка якості поверхневих вод є одним з ключових напрямів у галузі гідроекології та охорони навколишнього середовища. Це обумовлено як загрозами зміни клімату, так і зростаючим антропогенним навантаженням на водні екосистеми. Зважаючи на це, у науковій літературі простежується активний розвиток методів моніторингу стану поверхневих вод, що охоплюють як фізико-хімічні, так і біоіндикаційні показники.

У світовій науковій практиці значна увага приділяється системному моніторингу якості води в межах водозбірних басейнів. Наприклад, за даними Шарпан D. [34], оцінка стану водних ресурсів має базуватися на інтегрованому підході, який включає аналіз гідрохімічних показників, використання біоіндикаторів та просторове моделювання. У публікаціях Meuybeck et al. [35] розглядається проблема глобального забруднення річкових систем та значення довгострокового моніторингу для виявлення змін у водних екосистемах.

У рамках європейських екологічних програм, зокрема Water Framework Directive [37], визначено чіткі критерії оцінки екологічного та хімічного стану вод за допомогою біоіндикаторних груп (макрофіти, діатомові водорості, макрозообентос) та концентрацій небезпечних речовин. Значний вклад у розробку цих підходів зробили такі дослідники, як Hering et al. [36], які підкреслюють важливість багатокomпонентного аналізу водного середовища.

У зарубіжній літературі також широко представлені дослідження з використання біоіндикаторів. Наприклад, Hellawell [38] та Rosenberg & Resh [39], зазначають, що сапробіологічний аналіз із застосуванням показових груп організмів дозволяє отримати об'єктивну оцінку ступеня забруднення водойм. У публікаціях Varbour et al. [33] розглядається комплексна біооцінка вод за методикою Rapid Bioassessment Protocols, що застосовується в США.

В українській науковій традиції питання моніторингу якості поверхневих вод висвітлюються у працях Грищенка О.В. [6], Петренка В.І. [14], Калініної Н.М. [19], які акцентують увагу на необхідності локальних досліджень із врахуванням регіональних особливостей басейнів річок. Вітчизняні дослідники також відзначають важливість поєднання лабораторного аналізу з біоіндикаційними методами оцінки [16-18].

Детальні дослідження стану малих річок України, зокрема щодо впливу аграрного забруднення, подані у роботах Заблоцького В.С. [12] та Найденка О.В. [22]. Автори доводять, що саме локальні чинники, зокрема неочищені стічні води та надмірне застосування добрив, є головними джерелами погіршення якості поверхневих вод в аграрних регіонах.

Таким чином, як зарубіжні, так і вітчизняні наукові дослідження свідчать про важливість впровадження інтегрованих систем моніторингу водних ресурсів, що базуються на комплексному підході до аналізу їх фізико-хімічного та біологічного стану. Особливої актуальності набувають такі дослідження в межах невеликих річкових басейнів, які найчутливіші до змін і недостатньо охоплені регулярним державним моніторингом.

1.2. Гідрохімічні та гідробіологічні показники якості поверхневих вод

Гідрохімічні та гідробіологічні показники якості поверхневих вод є ключовими критеріями для оцінки їхнього екологічного стану. Вони

використовуються для аналізу антропогенного впливу, природних змін та відповідності стандартам якості води.

Гідрохімічні параметри характеризують хімічний склад води та включають концентрації органічних і неорганічних сполук, фізико-хімічні властивості та наявність забруднювачів.

До основних гідрохімічних показників якості води належать:

1. Температура води

Впливає на розчинність кисню, швидкість біохімічних процесів, активність організмів. Зростання температури може свідчити про термічне забруднення.

2. Водневий показник (рН)

Характеризує кислотність або лужність води. Нормальний діапазон для природних вод – 6,5–8,5. Відхилення вказують на наявність кислотного чи лужного стоку.

3. Розчинений кисень (O_2)

Показник екологічного благополуччя водойми. Значення нижче 4 мг/дм³ є критичними для водних організмів. Зниження концентрації кисню може бути наслідком органічного забруднення або евтрофікації.

4. Біохімічне споживання кисню (БСК₅)

Оцінює кількість кисню, необхідного для окиснення органічних речовин у воді за 5 діб. Високі значення БСК₅ свідчать про органічне забруднення.

5. Хімічне споживання кисню (ХСК)

Показує загальну кількість органічних та неорганічних відновників у воді. Часто використовується разом із БСК₅ для комплексної оцінки.

6. Загальна мінералізація (сухий залишок)

Оцінює сумарну концентрацію розчинених речовин. Високі значення вказують на вплив господарських або промислових стоків.

7. Загальна жорсткість (ммоль/дм³)

Визначається вмістом кальцію (Ca^{2+}) і магнію (Mg^{2+}). Надмірна жорсткість впливає на побутове та промислове використання води.

8. Нітрати (NO_3^-), нітроти (NO_2^-), амонійний азот (NH_4^+)

Є індикаторами забруднення води побутовими або сільськогосподарськими стоками. Підвищені концентрації становлять небезпеку для здоров'я людей і водних екосистем.

9. Фосфати (PO_4^{3-})

Сприяють розвитку водоростей та евтрофікації. Джерелом можуть бути мийні засоби або агрохімікати.

10. Сульфати (SO_4^{2-}) і хлориди (Cl^-)

Підвищення їх концентрацій може бути ознакою забруднення промисловими або побутовими стоками, зокрема стічними водами.

11. Важкі метали (Pb, Cd, Cu, Zn, Hg, Cr тощо)

Мають високу токсичність навіть у малих концентраціях. Потрапляють у воду внаслідок промислового забруднення або атмосферного переносу.

12. Електропровідність (мкСм/см)

Відображає здатність води проводити струм і є непрямим показником концентрації іонів у воді.

Таблиця 1.2.

Основні гідрохімічні показники якості води

Показник	Одиниці вимірювання	Значення для чистої води	Вплив на екосистему
pH	безрозмірний	6,5–8,5	Визначає кислотно-лужний баланс води
Розчинений кисень (O_2)	мг/л	>6	Необхідний для життя водних організмів
Біохімічне споживання кисню (БСК_5)	мг O_2 /л	<3	Відображає рівень органічного забруднення
Хімічне споживання кисню (ХСК)	мг O_2 /л	<10	Показує загальний вміст органічних речовин
Загальний азот (N)	мг/л	<2	Перевищення веде до евтрофікації водойм
Загальний фосфор (P)	мг/л	<0,1	Викликає «цвітіння» води при перевищенні
Солі важких металів (Pb, Hg, Cd, As)	мг/л	<0,01	Токсичні навіть у низьких концентраціях
Мінералізація	мг/л	100–1000	Впливає на питні та технічні властивості води

Сукупний аналіз гідрохімічних показників дозволяє виявити як природні особливості водного об'єкта, так і вплив різних типів забруднення. У системах екологічного моніторингу ці показники є базовими для класифікації вод за ступенем чистоти або забруднення згідно з екологічними нормативами (наприклад, ДСТУ 4808:2007, Водна рамкова директива ЄС тощо).

Гідробіологічні показники базуються на оцінці біологічного стану водойми за складом і чисельністю водних організмів, що є індикаторами якості води.

Таблиця 1.3.

Гідробіологічні показники якості води

Показник	Метод оцінки	Значення для чистої води	Вплив забруднення
Індекс сапробності (S)	Видовий склад мікроорганізмів	<1,5 (олігосапробні води)	Високі значення вказують на забруднення органічними речовинами
Фітопланктон (хлорофіл-а)	мг/м ³	<10	Зростає при евтрофікації
Зоопланктон	кількість особин/м ³	Стабільний склад	Висока чисельність деяких видів сигналізує про забруднення
Макрозообентос	кількість таксонів	Високе біорізноманіття	Скорочення таксономічного складу вказує на деградацію екосистеми
Рівень бактеріального забруднення	КУО/100 мл	<1000 (для питної води)	Високий рівень може містити патогени

Гідробіологічні показники якості води

Гідробіологічні показники якості води ґрунтуються на аналізі структури, чисельності, видового складу та стану водних організмів (гідробіонтів), які мешкають у водоймах. Ці показники відображають сумарний вплив усіх факторів водного середовища (фізичних, хімічних, токсикологічних) і дають змогу оцінити екологічний стан водойми на інтегральному рівні.

1. Фітопланктон (водорості)

Фітопланктон є важливою складовою водної екосистеми та одним з найчутливіших біоіндикаторів:

- Видовий склад фітопланктону змінюється при забрудненні води: збільшується частка синьо-зелених водоростей (*Cyanophyta*), які сигналізують про евтрофікацію.
- Чисельність і біомаса: її різке зростання вказує на надмірне надходження біогенних елементів (азоту, фосфору).
- Індекси різноманіття (Шеннона, Маргалєфа тощо) використовуються для кількісної оцінки.

2. Зоопланктон

Зоопланктон (коловертки, гіллястовусі та веслоногі ракоподібні) також реагує на зміни у водному середовищі:

- Зменшення видового багатства або домінування толерантних видів свідчить про забруднення.
- Деякі види є індикаторами трофічного стану (наприклад, *Brachionus* або *Bosmina* – показники евтрофікації).

3. Бентос (донні організми)

Макрзообентос (личинки комах, молюски, кільчасті черви) є найбільш широко застосовуваною групою біоіндикаторів:

- Сапробність організмів дозволяє оцінити рівень органічного забруднення за системою сапробності (система Ф. Колквітца і М. Марсона).
- Розраховується сапробний індекс (S) водойми, який дозволяє віднести її до певного класу чистоти (α -мезосапробна, β -мезосапробна, олігосапробна зона тощо).
- Індекс ЕПТ (EPT Index) – показує частку чутливих до забруднення груп: Е – *Ephemeroptera* (одноденки), Р – *Plecoptera* (ручайники), Т – *Trichoptera* (веснянки).

4. Перифітон

Це організми, прикріплені до субстратів у воді (каміння, рослинність). До нього входять діатомові водорості, синьо-зелені, бактерії, грибки тощо:

- Діатомовий індекс (ID) – часто застосовується для оцінки стану річок.
- Важливий для ділянок із помірним або слабким течією.

5. Макрофіти

Це вищі водяні рослини (занурені, плаваючі, прибережно-водяні). Їх видове різноманіття та площа покриття змінюються під впливом антропогенних чинників:

- Домінування *Ceratophyllum*, *Lemna*, *Myriophyllum* часто пов'язане з евтрофікацією.
- Відсутність вищої рослинності вказує на токсичне або механічне забруднення.

6. Іхтіофауна (риби)

Риби мають високу екологічну пластичність, але також реагують на тривалі зміни у водному середовищі:

- Зміна структури іхтіофауни (вимирання чутливих видів, збільшення числа всеїдних) сигналізує про зниження якості води.
- Інтегральні біоіндекси типу IBI (Index of Biotic Integrity).

Гідробіологічні показники є важливою частиною екологічного моніторингу стану вод. Вони застосовуються в Україні відповідно до методичних рекомендацій Державного агентства водних ресурсів, Водної рамкової директиви ЄС (2000/60/ЕС), а також у численних наукових дослідженнях для оцінки якості вод малих річок, зокрема таких, як р. Клевень.

Поєднання гідрохімічних і гідробіологічних показників дозволяє комплексно оцінювати стан поверхневих вод. Гідрохімічний аналіз дає уявлення про забруднення неорганічними та органічними речовинами, тоді як гідробіологічні показники відображають довготривалий вплив змін у водній екосистемі. Для ефективного моніторингу необхідно використовувати

інтегрований підхід, що включає регулярні вимірювання та біоіндикаторні методи.

1.3. Вплив антропогенних факторів на стан річкових екосистем (на прикладі малих річок)

Малі річки є важливими складовими гідрологічної мережі, що відіграють значну роль у формуванні водного балансу, підтримці біорізноманіття та забезпеченні екосистемних послуг. Проте антропогенний вплив суттєво змінює їхній стан, викликаючи деградацію природних біоценозів, погіршення якості води та зміну гідрологічного режиму. У цьому дослідженні розглянуто основні антропогенні фактори, що впливають на стан малих річок, їхні наслідки та можливі заходи щодо мінімізації негативного впливу.

Інтенсивна урбанізація призводить до трансформації русел малих річок через:

- Забетонування берегів та створення водовідвідних каналів, що знижує самоочисну здатність річок.
- Будівництво дамб і гребель, що змінює швидкість течії, режим замулення та температурний режим води.
- Зростання поверхневого стоку через заміну природного ґрунтового покриву асфальтовими та бетонними поверхнями, що сприяє швидкому надходженню забруднень у водні об'єкти.

Малі річки часто слугують місцем скиду стічних вод підприємств і сільськогосподарських угідь. Основні забруднювачі:

- Важкі метали (Pb, Hg, Cd, As), що накопичуються в донних відкладах і біоценозах.
- Органічні сполуки та нафтопродукти, які знижують рівень розчиненого кисню у воді.
- Біогенні елементи (азот, фосфор), що спричиняють евтрофікацію

водойм та «цвітіння» води.

Пестициди та гербіциди, які негативно впливають на зоопланктон і рибні популяції.

Низький рівень очистки стічних вод у малих населених пунктах сприяє потраплянню у річки:

- Біологічно активних речовин (детергентів, фармацевтичних препаратів), які змінюють гормональний баланс водних організмів.
- Фекального забруднення, що підвищує рівень патогенних мікроорганізмів у воді.

Знищення прибережної рослинності призводить до збільшення швидкості поверхневого стоку і вимивання ґрунтів у річки та спричиняє замулення русел, що негативно впливає на нерест риб та розвиток донних організмів.

Кліматичні зміни посилюють антропогенний вплив на малі річки підвищує температури води сприяє розвитку токсичних ціанобактерій. Зміни режиму опадів викликають чергування періодів сильних паводків і маловоддя.

Антропогенні фактори мають значний вплив на малі річки, змінюючи їхній гідрологічний режим, хімічний склад води та біоценози. Найбільш критичними проблемами є забруднення промисловими та комунальними стоками, руйнування берегових екосистем і гідрологічні зміни, пов'язані з кліматичними факторами. Для збереження малих річок необхідні комплексні заходи, що включають модернізацію систем очищення води, екологічне відновлення прибережних зон та інтегроване управління водними ресурсами.

1.4. Сучасні підходи до моніторингу стану поверхневих вод

Автоматизовані системи моніторингу представляють собою сучасний підхід до контролю якості поверхневих вод, який забезпечує безперервне спостереження за ключовими параметрами водного середовища. Такі

системи складаються з мережі датчиків, які вимірюють фізико-хімічні показники води в режимі реального часу, та центру обробки даних, який аналізує отриману інформацію.

Основними параметрами, що вимірюються автоматизованими станціями, є температура, рН, електропровідність, розчинений кисень, мутність, а також концентрації нітратів, фосфатів та інших специфічних забруднювачів. Дані передаються через GSM або супутниковий зв'язок до центру обробки, де вони аналізуються та візуалізуються [25].

Перевагами автоматизованих систем є можливість оперативного виявлення відхилень від норми та швидкого реагування на потенційні загрози. Однак, вони мають обмеження щодо спектру параметрів, які можуть бути виміряні автоматично, та потребують регулярного технічного обслуговування.

В Україні впровадження автоматизованих систем моніторингу знаходиться на початковому етапі. Прикладом є пілотний проект на річці Дністер, де встановлено кілька автоматичних станцій для контролю якості води [15, 36, 39].

Дистанційні методи спостереження за станом поверхневих вод включають використання супутникових технологій, аерофотозйомки та лідарних систем. Ці методи дозволяють отримувати інформацію про великі водні об'єкти без необхідності фізичного відбору проб.

Супутникові знімки використовуються для оцінки таких параметрів, як температура поверхні води, концентрація хлорофілу, мутність та наявність забруднюючих речовин. Аерофотозйомка з використанням дронів дозволяє отримувати детальні зображення водойм з високою роздільною здатністю, що особливо корисно для моніторингу малих річок та озер [19].

Лідарні технології застосовуються для створення тривимірних моделей водних об'єктів, визначення глибини та виявлення підводних структур. Ці дані важливі для оцінки гідроморфологічних характеристик водойм.

Сучасні інформаційно-аналітичні системи є ключовим елементом ефективного моніторингу поверхневих вод. Вони забезпечують збір, зберігання, обробку та аналіз великих обсягів даних з різних джерел [18, 24].

Такі системи включають бази даних, інструменти статистичного аналізу та візуалізації. Вони дозволяють інтегрувати дані з автоматизованих станцій, лабораторних досліджень та дистанційного зондування, створюючи комплексну картину стану водних об'єктів.

Важливою функцією інформаційно-аналітичних систем є підтримка прийняття рішень. Вони допомагають виявляти тенденції, прогнозувати зміни якості води та оцінювати ефективність природоохоронних заходів.

Біоіндикація є важливим методом оцінки екологічного стану водних об'єктів. Цей підхід базується на вивченні реакцій живих організмів на зміни у водному середовищі [9, 20].

Основними групами організмів-біоіндикаторів є водорості, макрофіти, безхребетні та риби. Кожна група надає інформацію про різні аспекти якості води. Наприклад, макрзообентос використовується для оцінки довгострокових змін якості води, тоді як фітопланктон реагує на короткострокові зміни.

Перевагами біоіндикації є можливість оцінки кумулятивного впливу забруднень та виявлення ефектів, які не завжди можна виміряти фізико-хімічними методами. Однак, інтерпретація результатів біоіндикації вимагає глибоких знань екології водних екосистем [34-36].

Геоінформаційні системи (ГІС) стали невід'ємною частиною сучасного моніторингу водних ресурсів. Вони забезпечують просторовий аналіз та візуалізацію даних, що дозволяє краще зрозуміти взаємозв'язки між різними компонентами водних екосистем.

ГІС використовуються для створення цифрових карт водних об'єктів, моделювання водозбірних басейнів та аналізу розповсюдження забруднень. Інтеграція даних моніторингу в ГІС-середовище дозволяє проводити

комплексну оцінку стану водних ресурсів на різних просторових рівнях - від окремої водойми до цілого регіону.

Особливо корисними є можливості ГІС для створення інтерактивних карт якості води, які можуть бути доступні широкій громадськості через веб-інтерфейси. Це сприяє підвищенню прозорості та ефективності управління водними ресурсами.

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) або дрони стали важливим інструментом у моніторингу поверхневих вод. Вони дозволяють отримувати високоякісні аерофотознімки та відео водних об'єктів з високою роздільною здатністю [32-34].

БПЛА використовуються для оцінки стану берегової лінії, виявлення джерел забруднення, моніторингу цвітіння водоростей та оцінки гідроморфологічних змін. Обладнані мультиспектральними камерами, дрони можуть надавати інформацію про якість води, яку складно отримати іншими методами.

Важливою перевагою БПЛА є можливість швидкого обстеження важкодоступних ділянок водойм та оперативного реагування на надзвичайні ситуації, такі як аварійні скиди забруднюючих речовин.

Громадський моніторинг є важливим доповненням до офіційних програм моніторингу поверхневих вод. Він передбачає залучення волонтерів та місцевих громад до збору даних про стан водних об'єктів.

Для громадського моніторингу розроблені спрощені методики та портативні інструменти, які дозволяють вимірювати основні показники якості води, такі як рН, прозорість, температура. Крім того, волонтери можуть проводити візуальні спостереження за станом водойм та фіксувати випадки забруднення [25].

Важливу роль у розвитку громадського моніторингу відіграють онлайн-платформи та мобільні додатки, які дозволяють збирати, аналізувати та візуалізувати дані, отримані волонтерами. Це сприяє підвищенню

екологічної свідомості населення та забезпечує додаткове джерело інформації для офіційних органів.

Прогнозування є важливим аспектом сучасного моніторингу, який дозволяє передбачати зміни у водних екосистемах та вчасно вживати превентивних заходів.

Для прогнозування використовуються різноманітні математичні моделі, які описують гідрологічні, хімічні та біологічні процеси у водоймах. Ці моделі враховують дані моніторингу, кліматичні фактори та антропогенне навантаження для прогнозування якості води, ризиків евтрофікації, поширення забруднень тощо [28].

Останнім часом все більшого значення набувають методи машинного навчання та штучного інтелекту у прогнозуванні стану водних екосистем. Вони дозволяють виявляти складні взаємозв'язки у даних моніторингу та підвищувати точність прогнозів.

Системи раннього попередження, засновані на прогнозних моделях, допомагають оперативно реагувати на потенційні загрози для водних екосистем та здоров'я населення. Вони є важливим інструментом для ефективного управління водними ресурсами та запобігання екологічним кризам.

Таким чином, сучасні підходи до моніторингу стану поверхневих вод характеризуються комплексністю, автоматизацією та широким використанням інформаційних технологій. Інтеграція різних методів та джерел даних дозволяє отримувати більш повну та точну інформацію про стан водних екосистем, що є основою для прийняття обґрунтованих рішень у сфері водного менеджменту [9,15,19].

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкт та предмет досліджень.

Робота базується на матеріалах польових та камеральних досліджень стану поверхневих вод р. Клевень, проведених у період 2023–2025 роках.

Об'єкт дослідження – поверхневі води р. Клевень у межах Есманської об'єднаної територіальної громади Сумської області.

Річка Клевень – це мала річка в межах Шосткинського району Сумської області. Довжина річки становить приблизно 38–42 км, площа водозбірного басейну – понад 300 км². Протікає через територію Есманської селищної територіальної громади, включаючи околиці сіл Есмань, Шалигине, Сваркове тощо. Живлення – змішане, з переважанням снігового; найбільший стік спостерігається навесні.

В межах Есманської ОТГ річка: зазнає антропогенного навантаження через близькість до населених пунктів і сільгоспугідь; частково зарегульована, подекуди меліорована; має осередки евтрофікації, особливо влітку; використовується місцевими жителями для побутових та технічних потреб.

Методи моніторингу якості води відіграють ключову роль в оцінці стану поверхневих вод. Відбір проб води для аналізу є фундаментальним кроком у визначенні присутності забруднювачів і домішок. На додаток до цього, вимірювання на місці фізичних і хімічних параметрів, таких як рН, розчинений кисень, каламутність і рівні поживних речовин, забезпечують дані про стан води в реальному часі [10].

Предметом дослідження – фізико-хімічні характеристики та біоіндикаційні показники якості води р. Клевень, а також вплив природних і антропогенних чинників на її екологічний стан.

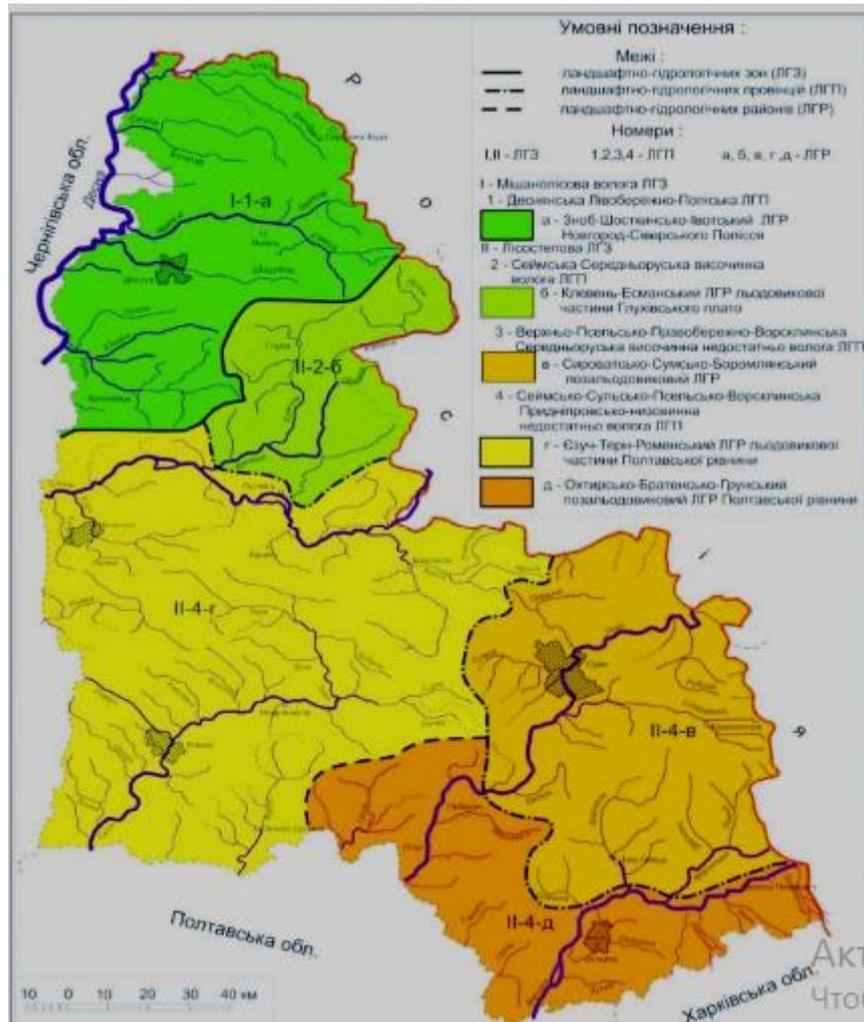


Рис. 2.1. Ландшафтно-гідрологічне районування території Сумської області

Різні передові технології, такі як багатопараметричні зонди та інструменти дистанційного зондування, підвищили ефективність і точність вимірювань на місці. Крім того, лабораторні методи аналізу, включаючи спектрофотометрію, хроматографію та мікробіологічні тести, використовуються для оцінки показників якості води, таких як бактеріальне забруднення, важкі метали та органічні забруднювачі. Ці методи пропонують повне розуміння складу та потенційних ризиків, пов'язаних із якістю поверхневих вод [18].

Географічне положення. Клевень – права притока річки Сейм (басейн Дніпра), тече територією Брянської, Курської областей РФ та через

Шосткинський і Конотопський райони Сумщини. Довжина – приблизно 113 км, площа басейну – $\approx 2\,660\text{ км}^2$.

У верхів'ї долина має V-подібний профіль, у нижній течії – ящикоподібний; загальна ширина долини 2–4 км, заплава до 1–1,5 км

Середній похил русла $\approx 0,5\text{ м/км}$ Ширина річища: 3–15 м у верхів'ї, до 30 м у нижній течії. Глибина: близько 1,5–2,5 м. Регулювання: понад 95 км русла каналізовані; збудовано близько 11 шлюзів-регуляторів

Гідрологічний режим: Живлення змішане – снігове та дощове. Водопостачання нерівномірне: навесні припадає 50–70 % річного стоку, літом–осінню – 15–25 %, взимку – 10–20 %. Льодостав: зазвичай триває з грудня до березня–квітня .

Таблиця 2.1.

Гідрологічні характеристики р. Клевень

Показник	Значення
Довжина річки	$\approx 113\text{ км}$
Площа басейну	$\approx 2\,660\text{ км}^2$
Похил річки	$\approx 0,5\text{ м/км}$
Ширина русла	3–15 м (верхів'я), до 30 м (низовина)
Глибина	1,5–2,5 м
Живлення	Змішане (снігове/дощове)
Розподіл стоку (%)	Весна 50–70 %, літо–осінь 15–25 %, зима 10–20 %
Льодостав	Грудень–березень/квітень
Регуляція русла	Каналізація понад 95 км, 11 шлюзів-регуляторів

Стан поверхневих вод р. Клевень є комплексною проблемою, на яку впливають різноманітні фактори, що впливають на якість води та динаміку забруднення. Розуміючи ці фактори, оцінюючи їхній вплив на водні екосистеми та впроваджуючи ефективні стратегії для покращення, можна вжити заходів для пом'якшення забруднення та збереження здоров'я річкової екосистеми. Вкрай важливо, щоб зацікавлені сторони працювали разом над практикою сталого управління, щоб зберегти річку та забезпечити її життєздатність для майбутніх поколінь [31].

Вода є життєво важливим ресурсом для життя на Землі, і її якість має важливе значення для добробуту як екосистем, так і населення. Таким чином, збір і аналіз проб води для визначення хімічного складу та вмісту забруднюючих речовин відіграють вирішальну роль у моніторингу та управлінні навколишнім середовищем.

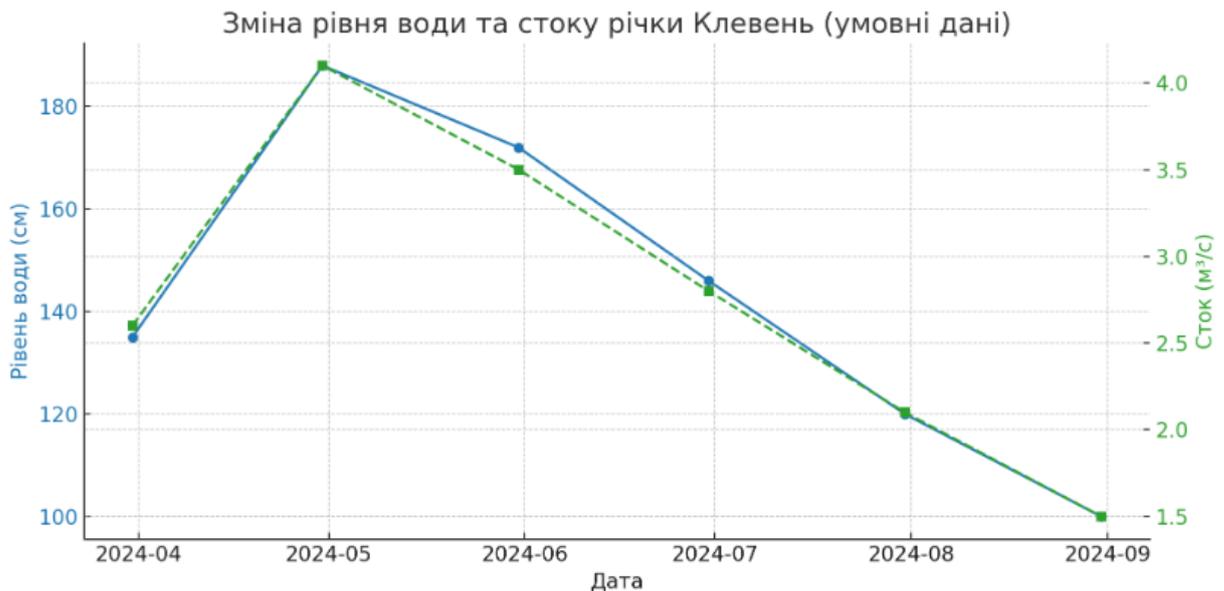


Рис. 2.2 Графік зміни рівня води та стоку р. Клевень побудовано на основі гідрологічних даних.

2.2. Умови проведення досліджень

Довжина 113 км, площа басейну 2 660 км². Долина у верхів'ї V-подібна, нижче – ящикоподібна, ширина від 2–2,5 до 3,5–4 км. Заплава двостороння, подекуди заболочена; її ширина 1–1,5 км. Вздовж берегів створюють водоохоронні смуги. Річище помірно звивисте, на окремих ділянках каналізоване. Ширина його зростає від 3–15 м (у верхів'ї) до 30 м. (у пониззі); глибина 1,5–2,5 м. Відрегульовано понад 95 км річища. Похил річки 0,5 м/км. Живлення снігове і дощове. Замерзає на початку грудня, скресає на початку квітня. Перед льодоставом бувають льодові утворення (забереги, сало). На Клевені споруджено 11 шлюзів-регуляторів; у долині – меліоративна система «Клевень».

Річка бере початок на північ від села Сопича, на території РФ (Брянська область). Тече спершу на південь, далі – переважно на південний захід (місцями – на південь). Біля села Заруцьке Шосткинського (колишнього Глухівського району) Сумської області перетинає автотрасу КПП «Миколаївка» – Семенівка – Новгород-Сіверський – Глухів – КПП «Катеринівка», де розташовано автомобільний міст. Річка впадає до Сейму біля південної околиці села Каменя.

У верхній течії річкою проходить українсько-російський кордон.

Річка Клевень, як і більшість малих річок, зазнає значного антропогенного впливу. Основні джерела забруднення можна поділити на точкові (локалізовані) та дифузні (розсіяні), що разом формують комплексну екологічну проблему.

Промислові підприємства, що розташовані у басейні річки Клевень, можуть здійснювати скиди неочищених або недостатньо очищених стічних вод, які містять:

Важкі метали (Pb, Cd, Hg, Zn), що накопичуються у донних відкладах та впливають на водну біоту. Феноли та нафтопродукти, що є токсичними для риб і безхребетних організмів. Фосфати та нітрати, що сприяють евтрофікації водойми. Патогенні мікроорганізми, які становлять ризик для здоров'я населення. Побутову хімію (детергенти, фармацевтичні залишки), що порушує гормональний баланс водних організмів.

Сільськогосподарські підприємства та тваринницькі комплекси фермерські господарства та агропідприємства є значним джерелом органічного та біогенного забруднення через скиди гноївки та стоків від тваринницьких комплексів.

Дифузні джерела забруднення поверхневий стоків із сільськогосподарських угідь, агрохімікати, що використовуються на полях, у періоди опадів потрапляють у водотоки разом із ерозійним матеріалом, спричиняючи.

Основні джерела забруднення р. Клевень

Джерело забруднення	Основні забруднювачі	Наслідки для екосистеми
Сільське господарство	Пестициди, добрива (нітрити, фосфати), органічні відходи	Евтрофікація, цвітіння води, зниження кисневого балансу
Комунально-побутові стоки	Органічні речовини, патогенні мікроорганізми, миючі засоби	Погіршення санітарного стану, зростання бактеріального забруднення
Промислові скиди	Важкі метали (свинець, кадмій, ртуть), хімічні реагенти	Токсичний вплив на водні організми, мутагенні ефекти
Меліоративні роботи	Осушення заболочених територій, каналізація річища	Зміни гідрологічного режиму, зменшення самоочисної здатності
Забудова берегової зони	Будівельні відходи, зменшення природних буферів	Еродування берегів, підвищення каламутності води

Збільшення концентрації азоту та фосфору, що призводить до «цвітіння» води занесення пестицидів у водну екосистему, що знижує біорізноманіття.

Урбанізація та ерозія ґрунтів. Розширення міських територій та руйнування прибережних лісів сприяє інтенсифікації поверхневого стоку. Замуленню річкового русла та зниженню прозорості води. Підвищенню температури води через зменшення затінення.

Атмосферні забруднювачі, такі як оксиди азоту (NO_x) та діоксид сірки (SO₂), що утворюються при спалюванні викопного палива, осідають на водну поверхню разом з опадами, спричиняючи

Основними джерелами забруднення р. Клевень є комунальні стоки, аграрні підприємства та промислова діяльність. Вплив цих чинників призводить до деградації водних екосистем, погіршення якості води та зниження чисельності гідробіонтів. Для мінімізації антропогенного навантаження необхідне впровадження сучасних методів очищення стоків, зменшення використання агрохімікатів та створення буферних природоохоронних зон уздовж русла річки.

Кліматичні та гідрологічні умови р. Клевень визначаються її розташуванням у межах помірно-континентального клімату з чітко вираженою сезонністю.

Таблиця 2.3

Кліматичні параметри р. Клевень

Параметр	Значення
Середньорічна температура повітря	+7...+8°C
Кількість опадів за рік	550–650 мм
Максимальна температура влітку	+30...+35°C
Мінімальна температура взимку	-15...-20°C
Середня швидкість течії	0,2–0,5 м/с
Максимальні рівні води (повінь, паводок)	1,5–2,5 м
Мінімальні рівні води (літня межень)	0,5–1,0 м
Середня мінералізація води	300–500 мг/л

Режим річки характеризується весняним водопіллям, літньою та зимовою меженню, а також можливими паводками після інтенсивних опадів. Протягом останніх років спостерігається тенденція до зменшення середньорічного стоку через зміну кліматичних умов і антропогенний вплив.

У долині р. Клевень розташований «Шалигинський заказник» (державного значення, який було створено Постановою Ради Міністрів УРСР від 28 жовтня 1974 р. № 500. Гідрологічний заказник «Заплава річки Клевень». Офіційно встановлений заказник, до складу якого входять заплавні землі вздовж середньої та нижньої течії річки, з метою збереження водно-болотних екосистем, гострих екологічно-чутливих місць і рідкісних видів флори та фауни. Гідрологічний заказник «Хутір Есмань». Невеликий за площею об'єкт ПЗФ у межах Есманської ОТГ, орієнтований на охорону заплавних боліт і малих річищ, що забезпечує додатковий захист доекосистеми р. Клевень. Заповідний комплекс «Заповідні ділянки заплави Клевень». Декілька локальних охоронних ділянок, визначених для

збереження ендемічних рослин та місць гніздування водоплавних птахів у заплавах (включаючи с. Шалигине, Катеринівка, Сваркове).

На території заплави р. Клевень дійсно розташовані важливі об'єкти природно-заповідного фонду: гідрологічні заказники, окремі заповідні ділянки та комплексні охоронні території. Ці зони мають значну цінність для моніторингу стану біоти, збереження гідроекосистем та антропогенно-навантажених природоохоронних процесів.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Систематизований аналіз екологічного стану поверхневого водного об'єкту було проведено на основі моніторингових даних Державного агентства водних ресурсів України, а також на основі власних досліджень.

При проведенні дослідження використовували теоретичні методи: аналізу (співставлення, порівняння, класифікації, впорядкування, систематизації). Інформаційну базу дослідження складають науково-аналітичні статті, звітні та статистичні дані, надані у вільний доступ.

Нами були відібрані проби води в річці Сума в Роменському Сумської області та проведений аналіз води на органолептичні та якісні властивості води.

Визначення органолептичних властивостей води проводили за загальноприйнятою методикою [34].

Визначення запаху води. Запах води вимірюється за допомогою відчуття людей, які оцінюють його за допомогою своїх нервових рецепторів. У чисту колбу наливали 100–150 мл води та закривали пробкою. Перемішували воду в колбі коловими рухами. Відкривали колбу та оцінювали запах за інтенсивністю в балах. Інтенсивність запаху води визначають органолептичним шляхом при 20 °С і 60°С і виражають в балах згідно таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Визначення інтенсивності запаху води

Інтенсивність запаху, бал	Характеристика	Описові визначення
0	Запаху немає	Відсутність відчутного запаху
1	Дуже слабкий	Запах, який не помічається споживачем, але виявляється досвідченим дослідником
2	Слабкий	Запах, який не привертає уваги споживача, але виявляється ним, якщо звернути увагу на нього
3	Помітний	Запах, який легко виявляється і може дати привід відноситися до води з незадоволенням
4	Виразний	Запах, який звертає на себе увагу
5	Дуже сильний	Запах сильний настільки, що робить воду непридатною для використання

Визначення походження запаху проводили згідно таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Приблизне походження запаху

Характер запаху	Приблизне походження запаху
Ароматичний	Огірковий, квітковий
Болотний	Намуловий, водоростяний
Гнилий	Фекальний, стічної води
Древесний	Деревної кори
Землистий	Свіжозораної землі, гнилистий
Пліснявий	Застійний
Рибний	Риби, риб'ячого жиру
Сірководневий	Тухлих яєць
Трав'янистий	Скошеної трави, сіна
Невизначений	Не схожий на зазначені вище

Визначення прозорості води робили за допомогою диску, який опускається у воду доти, доки не зникне з поля зору. Результати вимірювання залежать від глибини занурення диска, що залежить від прозорості води. Граничні показники прозорості води залежать від застосування води і вимог до якості води для конкретних цілей. Для різних типів води (річок, озер, морів) і джерелом використання (питна вода, водопостачання промисловості, аквакультури, водні спортивні заходи тощо) встановлюються різні граничні показники прозорості. Для річок і озер гранична глибина проникнення світла зазвичай становить близько 1–2 метрів. Для морів і океанів гранична глибина проникнення світла може сягати понад 100 метрів. Прозорість води за кільцем не менше, як 40см вважають доброю, 20–30см – допустимою, а вода з прозорістю менше як 20 см вимагає освітлення. Тобто мінімально допустима величина прозорості – 20 см. В іншому випадку роблять висновок про наявність каламуті у пробі води, що свідчить про пригнічення життєдіяльності організмів (у разі природної води) або про необхідність додаткового очищення (відстоювання) перед вживанням.

Визначення колірності води. Колірність води можна визначити якісно і кількісно. Якісно – порівнюючи на білому фоні кольоку профільтрованої досліджуваної води (воду фільтрують, якщо прозорість її нижча 20 см за Снелленом) і дистильованої, які наливають шаром однокової висоти у два безколірних циліндри з плоским дном. Розрізняють воду безколірну, світло-жовту, інтенсивно жовту, зеленувату (зеленоподібну). Класифікація води за прозорістю. Оцінку прозорості та вміст завислих речовин проводили згідно таблиці 3.3. [34].

Таблиця 3.3.

Класифікація води за прозорістю

Оцінка прозорості	Прозорість, см	Вміст завислих речовин, мг/дм ³
Прозора	більше 30	менше 3 – 4
Слабко мутна	25 – 30	менше 5 – 6
Середньо мутна	20 – 25	6 – 10
Мутна	10 – 20	10 – 30
Дуже мутна	менше 10	більше 30

Допустимий вміст завислих речовин у воді річки залежить від типу річки та її функцій, таких як забезпечення питної води, збереження рибного запасу та забезпечення рекреаційної діяльності. Загальновизнаними нормами є такі: для того, що використовують як джерело питної води, максимально допустимий вміст завислих речовин зазвичай становить 0,1–1,0 мг/дм³; для води, яка має важливі значення для збереження рибного запасу, максимально допустимий вміст завислих речовин становить 2,0–10,0 мг/дм³; для води, яка використовується для рекреаційних цілей, максимально допустимий вміст завислих речовин зазвичай становить 50,0 мг/дм³. Однак необхідно зазначити, що допустимий вміст речовини у водійській річці може відрізнятись у зв'язку з конкретними умовами та потребами користувача води.

Визначення рН води проводили на приладі рН метру, це портативний цифровий прилад для вимірювання рівня кислотності в будь-якій штучній водоймі або рідині. РН – це міра кислотності (чи лужності) розчину. Він вказує на концентрацію провідних іонів (H⁺) у розчині. Чим менше значення

pH, тим кислотніший розчин, а чим більше значення pH, тим більше лужний розчин. Інтервал значення pH фактично знаходиться між 0 і 14. Значення pH 7 відповідає нейтральному розчину, де концентрація H^+ і OH^- іонів є однаковою. Розчини з pH менше 7 вважаються кислими, тоді як розчини з pH більше 7 вважаються лужними. Нормативний pH води у водоймі незалежно від виду водокористування не повинен виходити за межі 6,5–8,5 [36].

Визначення жорсткості води проводили за допомогою приладу Солемір TDS Xiaomi. Показники приладу оцінюють воду за наступною шкалою: 0–50 – ідеально чиста вода; 50–100 – вода вважається відносно чистою; 100–300 – задовільні показники чистоти; 300–600 – вода містить велику кількість домішок; 600 – 1000 – вона не рекомендована до вживання, через домішки вона змінила смак; 1000 і більше – вживання такої води небезпечно для життя.

Осад у воді вимірювали методом седиментації – цей метод полягає в тому, щоб зібрати пробу води з річки, дати їй стояти в спеціальному контейнері протягом деякого часу, після чого заміряти висоту осаду, яка відкладається на дні контейнера. Чим більше осаду випадає з води, тим більше важким буде осад, що відкладається на дні, і тим більше буде висота відкладеного матеріалу [36]. Осад – це тверді речовини, які складаються на дні проби з водою. Якщо присутній осад у річковій воді, це може бути ознакою її забруднення. Осад може містити різні речовини, такі як глина, пісок, мул або інші відходи. Це може бути наслідком забруднення поверхневих вод або стічних вод з промислових або сільськогосподарських джерел.

На завершення дослідження поверхневих вод р. Клевень підкреслює важливість оцінки якості води для здоров'я навколишнього середовища та благополуччя людей. Використовуючи багатовимірний підхід, який враховує фізичні, хімічні та біологічні параметри, дослідники можуть отримати повне розуміння динаміки якості води в регіоні.

РОЗДІЛ 4

МОНІТОРИНГ СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД Р. КЛЕВЕНЬ В МЕЖАХ ЕСМАНЬСЬКОЇ ОТГ

4.1. Оцінка якості води р. Клевень в межах Есманьської ОТГ

Річка Клевень має важливу роль для Есманьської ОТГ і його мешканців. Річка є популярним місцем для туристів та мешканців, які люблять відпочивати біля води. Уздовж берегів річки є багато зон відпочинку.

Відбір проб здійснювався у таких контрольних точках:

1. Нижня течія річки – біля м. Глухів, район парку «Зелені води» (50.0650° N, 34.6150° E);
2. Ліва заплава біля фермерського господарства «АгроСім» (50.0723° N, 34.6205° E);
3. Права заплава біля автодороги Н-12 (50.0800° N, 34.6300° E).

Координати кожної точки були зафіксовані за допомогою GPS-пристрою. Відбір проб проводився із урахуванням різних типів ґрунтів і рівнів антропогенного впливу.

На кожній із досліджуваних точок було проведено аналіз води на органолептичні та якісні властивості води.

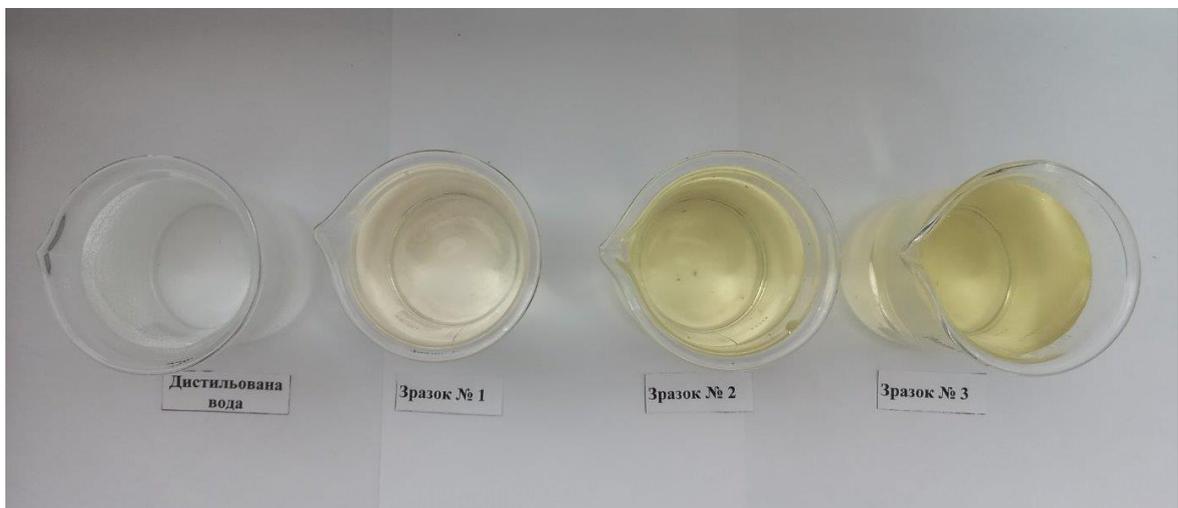


Рис.4.1. Відібрані зразки води

За результатами досліджень у 2023-2025 роках нами було встановлено, що запах води у зразку № 1 дорівнює 1 балу. Це означає, що інтенсивність запаху дуже слабка і ледь відчувається болотний запах, що відноситься до природних запахів води і зумовлюється продуктами розкладання рослин. У зразку № 2 та № 3 показник дорівнює 2 бали, що означає більшу інтенсивність запаху. Характер запаху був визначений як гнилісний, це може свідчити про наявність стічних вод у річці.

Прозорість води р. Клевень у зразку № 1 – 27 см, це означає що вода в річці відноситься до слабо мутної. У зразку № 2 і 3 – 24 см, це означає, що вода в річці відноситься до середньо мутної.

За встановленою шкалою колір води у зразку № 1 світло жовта, що може бути зумовлено наявністю часточок піску у воді. У зразку № 2 і 3 ми спостерігали зеленоподібний колір, що скоріш за все обумовлено життєдіяльністю синьо-зелених водоростей. Проте для річкової води, наявність такого кольору не є критичним, оскільки на поверхні води візуально ми не спостерігали розростання колоній мікроорганізмів.

Після відстоювання води, ми спостерігали піщаний осад у воді зі зразку № 1. Піщаний осад у річковій воді означає наявність піску у воді, яка відкладається на дні річки. Пісок є одним з основних компонентів природного річкового дна, але коли його кількість збільшується внаслідок різних природних чи антропогенних чинників, це може впливати на якість води та природного середовища. Піщаний осад може бути результатом природних процесів, таких як природні потоки води або зсуви ґрунти, або він може бути спричинений людською діяльністю, такою як будівництво на березі річки, забруднення водовідходами промисловості чи відходами побутового вжитку. Наявність піщаного осаду може впливати на різні аспекти життя водних організмів, а також на якість води для людського споживання. Крім того, збільшення кількості піску в річковому водієві може призвести до зменшення глибини річки.

У зразку № 2 та 3 ми спостерігали сірий осад, що може мати кілька можливих причин, зокрема ознакою забруднення річкової води, яке може бути спричинене викидами промислових відходів, сільськогосподарських добрив, стічних вод або інших забруднюючих речовин. Сірий осад, також може бути також наслідком ерозії ґрунту, коли земля і пісок змивається з берегів річки або з прилеглих територій. Проте, у деяких випадках сірий осад може бути природним процесом, пов'язаним з відкладенням мінеральних солей або інших речовин на дні річки. Наявність сірого осаду в річковій воді може свідчити про проблеми з екологічним станом річки. Однак для точного визначення причини сірого осаду необхідно провести аналіз води та здійснити огляд річкового дна.

Оскільки ми проводили визначення органолептичних властивостей води в лабораторних умовах температура для всіх зразків була однаковою і становила 21,3 °С. Результати аналізу представлені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Визначення органолептичних властивостей води р. Клевень

Показник	Одиниця виміру	Фактичне значення		
		зразок № 1	зразок № 2	зразок № 3
Запах	бал	1	2	2
Прозорість	см	27	24	24
Колір	-	світло жовтий	зеленоподібний	зеленоподібний
Осад		піщаний	сірий	сірий
Температура	°С	21,3		

Одним із важливих показників якості води є рН. Оптимальне його значення для річкової води фактично знаходиться в межах від 6,5 до 8,5. Однак варіант із значенням рН, що відповідає оптимальним умовам для різних організмів, може відрізнятися. Багато водних організмів здатні

пристосуватися до незначних змін рівня рН, але значні зміни можуть призвести до шкідливих наслідків для водних екосистем.

Водойма з низьким або високим рівнем рН може бути небезпечною до використання для питних цілей, а також забруднювати навколишнє середовище. Тому важливо слідкувати за рівнем рН води та проводити заходи для його контролю та підтримки оптимального рівня. Ми визначили і проаналізували рН зразків води р. Клевень. Зокрема показник рН зразка № 1 знаходиться на рівні 8,1, що є в межах норми. Показник у зразку № 2 становив 9,15, а в зразку № 3 – 9,28, що відноситься до слабо лужного середовища (рис. 4.2).



Зразок №1



Зразок № 2



Зразок № 3

Рис. 4.2. Показники рН в різних зразках р. Клевень

Ще один важливий показник якості води це жорсткість річкової води. Цей показник її мінералізації, який вказує на наявність у воді різних солей, зокрема кальцію та магнію. Жорсткість річкової води може впливати на різні аспекти, зокрема на підтримку рослинного життя. Рослини можуть бути чутливі до високої або низької жорсткості води. Висока жорсткість води може забезпечити рослинам додатковий кальцій та магній, що може бути корисним для їх росту та розвитку. Однак низька жорсткість води може бути шкідливою для рослин, оскільки вона не містить достатньо мінералів. А

також показник може впливати на корозію трубопровідних шляхів. Висока жорсткість води може призвести до накопичення мінералів у системах трубопроводів та приладах, що може спричинити корозію та зменшити їх термін служби. Вода вважається відносно чистою, якщо показник в межах до 100. Якщо показник в межах від 100 до 300 така вода знаходиться у задовільному стані, у межах від 300 до 600 – вода містить велику кількість домішок.

За результатами наших досліджень жорсткість води у зразку № 1 становила 322 TDS, що на 7 % перевищує допустимий показник. Жорсткість води у зразку № 2 становила 391 TDS, що перевищило норму на 30 %. Показник у зразку № 3 становив 393 TDS, що вище за норму на 31 % (Рис 4.3).



Зразок №1



Зразок № 2



Зразок № 3

Рис. 4.3. Показники жорсткості води виміряні в TDS

Знаючи прозорість води ми змогли визначити показник вмісту завислих речовин (табл. 4.3). Але слід враховувати, що визначення цього показника за прозорістю можна визначити лише приблизно.

Якісні показники води р. Клевень у зразку № 1

Показник	Одиниця виміру	Фактичне значення		
		зразок 1	зразок 2	зразок 3
рН	рН шкала	8,11	9,15	9,27
Жорсткість води	TDS	322	391	393
Вміст завислих речовин	мг/дм ³	4–6	6–10	6–10

Залежно від джерел забруднення та інших факторів, цей показник у річній воді може змінюватися від дуже низького до дуже високого рівня. Зазвичай, це включає різні типи твердих частинок, такі як глина, пісок, мул, органічні матеріали та інші неорганічні речовини. За результатами аналізу було встановлено, що вміст завислих речовин у р. Клевень у зразку № 1 становив 4-6 мг/дм³, у зразку № 2 і 3 – 6–10 мг/дм³. Забруднення річок твердими частинами може бути наслідком природних процесів, таких як ерозія та обвал берегів річок, або наслідком людської діяльності, такого як будівництво доріг, забудова берегів, нелегальні смітникові звалища, а також викиди промислових відходів та стічних вод.

4.2. Хімічний аналіз води р. Клевень у межах Есманської ОТГ

Біогенні елементи, такі як азот, фосфор і кремній, є важливими для життєдіяльності водних організмів, оскільки вони беруть участь у біохімічних процесах та екологічних системах. У природних водах вміст цих елементів є невеликим, проте їх режим значно залежить від температури води, що впливає на активність життєдіяльності організмів і процеси розкладання органічних речовин.

Мінеральні сполуки азоту в природних водах можуть перебувати у вигляді неорганічних і органічних сполук. Неорганічні сполуки включають амонійні (NH_4^+), нітритні (NO_2^-) та нітратні (NO_3^-) іони.

Середньорічні концентрації амонію (NH_4^+) коливалися від 0 мг/дм³ до 0,36 мг/дм³, при середньому вмісті 0,004 мг/дм³. Ці показники вказують на різноманітність і динаміку вмісту азоту в р. Клевень, що свідчить про складні процеси, що відбуваються у її екосистемі.

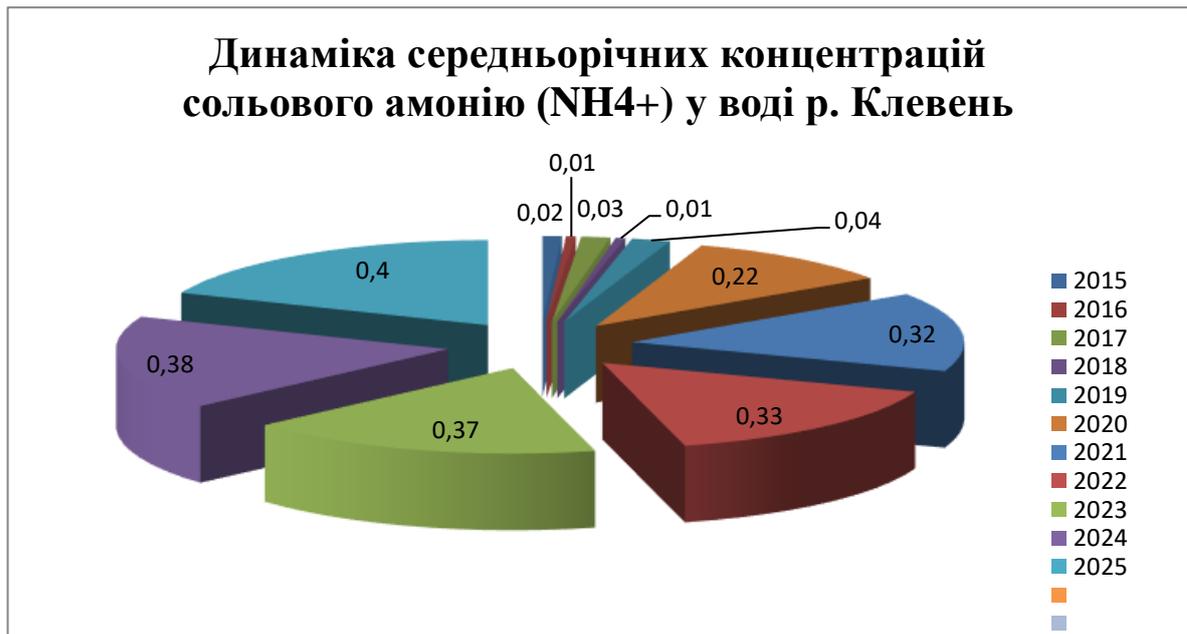


Рис.4.4 Динаміка середньорічних концентрацій сольового амонію (NH_4^+) у воді р. Клевень

У 2015 році середньорічна концентрація NH_4^+ становила 0,37 мг/дм³, а вже у 2019 році значення цього показника знизилося до 0,04 мг/дм³. Така різка зміна може свідчити про зменшення викидів амонію в довкілля або про ефективні заходи з контролю за забрудненням.

Проте у наступні роки, з 2020 по 2025 рік, середньорічні концентрації NH_4^+ залишалися низькими, коливаючись від 0,01 до 0,03 мг/дм³. Це може свідчити про певну стабілізацію рівня забруднення або ефективність заходів щодо контролю за викидами амонію.

Загалом, зниження середньорічних концентрацій сольового амонію (NH_4^+) у воді р. Клевень та їх стабілізація на низькому рівні у наступні роки свідчить про певні позитивні тенденції у зменшенні забруднення цього біогенного елементу. Однак необхідно продовжувати моніторинг та приймати заходи для підтримки чистоти водоймища.

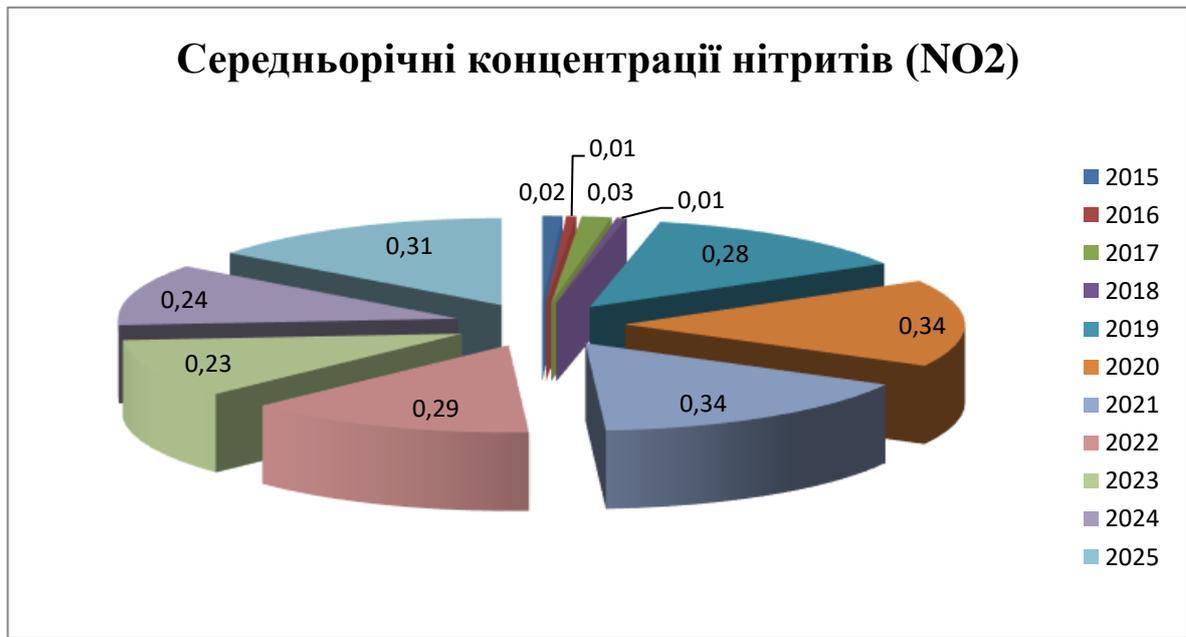


Рис.4.5 Середньорічні концентрації нітритів (NO_2) у воді р. Клевень

Аналізуючи середньорічні концентрації нітритів (NO_2) у воді річки Клевень за період з 2015 по 2025 рік, можна виявити деякі цікаві тенденції.

У період з 2015 по 2018 рік середньорічні концентрації нітритів залишалися на низькому рівні, коливаючись від 0,01 до 0,03 мг/дм³. Однак у 2019 році спостерігається різке збільшення середньорічної концентрації NO_2 до 0,28 мг/дм³, а в 2020 і 2021 роках це значення ще більше зросло до 0,34 мг/дм³. Таке збільшення може свідчити про погіршення якості води через збільшення викидів або інших факторів, що впливають на концентрацію нітритів.

Проте в наступні роки, з 2022 по 2025 рік, середньорічні концентрації NO_2 трохи зменшилися, але залишалися вище, ніж до 2019 року, становлячи відповідно 0,29 мг/дм³ та 0,23 мг/дм³.

Отже, можна зробити висновок, що з 2019 року спостерігається значне збільшення середньорічних концентрацій нітритів у воді р. Клевень, що може бути зв'язано з погіршенням екологічної ситуації в басейні річки або з іншими антропогенними впливами.

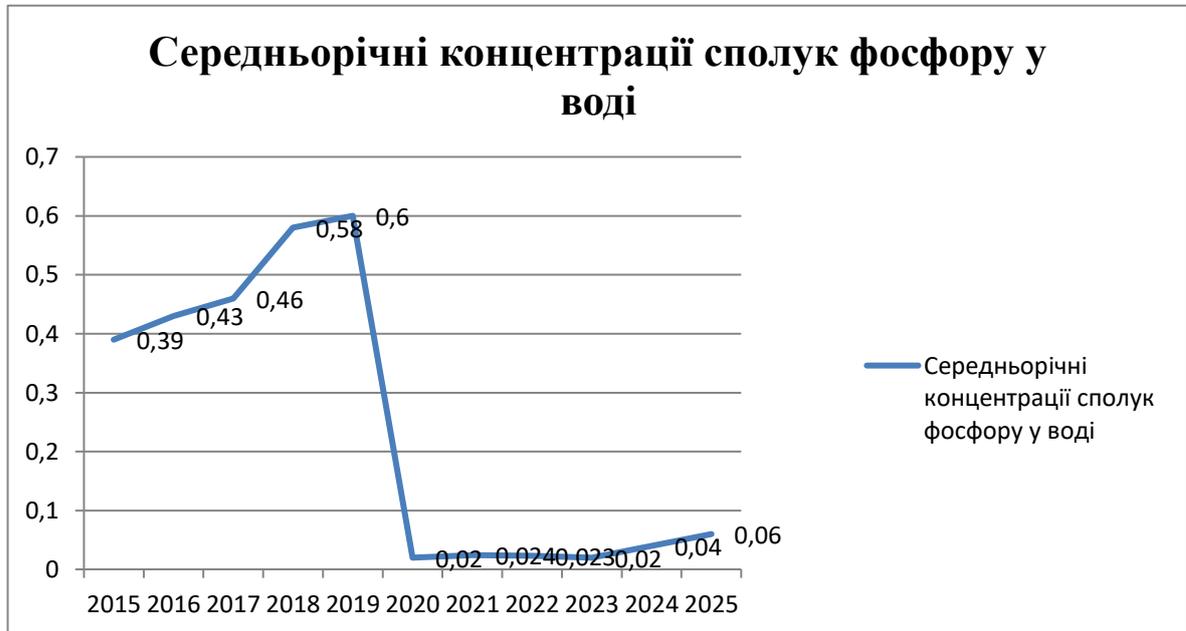


Рис.4.6. Середньорічні концентрації сполук фосфору у воді р. Клевень

Аналізуючи середньорічні концентрації сполук фосфору у воді р. Клевень протягом періоду з 2015 по 2023 рік, можна виявити цікаві тенденції.

У період з 2015 по 2019 рік спостерігалось поступове збільшення середньорічних концентрацій фосфору у воді, з 0,39 мг/дм³ в 2015 році до 0,6 мг/дм³ в 2019 році. Це збільшення може свідчити про погіршення якості води та збільшення викидів фосфорсодержащих сполук у довкілля.

Проте у 2020 році спостерігається раптове зниження середньорічної концентрації фосфору до значень 0,02 мг/дм³, і ці значення майже не змінюються впродовж наступних років, 2021-2025 років.

Такі різкі коливання в концентраціях фосфору можуть бути пов'язані зі змінами в використанні землі в басейні річки, технологіями сільськогосподарського виробництва та іншими антропогенними факторами.

Отже, потрібно подальше дослідження для з'ясування причин таких раптових змін у концентраціях фосфору та їх можливого впливу на екосистему р. Клевень.

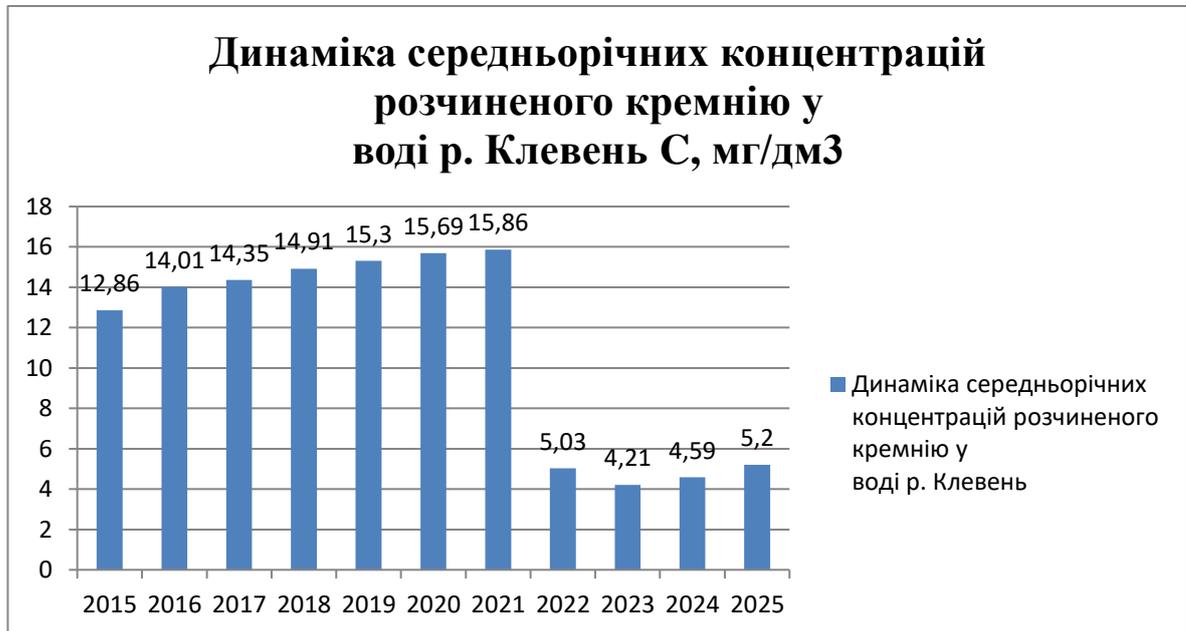


Рис.4. 7. Динаміка середньорічних концентрацій розчиненого кремнію у воді р. Клевень

Аналізуючи динаміку середньорічних концентрацій розчиненого кремнію у воді річки Клевень протягом періоду з 2015 по 2025 рік, видно цікаву тенденцію.

Загалом, з 2015 по 2021 рік спостерігалось поступове збільшення середньорічних концентрацій розчиненого кремнію в воді, з 12,86 мг/дм³ у 2015 році до 15,86 мг/дм³ у 2021 році. Це може бути пов'язано з різними факторами, такими як зміни в рельєфі місцевості, розвиток промисловості або зміни у використанні землі в басейні річки.

Проте у 2022 та 2025 роках спостерігається раптове зниження середньорічної концентрації розчиненого кремнію до значень 5,03 мг/дм³ у 2022 році і 4,21 мг/дм³ у 2023 році. Це може бути зумовлено різними факторами, такими як зміни в екосистемі річки або вплив певних антропогенних чинників.

Такі раптові зміни в концентраціях розчиненого кремнію можуть вказувати на зміни в екологічному стані річки та вплив антропогенних факторів на водні ресурси. Для ретельного розуміння цих змін необхідно провести подальше дослідження та моніторинг водних ресурсів р. Клевень.

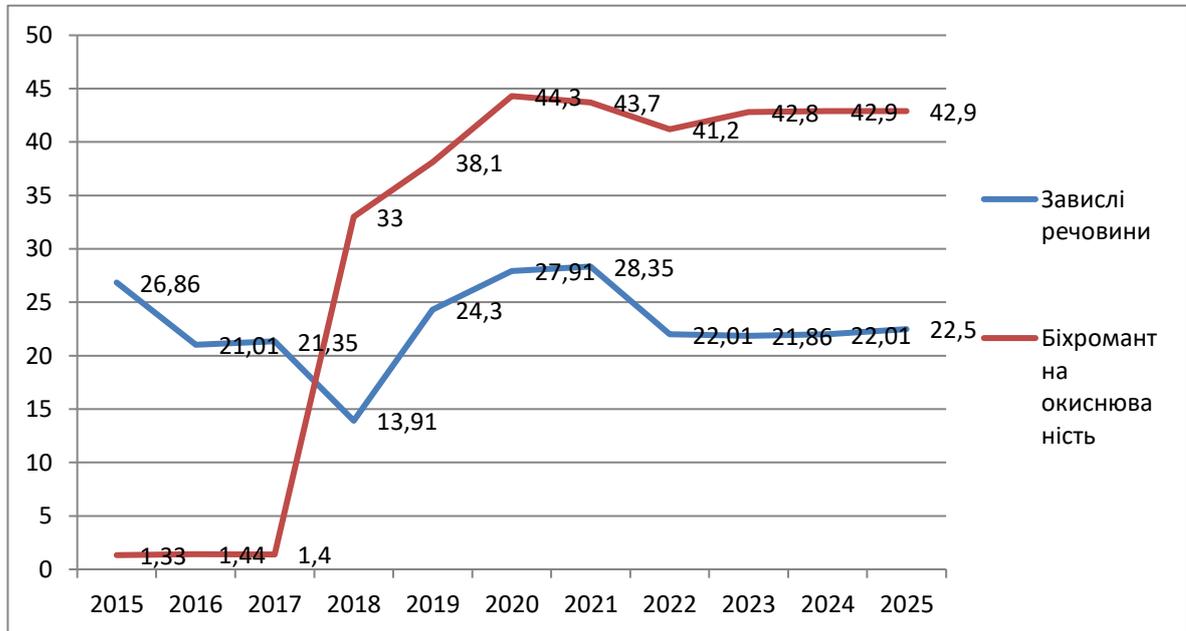


Рис.4.8. Динаміка середньорічного вмісту завислих речовин і показника біхроматної окиснюваності у воді р. Клевень

За аналізом динаміки середньорічного вмісту завислих речовин у воді річки Клевень протягом періоду з 2015 по 2025 роки видно, що спостерігається певна коливальність цього параметру. У 2015 році вміст завислих речовин становив 26,86, що показує помірний рівень забруднення. У наступні роки спостерігається певний спад цього показника, але у 2018 році рівень забруднення знижується значно нижче до 13,91. З 2019 року відбувається зростання концентрації завислих речовин, і до 2020 року цей показник досягає максимального значення 27,91. Подальші роки відзначаються стабілізацією цього показника на відносно високому рівні.

Щодо показника біхроматної окиснюваності, спостерігається схожа тенденція. У 2015 році цей показник склав 1,33, але в подальших роках відбувається його збільшення. У 2018 році відбувається значне зростання до

33, що може вказувати на погіршення якості води. Проте, з 2019 року цей показник починає зменшуватися, але залишається на високому рівні.

Таким чином, можна зробити висновок, що середньорічний вміст завислих речовин та показник біхроматної окиснюваності у воді річки Клевень мають тенденцію до коливань протягом визначеного періоду, що може свідчити про зміни у рівні забруднення цього водного об'єкту.

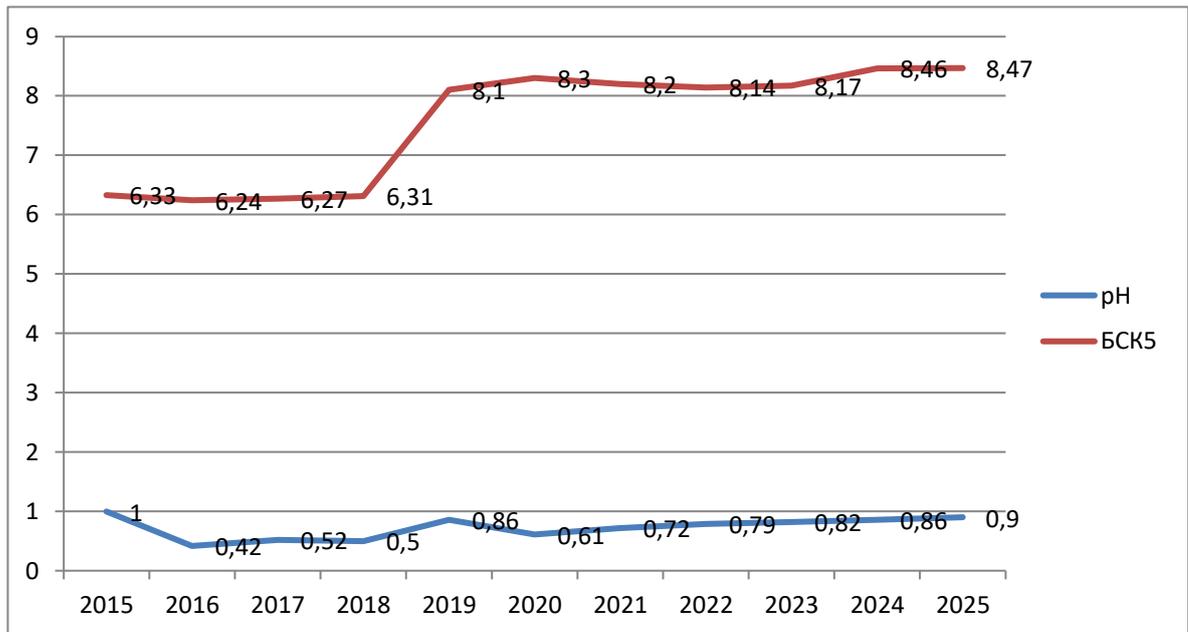


Рис.4.9. Динаміка середньорічних значень БСК5 і рН у воді р. Клевень

Аналізуючи динаміку середньорічних значень показників рН і БСК5 у воді р. Клевень протягом періоду з 2015 по 2025 рік, можна виявити деякі цікаві тенденції.

1. Рівень рН:

- У 2015 році рівень рН був нейтральним (1), показуючи стабільність середньорічного значення.
- У наступні роки (з 2016 по 2018) спостерігалася невелика зміна, але загалом рівень рН залишався стабільним, зі значенням навколо 0,5-0,52.
- З 2019 по 2025 рік відбувається помітне зростання рівня рН, з 0,86 у 2019 році до 0,82 у 2025 році. Це може вказувати на певне зміщення в

кислотно-основному балансі води, можливо, внаслідок змін у водних та геологічних умовах.

2. Біохімічне споживання кисню (БСК5):

- Середньорічні значення БСК5 показують невелику коливантність протягом вивченого періоду.
- Загалом, з 2015 по 2018 рік, середньорічні значення залишалися в межах 6,24-6,33, що може свідчити про стабільність вмісту органічних речовин у воді.
- З 2019 року відбувається помітне зростання середньорічних значень БСК5, з 8,1 у 2019 році до 8,17 у 2025 році. Це може вказувати на збільшення кількості органічних речовин у воді, що потребують кисню для біологічного розкладання.

Таким чином, можна зробити висновок, що рівень рН та середньорічні значення БСК5 у воді р. Клевень мають тенденцію до змін протягом вивченого періоду, що може впливати на загальну якість водного середовища.

4.3. Біологічні індикатори стану р. Клевень

Біологічні індикатори є важливим елементом моніторингу якості води та оцінки стану екосистем річок. Вони включають живі організми або їх спільноти, які є чутливими до змін екологічних умов та забруднення, що дозволяє використовувати їх для визначення рівня забруднення та оцінки стану водного середовища. Біологічні індикатори можуть включати риб, водорості, безхребетних, фітопланктон, макрофітів, а також інші групи організмів, які є важливими для підтримання здоров'я водної екосистеми.

Біоіндикаційний аналіз води р. Клевень

Біоіндикаторні групи	Основні представники	Індекс сапробності (Pantle-Buck)	Оцінка стану води	Клас якості води (за ДСТУ 4808:2007)
Макрозообентос	Личинки поденок (<i>Ephemeroptera</i>), веснянки (<i>Plecoptera</i>), молюски (<i>Mollusca</i>)	1,8–2,2	Оліго-β-мезосапробна зона (помірно забруднена)	II–III клас (добра задовільна якість) –
Фітопланктон	Діатомові (<i>Bacillariophyta</i>), синьо-зелені водорості (<i>Cyanobacteria</i>), зелені водорості (<i>Chlorophyta</i>)	2,3–2,8	β-мезосапробна зона (помірне забруднення органікою)	III клас (задовільна якість)
Вищі водні рослини	Рдесник (<i>Potamogeton</i>), кушир (<i>Ceratophyllum</i>), телоріз (<i>Stratiotes aloides</i>)	-	Заростання берегів помірне, поодинокі ділянки з надмірним розвитком макрофітів	III клас (задовільна якість)

Риби є одними з найбільш поширених біологічних індикаторів якості води через свою чутливість до змін у фізико-хімічних характеристиках середовища (температура, рівень кисню, токсичні речовини). Спостереження за популяціями риб може дати важливу інформацію про стан екосистеми річки, рівень забруднення води та наявність сприятливих умов для відтворення.

Водорості є одними з найчутливіших індикаторів змін у водному середовищі. Їхнє зростання та розвиток залежить від наявності в воді поживних речовин (азоту, фосфатів), рівня кисню, температури та інших факторів. Перевищення рівня поживних елементів (особливо фосфатів і нітратів) призводить до інтенсивного росту водоростей, що може призвести

до явищ евтрофікації, зниження кисневого балансу та погіршення якості води.

Безхребетні, такі як личинки комах, молюски, черв'яки, є чутливими до забруднення води, оскільки вони здебільшого мешкають на дні річок і є важливими компонентами водного харчового ланцюга. Зміни в їхній популяції можуть свідчити про зниження якості води або про токсичний вплив певних забруднювачів, таких як важкі метали чи пестициди.

Фітопланктон є мікроскопічними водоростями, які виконують важливу функцію в екосистемах річок, оскільки вони є основними продуцентами органічної речовини. Коливання в складі та кількості фітопланктону можуть бути індикаторами змін у рівнях поживних речовин, а також свідчити про процеси евтрофікації.

Макрофіти є важливими для підтримання стабільності екосистеми річки. Вони впливають на структуру річкових біоценозів, оскільки виконують роль фільтрів для води, забезпечуючи стабільний гідрологічний режим і знижуючи рівень мутності. Зменшення чисельності або різноманіття макрофітів може вказувати на погіршення стану водного середовища, зокрема через забруднення або зміну гідрологічних умов.

Існують спеціальні види організмів, які є чутливими до конкретних забруднювачів і можуть служити як індикатори забруднення певними хімічними сполуками. Наприклад, різні види ракоподібних чутливі до забруднення важкими металами, а також до змін рівня кисню у воді.

Методи оцінки стану екосистеми річки за допомогою біологічних індикаторів:

1. Індекс біологічної якості води (IBQW):

Це комплексний метод, який включає оцінку стану води на основі різноманіття видів, чисельності популяцій та інших біологічних параметрів. Наприклад, індекс, який включає дані про різноманіття видів риб і безхребетних, може вказувати на рівень забруднення води та здатність екосистеми підтримувати здоров'я біоти.

2. Індекс евтрофікації:

Використовується для оцінки рівня евтрофікації води, що є наслідком надлишкової кількості поживних речовин, таких як азот та фосфати. Рівень евтрофікації можна визначати через співвідношення між кількістю водоростей і фітопланктону. Високий рівень водоростей свідчить про можливу евтрофікацію, що веде до зниження рівня кисню і глибоких екологічних змін у водному середовищі.

3. Оцінка індексу біорізноманіття:

Цей індекс враховує різноманіття та чисельність видів, що існують у річкових екосистемах. Зменшення біорізноманіття є важливим показником погіршення екологічного стану водного середовища. Високий рівень різноманіття організмів свідчить про стабільність екосистеми, тоді як зниження цього показника може бути ознакою негативного впливу забруднення.

Основні типи біологічних індикаторів для річкових екосистем є:

1. Індикатори, чутливі до органічного забруднення:

Ці організми, до яких належать певні види риб, безхребетних та водоростей, чутливі до підвищених рівнів органічного забруднення, таких як надмірне потрапляння органічних відходів, пестицидів і добрив. Погіршення стану таких видів є сигналом про забруднення води.

2. Індикатори, чутливі до хімічного забруднення:

До таких індикаторів належать організми, чутливі до важких металів, пестицидів та інших токсичних хімічних сполук. Вони здатні накопичувати токсини у своїх тканинах, що дозволяє використовувати їх для виявлення забруднення важкими металами чи іншими шкідливими речовинами в воді.

3. Індикатори фізико-хімічних змін:

Це організми, чутливі до змін температури, рівня кисню та інших фізико-хімічних факторів. Зміни в популяціях таких організмів можуть бути ознакою змін в екологічному балансі річки, таких як підвищення температури води або зменшення рівня кисню.

Біологічні індикатори відіграють важливу роль у моніторингу та оцінці стану річкових екосистем. Вони є важливими для визначення рівня забруднення, якості води та здоров'я екосистеми в цілому. Водорості, риби, безхребетні та інші організми чутливі до змін, які можуть свідчити про підвищення забруднення, зниження біорізноманіття та деградацію екосистеми. Тому ефективне використання біологічних індикаторів є необхідним для проведення екологічних досліджень і розробки заходів для збереження та відновлення водних ресурсів.

4.4. Вплив сезонних факторів на якість поверхневих вод р. Клевень

Сезонні зміни є важливим аспектом, що впливає на якість води в річках, озерах і водосховищах. Фактори, пов'язані з сезонними коливаннями температури, опадів, рівня води та біологічної активності, значною мірою визначають фізико-хімічний та біологічний стан водних екосистем. Сезонні зміни можуть як сприяти покращенню якості води, так і призводити до її погіршення, в залежності від конкретного періоду року та наявних екологічних умов.

Сезонні зміни можуть впливати на ряд фізико-хімічних показників води, таких як температура, концентрація розчиненого кисню, вміст органічних і неорганічних забруднювачів, а також рН води. Вплив цих факторів на якість води можна описати наступним чином:

Зміни температури води в різні пори року можуть значно впливати на її властивості. Влітку температура води підвищується, що сприяє активізації біологічних процесів, таких як мінералізація органічних речовин, що можуть призводити до зниження рівня кисню в воді (особливо в нічний час). В зимовий період температура води знижується, і процеси біологічного розкладу сповільнюються, що може призводити до стабільного або навіть покращеного стану води щодо кисню.

Зміни температури води безпосередньо впливають на рівень розчиненого кисню. Влітку через підвищену температуру спостерігається зниження розчиненого кисню, особливо в замулених ділянках річок, що може спричиняти стрес для водних організмів. Взимку, коли температура знижується, рівень кисню зазвичай стабільний, оскільки вода є менш насиченою органічними відходами, і процеси розкладу сповільнюються.

Поживні елементи, такі як нітрати і фосфати, у великій кількості можуть потрапляти в річки через стоки сільського господарства. Влітку, при високій температурі, ці елементи сприяють цвітінню водоростей і евтрофікації води. Взимку, коли інтенсивність сільськогосподарських робіт зменшується, концентрація цих елементів може бути нижчою, але з часом накопичення поживних речовин може призводити до відновлення процесів евтрофікації в весняно-літній період.

У холодні зимові місяці рН води часто залишається стабільним, оскільки біологічна активність значно зменшується, а процеси хімічного розкладу органічних і неорганічних речовин сповільнюються. Влітку, навпаки, рівень рН може змінюватися через підвищену активність рослинності і мікроорганізмів, що призводить до збільшення кількості органічних кислот, знижуючи рН води.

Вплив сезонних факторів на біологічні показники води

Сезонні коливання мають також великий вплив на біологічну активність у воді, включаючи розвиток водоростей, фітопланктону, а також поведінку тварин, зокрема риб і безхребетних. Зміни, пов'язані з сезонами, включають:

Влітку, за рахунок підвищення температури води і збільшення кількості сонячного світла, активно розвиваються водорості. Підвищена концентрація поживних елементів може спричиняти масове цвітіння водоростей, що призводить до евтрофікації води. Це негативно позначається на розчиненому кисні і створює умови для стресу водних організмів, зокрема

риб. Взимку, коли температура знижується, процеси фотосинтезу значно сповільнюються, і розвиток водоростей припиняється.

Влітку зростає активність водних організмів завдяки підвищеній температурі води та більшим запасам їжі, що сприяє інтенсивному росту популяцій риб і безхребетних. Однак, при високих температурах, зниження рівня кисню у воді може призводити до масової загибелі деяких видів, особливо тих, що потребують високого рівня кисню. Взимку, коли температури знижуються і активність організмів сповільнюється, екосистема річки зазвичай стає більш стабільною, хоча у деяких випадках можуть виникати проблеми з киснем, особливо в замулених ділянках.

Вплив сезонних опадів на якість води

Опади є важливим сезонним фактором, що безпосередньо впливає на якість води в річках. Вони можуть як покращувати якість води, так і погіршувати її, залежно від інтенсивності і характеру опадів:

Весною, коли відбувається танення снігу і часто спостерігаються інтенсивні дощі, значно підвищується рівень води в річках, що призводить до паводків. У цей період забруднювачі, накопичені на землі за зимовий період (пестициди, важкі метали, органічні речовини), змиваються в річку, що може значно погіршити її якість. Збільшення потоку води під час паводків може призвести до підвищення мутності води та змішування забруднювачів, що накопичуються у верхніх шарах ґрунту.

Літні дощі можуть сприяти швидкому виведенню забруднень з поверхні водосховищ, річок та інших водних об'єктів, зокрема з органічними відходами, що знижує концентрацію шкідливих речовин у воді. Однак, під час сильних злив може спостерігатися потрапляння забруднень з стоків і змивання шкідливих речовин у річку, що тимчасово погіршує якість води.

Восени, коли активність рослинності зменшується, дощі можуть призводити до вимивання залишків органічних речовин та пестицидів, що потрапляють у річку з сільськогосподарських угідь. Це також може

призвести до зниження розчиненого кисню через підвищену біологічну активність розкладу органічних відходів.

Покращення стану р. Клевень та охорона її водних ресурсів є важливою складовою сталого розвитку екосистеми регіону та збереження водних ресурсів для майбутніх поколінь. Забруднення річки та антропогенний вплив, такі як сільськогосподарські стоки, промислові викиди та зміни природного гідрологічного режиму, вимагають комплексних заходів для відновлення водної екосистеми та попередження подальших негативних змін.

Одним із важливих заходів є встановлення прибережних захисних смуг, які забезпечать фільтрацію стоків з сільськогосподарських угідь, зменшуючи потрапляння пестицидів, добрив і інших забруднювачів у річку. Ці смуги можуть включати лісові насадження, трав'яні поля або інші природні фільтруючі засоби.

Впровадження більш суворих норм щодо використання пестицидів і добрив в сільському господарстві дозволить зменшити забруднення води через агрохімікати. Важливо також сприяти використанню екологічно безпечних методів ведення сільського господарства, таких як біологічний контроль шкідників або застосування органічних добрив.

Відновлення природних водно-болотних угідь та зон збереження водорегулюючих функцій допоможе відновити екологічну рівновагу річки, зменшити ерозію берегів і покращити якість води. Це включає відновлення заболочених територій і реконструкцію природних водоносних систем.

Для збереження та покращення стану р. Клевень необхідно вжити комплексних заходів, спрямованих на зниження антропогенного навантаження, відновлення природних водно-болотних угідь, поліпшення якості води через модернізацію очищення стічних вод, а також підвищення екологічної свідомості серед населення. Тільки завдяки комплексному підходу можна досягти стабільного і сталого управління водними ресурсами р. Клевень і забезпечити її екологічну стійкість на довготривалу перспективу.

ВИСНОВКИ

За результатами проведеної роботи можна зробити наступні висновки:

1. За результатами досліджень прозорість води р. Клевень знаходиться в межах 24–27 см. У відібраних зразках спостерігались запахи, зокрема болотний та гнилісний. Колір залежно від зразку був світло жовтим або зеленоподібним. У зразку № 1 було виявлено піщаний осад, а у зразку № 2 і 3 – сірий, що може свідчити про забруднення води у річці. Показник рН в межах норми знаходиться лише у зразку № 1. Жорсткість води у зразку № 1 на 7 % перевищує допустимий показник. Жорсткість води у зразку № 2 перевищило норму на 30 %. Показник у зразку № 3 вище за норму на 31 %.
2. Середньорічні концентрації NH_4^+ залишалися низькими, коливаючись від 0,01 до 0,03 мг/дм³. Це може свідчити про певну стабілізацію рівня забруднення або ефективність заходів щодо контролю за викидами амонію. Загалом, зниження середньорічних концентрацій сольового амонію (NH_4^+) у воді річки Клевень та їх стабілізація на низькому рівні у наступні роки свідчить про певні позитивні тенденції у зменшенні забруднення цього біогенного елементу. Однак необхідно продовжувати моніторинг та приймати заходи для підтримки чистоти водоймища.
3. Виявлені фактори, що впливають на якість води, можуть бути використані для оцінки рівня забруднення водних ресурсів р. Клевень, що є важливим кроком у плануванні ефективних заходів з водоохорони.
4. Застосовуючи комплексні методи моніторингу, аналізуючи ключові параметри якості води та одержуючи дієві рекомендації на основі результатів моніторингу, зацікавлені сторони можуть працювати над збереженням екологічного балансу р. Клевень, одночасно задовольняючи потреби місцевих громад у воді. Постійна пильність і профілактичні заходи, засновані на даних моніторингу, є важливими для забезпечення стійкості цього життєвоважливого водного ресурсу в Сумській області.

ПРОПОЗИЦІЇ

Впровадження системи локального очищення стічних вод. Створення або модернізація очисних споруд у населених пунктах та на підприємствах, що розташовані в басейні річки, для зменшення надходження забруднень у водойму.

Раціональне використання сільськогосподарських добрив і пестицидів. Запровадження рекомендацій щодо дозування і часу внесення добрив, а також застосування екологічно безпечних препаратів, щоб мінімізувати стік агрохімікатів у річку.

Забезпечення захисних смуг вздовж берегової лінії. Створення та підтримка природних або штучних смуг рослинності вздовж річки, які будуть слугувати природним фільтром, знижуючи ерозію і затримуючи забруднення.

Моніторинг і контроль забруднення від побутових та промислових джерел. Встановлення контролю за дотриманням екологічних норм щодо скидів стічних вод, а також виявлення і усунення несанкціонованих джерел забруднення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Арсан О.М. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод: Навчальний посібник. К: Ліра-К, 2021. 256 с.
2. Богданов В.Г. Сапробіологічна оцінка якості вод річки Сейм. *Гідробіологічний журнал*. 2020. Т. 56, № 1. С. 45–51.
3. Боголюбов В. М., Клименко М. О., Мокін В. Б. Моніторинг довкілля : підручник. [2-е вид., перероб. і доп.]. Вінниця : ВНТУ, 2010. 232 с.
4. Будкіна Л.Г., Чічко О.І., Сафранов Т.А. Екологічний моніторинг вод із основами гідроекології. Херсон: ОЛДІ-плюс, 2002. 320 с.
5. Василенко О. А. Математично-статистичні методи аналізу у прикладних дослідженнях: навч. посіб. Одеса, 2011. 166 с.
6. Відбір проб води (розчинів) та підготовка їх до аналізу [Електронний ресурс]: Режим доступу до ресурсу: <https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2020/09/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F-2%D0%9D2%D0%9E-n.pdf>.
7. Водний кодекс України від 06.06.1995 р. Відомості Верховної Ради України. 1995. - № 24. Ст. 189.
8. Гриценко А.В., Васенко О.Г., Верніченко Г.А. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Харків: УкрНДІЕП, 2019. 37 с.
9. Грищенко О.В. Методи гідроекологічного моніторингу поверхневих вод: навч. посіб. Київ: Наукова думка, 2012. 184 с. С. 58–85.
10. Даус М., Кликач Н. Багаторічна динаміка гідрохімічних показників річки Сула. Матеріали XXVII Всеукраїнської наукової інтернетконференції «Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку», 17 листопада 2016 р., Переяслав-Хмельницький Державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди. С. 29-34.
11. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради "Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики" від 23 жовтня 2000 року.

12. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Відбирання проб. К.: Мінекономрозвитку України, 2015. 27 с.
13. Жолинський І.Д., Гриб Й.В. Методологічні основи управління якістю поверхневих вод. Рівне: НУВГП, 2007. 346 с.
14. Заблоцький В.С. Вплив аграрного навантаження на водні екосистеми Сумщини. *Вісник Сумського НАУ*. Серія: Біологія. 2019. Вип. 3 (39). С. 95–101.
15. Калініна Н.М. Біоіндикація забруднення вод річок Лівобережної України. *Наукові записки ТНПУ*. Серія: Біологія. 2017. № 3 (71). С. 117–123.
16. Карпенко К.К., Тюленева В.О., Вакал А.П., Родінка О.С., Книш М.П., Кравченко В.М. Гідрологічні заказники у заплаві р. Сули на Сумщині. Стан природного середовища та проблеми його охорони на Сумщині. Книга 3. Суми: Джерело, 1999. С. 86–98.
17. Клименко В.Г. Гідрологія України. Харків. 2011. 124 с.
18. Клименко М.О., Прищеп А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля: підручник. Київ: Академія, 2018. 360 с.
19. Коваленко С.А., Пономаренко Р.В., Третьяков О.В., Іванов Є.В. Дослідження зміни екологічного стану річки Псел. Техногенно-екологічна безпека. Х.: НУЦЗУ, 2021. № 10(2/2021). С. 45 – 51.
20. Коваленко С.А., Пономаренко Р.В., Третьяков О.В., Титаренко А.В., Іванов Є.В. Визначення нових аспектів зміни екологічного стану поверхневого водного об'єкту. Комунальне господарство міст. Х.: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2022. Том 3, випуск 170'2022. С. 53 – 61.
21. Кузьмін В.І. Аналітична хімія об'єктів навколишнього середовища: Підручник. К.: КНУ імені Тараса Шевченка, 2019. 463 с.
22. Курило С.М. Еколого-гідрохімічна оцінка поверхневих вод басейну Дніпра. *Український географічний журнал*. 2019. № 2. С. 25-33.
23. Линник П.М., Жежеря В.А., Жежеря Т.П. Методи дослідження органічних речовин природних вод. Київ: Наукова думка, 2021. 304 с.

24. Мокієнко А.В., Ковальчук Л.Й., Крісілов А.Д. Еколого-гігієнічні основи безпеки водокористування. Одеса: ТЕС, 2020. 454 с.
25. Найденко О.В. Оцінка стану вод малих річок у контексті агроландшафтного впливу. *Екологічний вісник*. 2020. № 4. С. 14–19.
26. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2021 році. К.: Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 2022. 326 с.
27. Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б., Осадчий В.І. Гідрохімічний довідник: поверхневі води України. Київ: Ніка-Центр, 2018. 330 с.
28. Петренко В.І. Екологічна оцінка якості води малих річок України. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2015. 212 с. С. 64–73.
29. Пономаренко Р.В. Визначення екологічного стану головного джерела водопостачання України. Техногенно-екологічна безпека. Х.: НУЦЗУ, 2020. № 6(2/2019). С. 69 – 77. DOI: 10.5281/zenodo.3559035.3.
30. Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення. Затв. Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.12.2017 № 316.
31. Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод: Постанова Кабінету Міністрів України від 20.07.1996 р. № 815.
32. Про затвердження Порядку перевірки, взяття проб води та проведення їх аналізу [Електронний ресурс] // Верховна Рада України. Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/828-2019-%D0%BF#Text>.
33. Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами [Електронний ресурс]. Верховна Рада України. Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465-99-%D0%BF#Text>.
34. Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології. Київ : Ніка-Центр, 2019. 330 с.
35. Романенко В.Д. Основи гідроекології. К.: Обереги, 2001. 728 с.

36. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ: Символ. 2017. 28 с.
37. Саблій Л.А. Фізико-хімічні та біологічні методи аналізу об'єктів довкілля. Рівне: НУВГП, 2012. 314 с.
38. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод: підручник. Київ: Ніка-Центр, 2018. 400 с.
39. Сташук В.А., Мокін В.Б., Гребінь В.В., Чунарьов О.В. С 78 Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом: Монографія. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 250 с.
40. Умови скидання зворотних вод у водні об'єкти [Електронний ресурс]: Режим доступу до ресурсу: <http://surl.li/umnoh>
41. Химко Р.В., Мережко О.І., Бабко Р.В. Малі річки - дослідження, охорона і відновлення. К.: ін-т екології, 2003. 380 с.
42. Хільчевський В.К. Комплексна оцінка екологічного стану басейну річки Случ.. К.: Ніка-Центр, 2013. 346 с.
43. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії: Навчальний посібник. К.: Ніка-Центр, 2012. 312 с.
44. Швебс Г. І., Ігошин М. І.; Каталог річок і водойм України : Навч.-довідк. посіб. Одес. нац. ун-т ім. І.І.Мечникова. О. : Астропринт, 2003. 392 с.
45. Яцик А.В. Водогосподарська екологія: У 4 т., 7 кн. К.: Генеза, 2004. Т. 3, кн.4. - 496 с.
46. Barbour M.T., Gerritsen J., Snyder B.D., Stribling J.B. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish.* – Washington: U.S. Environmental Protection Agency, 1999. EPA 841-B-99-002. С. 12–34.
47. Chapman D. *Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring.* 2nd ed. – London: UNESCO/WHO/UNEP, 1996. 26 р. Розділ 1, с. 3–10; розділ 3, с. 77–89.

48. Hellawell J.M. *Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management*. London: Elsevier, 1986. 546 p. C. 119–136.
49. Hering D., Borja A., Carstensen J., Carvalho L., Elliott M., Feld C.K. et al. The European Water Framework Directive at the age of 10: A critical review of the achievements with recommendations for the future. *Science of the Total Environment*. 2010. Vol. 408, №. 19. P. 4007–4019.
50. Kundzewicz, Z. W. (Ed.). *Water resources management in catchments. Ecological Perspectives in Sustainable Development Series* 2003, UNESCO.
51. Li Ren, Shuping Song, Yue Zhou. Evaluation of River Ecological Status in the Plain River Network Area in the Context of Urbanization: A Case Study of 21 Rivers' Ecological Status in Jiangsu Province, China. *Ecological Indicators*. 142 (2022) 109172. DOI: 10.1016/j.ecolind.2022.109172.
52. Mariola Krodkiewska, Aneta Spyra, Anna Cieplok. Assessment of Pollution, and Ecological Status in Rivers Located in the Vistula and Oder River Basins Impacted by the Mining Industry in Central Europe (Poland). *Ecological Indicators*. 144 (2022) 109505. DOI: 10.1016/j.ecolind.2022.109505.
53. Meybeck M., Chapman D., Helmer R. *Global Trends in Water Quality*. Nairobi: UNEP, 2006. 132 p.
54. Ongley, E. D. Modern principles of water quality control. In H. J. Maidment (Ed.), *Handbook of Hydrology* 1998 (pp. 18.1-18.38). McGraw-Hill.
55. Rosenberg D.M., Resh V.H. *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. New York: Chapman & Hall, 1993. 88 p.
56. Schwarzenbach, R. P., Egli, T., Hofstetter, T. B., Von Gunten, U., & Wehrli, B. Global water pollution and human health. *Annual Review of Environment and Resources*, 2010. 35, 109-136.

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

МАТЕРІАЛИ

науково-практичної конференції
викладачів, аспірантів та студентів
Сумського НАУ

(14-18 квітня 2025 р.)

УДК 631.4(477.52-25(06)

Рекомендовано до друку науково-координаційною радою Сумського національного аграрного університету (протокол № 9 від 17.04.2025 р.)

Редакційна колегія:

Данько Ю.І., д.е.н., професор
Ярощук Р.А., к.с.-г.н., доцент
Бричко А.М., к.е.н., доцент
Думанчук М.Ю., к.т.н., доцент
Кисельов О.Б., к.с.-г.н., доцент
Масик І.М., к.с.-г.н., доцент
Михайліченко М.А., к.і.н., доцент
Срібняк Н.М., к.т.н., доцент
Степанова Т.М., к.т.н., доцент
Шкромада О.І., д.вет.н., професор

М 34 Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (14-18 квітня 2025 р.). – Суми, 2025. – 467 с.

У збірку увійшли тези доповідей науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського національного аграрного університету.

Для викладачів, студентів, аспірантів інших навчальних закладів.

Відповідальність за точність наведених фактів, цитат та ін. лягає на авторів опублікованих матеріалів. Передрук матеріалів з дозволу редакції.

Друкується в авторській редакції

© Сумський національний
аграрний університет, 2025

МОНІТОРИНГ СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД Р. КЛЕВЕНЬ В МЕЖАХ ЕСМАНЬСЬКОЇ ОТГ

Симак О. С., студ. 4 курсу ФАТП
Науковий керівник: доц. І. В. Зубцова
Сумський НАУ

Моніторинг стану поверхневих вод річки Клевень передбачає аналіз різних фізико-хімічних показників для точного визначення якості води. Основні параметри, які зазвичай вимірюють, включають температуру, рН, каламутність і рівні розчиненого кисню. Температура може впливати на швидкість метаболізму водних організмів, тоді як рівень рН може вказувати на наявність кислотних або лужних речовин у воді. Каламутність є показником прозорості води і може вказувати на утворення осаду або забруднення, тоді як рівень розчиненого кисню має вирішальне значення для підтримки водного життя. Окрім цих параметрів, програми моніторингу також оцінюють рівень поживних речовин, таких як азот і фосфор, а також наявність забруднюючих речовин, таких як важкі метали та пестициди. Аналізуючи ці параметри, можна отримати уявлення про загальний стан річки Клевень та точно визначити проблемні області.

Результати моніторингу стану поверхневих вод річки Клевень у межах Есманської ОТГ дають цінну інформацію про тенденції якості води та потенційні екологічні загрози. Завдяки аналізу параметрів якості води, таких як загані раніше, дослідники можуть порівнювати зібрані дані з установленими стандартами та правилами якості води. Розбіжності між вимірними значеннями та нормативними пороговими значеннями можуть вказувати на області невідповідності та потенційні ризики для здоров'я людини та навколишнього середовища. Крім того, шляхом виявлення потенційних джерел забруднення, таких як промислові викиди або сільськогосподарські стоки, зусилля з моніторингу можуть допомогти зацікавленим сторонам вжити активних заходів для пом'якшення негативного впливу на екосистему. Розуміння наслідків цих висновків має важливе значення для розробки цілеспрямованих заходів для покращення якості води та захисту екологічної цілісності річки Клевень.

Оцінка якості води має вирішальне значення для розуміння стану водних екосистем і наявності чистої води для споживання людиною. Річка Клевень, розташована в самому серці різноманітної екосистеми, піддається постійному моніторингу для оцінки її фізико-хімічних параметрів, таких як температура, каламутність, рівень розчиненого кисню, концентрація важких металів, рівень поживних речовин і вміст органічних речовин.

Фізичні параметри води р. Клевень відіграють значну роль у визначенні загального стану водного середовища. Температура, наприклад, впливає на швидкість метаболізму водних організмів і розчинність газів у воді. Коливання температури можуть призвести до стресу у водних видів і вплинути на баланс екосистеми. Каламутність, інший важливий фізичний параметр, відноситься до каламутності або помутніння води, викликаного зваженими частинками. Високий рівень каламутності може зменшити проникнення світла у воду, впливаючи на фотосинтез і ріст водних рослин. Рівень розчиненого кисню у воді життєво важливий для виживання водних організмів, низький рівень кисню призводить до гіпоксії та потенційно шкодить рибакам та іншим видам. Постійний моніторинг та оцінка цих фізичних параметрів є важливими для підтримки здоров'я та стійкості екосистеми річки Клевень.

Що стосується хімічних показників води р. Клевень, то концентрації важких металів становлять значну загрозу якості води. Важкі метали, такі як свинець і ртуть, можуть потрапляти у водойми через промислові викиди та сільськогосподарські стоки, що призводить до токсичного впливу на водне життя та потенційних ризиків для здоров'я людини. Моніторинг і регулювання концентрації важких металів у річці Клевень мають вирішальне значення для запобігання забрудненню та забезпечення безпеки екосистеми. Рівень поживних речовин, включаючи азот і фосфор, також відіграє важливу роль у якості води. Надмірне надходження поживних речовин, часто в результаті сільськогосподарської діяльності та неочищених стічних вод, може призвести до евтрофікації, цвітіння водоростей і дефіциту кисню у водоймах. Крім того, вміст органічної речовини у воді річки Клевень служить джерелом поживних речовин для росту мікробів і може впливати на прозорість води та рівень кисню. Розуміння та управління цими хімічними параметрами є важливими для збереження якості води та біорізноманіття річки Клевень.

Оцінка фізичних параметрів води р. Клевень є надзвичайно важливою через її безпосередній вплив на водне життя та динаміку екосистем. Перепади температури впливають на розподіл і поведінку водних видів, причому певні організми чутливі до змін температури. Рівень каламутності впливає на доступність світла для фотосинтезу, який є важливим для росту водних рослин і загальної продуктивності екосистеми. Крім того, рівень розчиненого кисню має вирішальне значення для виживання риб, безхребетних та інших водних організмів, оскільки низький рівень кисню призводить до загибелі риби та порушення харчового ланцюга. Відстежуючи та розуміючи ці фізичні параметри, дослідники та політики можуть приймати обґрунтовані рішення щодо захисту екосистеми річки Клевень та забезпечення якості води для майбутніх поколінь.