

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально - науковий інститут екології
Кафедра екології та менеджменту довкілля

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему

ГІДРОХІМІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ Р. ВОРСКЛИ В ОХТИРСЬКОМУ РАЙОНІ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконав: студент 4 курсу, групи ДЕ-41
спеціальності : 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Пі автора _____ / Данило НЕСТЕРЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____ / Віталій КАРПОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____ / _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

В.о.завідувача кафедри _____ / Андрій АЧАСОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____ / Інна МИРОНОВА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____ / Світлана Бурченко
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2025 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут екології
Кафедра екології та менеджменту довкілля
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

_____ / проф. Андрій АЧАСОВ
підпис ім'я та прізвище

«___» травня 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

Данилу НЕСТЕРЕНКУ

(ім'я та прізвище)

1. Тема роботи Гідрохімічні умови формування екологічного стану р.
Ворскли в Охтирському районі Сумської області

керівник роботи Віталій КАРПОВ, доц.

(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «___» _____ 20__ року №___

2. Строк подання студентом роботи ___

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

1) дослідити сучасний стан наукових досліджень річки Ворскли та інших малих річок Лівобережної України, зокрема в межах Сумської області, а також їхнє використання у водогосподарській діяльності;

2) проаналізувати головні джерела забруднення води в межах Охтирського району, включаючи природні та антропогенні чинники (сільське господарство, побутові стоки, промисловість тощо);

3) розробити план експериментального дослідження: обрати репрезентативні точки для відбору проб води на річці Ворскла, описати методику хімічного аналізу та умови проведення відбору;

4) знайти інформацію або розрахувати власноруч індекс забруднення води для річок;

5) порівняти отримані результати з чинними нормативами;

б) зробити підсумки основних моментів з роботи.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Аналіз наукової літератури, офіційної статистики та нормативно-правових актів щодо сучасного стану річки Ворскли, її використання та джерел забруднення.
2	Створення плану експерименту, опис методики його проведення, а також розрахунку індекса забруднення води (надалі ІЗВ)/. Проведення польових досліджень
3	Аналіз отриманих результатів, розрахунок ІЗВ для досліджуваних річок
4	Порівняльний аналіз з чинними нормативами, ідентифікація джерел забруднення
5	Формування висновків щодо екологічного стану досліджуваних водних об'єктів

5. Дата видачі завдання _____

Студент _____ Данило НЕСТЕРЕНКО

підпис ім'я і прізвище

Керівник роботи _____ доц. Віталій КАРПОВ

підпис ім'я і прізвище

АНОТАЦІЯ
ГІДРОХІМІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ Р.
ВОРСКЛИ В ОХТИРСЬКОМУ РАЙОНІ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ
Данило НЕСТЕРЕНКО

Кваліфікаційна робота «Гідрохімічні умови формування екологічного стану р. Ворскли в Охтирському районі Сумської області» містить 43 сторінки, 3 розділи, 3 таблиці, 3 рисунки, 1 формули, 33 використаних джерел та 1 додаток.

Мета роботи: Провести екологічну та гідрохімічну оцінку стану річки Ворскли в межах Охтирського району Сумської області. Це дозволить визначити рівень забруднення води, основні чинники, що впливають на її якість, та обґрунтувати потребу впровадження заходів з охорони навколишнього середовища.

Актуальність теми: Річка Ворскла є важливим джерелом водопостачання та ключовим екологічним елементом для Сумщини. Дослідження гідрохімічного стану води в межах Охтирського району дозволяє своєчасно виявляти зміни в якості води та джерела забруднення, що важливо для ефективного планування природоохоронних заходів.

Завдання дослідження:

1. Описати фізико-географічні умови басейну річки Ворскли в межах Охтирського району.
2. Дослідити гідрохімічні показники води річки та визначити основні джерела її забруднення.
3. Оцінити якість води відповідно до існуючих нормативів.
4. Розробити рекомендації щодо покращення екологічного стану річки.
5. Підсумувати результати проведеної роботи.

Методи. У ході дослідження було використано комплекс методів, що поєднують теоретичний аналіз і практичні спостереження. Перш за все, здійснено аналіз наукової літератури, статистичних матеріалів та нормативно-правової документації, які регламентують стан водних об'єктів в Україні. Це дало змогу

окреслити сучасний рівень дослідження гідрохімічного стану річкових систем, зокрема річки Ворскли, а також визначити основні критерії та показники, що використовуються для екологічної оцінки якості води.

Застосовано картографічний метод для дослідження просторових характеристик басейну річки Ворскли в межах Охтирського району. За допомогою топографічних і гідрографічних карт було визначено місця ймовірного впливу джерел антропогенного забруднення, а також обрано репрезентативні точки для відбору проб води. У рамках польового етапу дослідження проведено натурні спостереження за гідрологічним режимом річки, станом прибережної території, а також здійснено відбір проб води для подальшого лабораторного аналізу. Це дозволило отримати реальні дані щодо сучасного стану водного середовища.

Проведено лабораторний хімічний аналіз відібраних проб, зокрема досліджено вміст основних гідрохімічних показників — розчинених солей, нітратів, нітритів, амонійного азоту, фосфатів, заліза, марганцю та інших речовин, що можуть свідчити про наявність забруднення.

ВОДА, РІЧКИ, СТАВОК, ВОРСКЛА, ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ, ЖОРСТКІСТЬ

ANNOTATION

HYDROCHEMICAL CONDITIONS OF THE ECOLOGICAL STATE FORMATION
OF THE VORSKLA RIVER IN THE OKHTYRKA DISTRICT OF SUMY REGION

Danylo NESTERENKO

The qualification thesis titled "Hydrochemical Conditions of the Formation of the Ecological State of the Vorskla River in the Okhtyrka District of Sumy Region" contains 43 pages, 3 chapters, 3 tables, 3 figures, 1 formula, 33 references, and 1 appendix.

The purpose of the research is to carry out an environmental and hydrochemical assessment of the Vorskla River within the Okhtyrka District of Sumy Region. This will help determine the level of water pollution, identify the main factors affecting its quality, and justify the need for implementing environmental protection measures.

Relevance of the topic: The Vorskla River is an important source of water supply and a key ecological element for Sumy Region. Studying the hydrochemical condition of the water within Okhtyrka District enables timely detection of changes in water quality and identification of pollution sources, which is essential for the effective planning of environmental protection actions.

Research objectives:

1. To describe the physical and geographical conditions of the Vorskla River basin within the Okhtyrka District.
2. To study the hydrochemical indicators of the river water and identify the main sources of its pollution.
3. To assess water quality according to existing standards.
4. To develop recommendations for improving the ecological state of the river.
5. To summarize the results of the conducted work.

Methods. The research used a comprehensive approach combining theoretical analysis and practical observations. First, an analysis of scientific literature, statistical data, and regulatory documents governing the condition of water bodies in Ukraine was conducted. This helped to define the current level of study of hydrochemical states of

river systems, particularly the Vorskla River, and to determine the main criteria and indicators used for environmental water quality assessment.

A cartographic method was applied to examine the spatial characteristics of the Vorskla River basin in the Okhtyrka District. Topographic and hydrographic maps were used to identify potential anthropogenic pollution sources and select representative points for water sampling.

During the field stage, on-site observations of the hydrological regime of the river and the condition of the coastal zone were conducted, followed by sampling of water for laboratory analysis. This provided real-time data on the current condition of the aquatic environment.

A laboratory chemical analysis of the collected samples was carried out, focusing on key hydrochemical indicators — such as dissolved salts, nitrates, nitrites, ammonium nitrogen, phosphates, iron, manganese, and other substances that may indicate pollution.

WATER, RIVERS, POND, VORSKLA, CHEMICAL ANALYSIS, HARDNESS.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ГІДРОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА	
р. ВОРСКЛА.....	11
1.1 Огляд досліджень з оцінки якості природних вод.....	11
1.2 Вплив забруднених річкових вод на здоров'я людини (на прикладі річки Ворскла у Сумській області).....	14
1.3 Фізико-географічна характеристика річки Ворскла в межах Сумської області.....	17
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ВОДИ У Р. ВОРСКЛА.....	21
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД Р. ВОРСКЛА.....	29
ВИСНОВКИ.....	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	39
ДОДАТКИ.....	42

Річка Ворскла є одним із ключових природних водних ресурсів Сумської області, що має важливе значення для забезпечення населення водою, розвитку сільського господарства, промисловості та підтримки біорізноманіття регіону. Її води використовуються для водопостачання, іригації, а також є середовищем існування численних видів флори та фауни, що формують унікальні екосистеми лісостепової зони. Через це забезпечення належного екологічного стану річки є нагальною задачею, що пов'язана із збереженням як природних ресурсів, так і здоров'я місцевого населення.

Охтирський район, як територіальна складова басейну річки Ворскла, характеризується певними особливостями фізико-географічних умов, які визначають гідрологічний режим та хімічний склад води. Рельєф, геологічна будова, кліматичні умови, а також антропогенний вплив у вигляді сільськогосподарської діяльності, промислових об'єктів і побутового забруднення формують комплекс чинників, що впливають на якість водних ресурсів. Особливе значення має вивчення гідрохімічних показників річки Ворскла саме в межах Охтирського району, оскільки цей регіон є одним із ключових постачальників води в межах області та має зони підвищеного ризику забруднення.

Враховуючи сучасні екологічні виклики, серед яких — забруднення поверхневих вод, ерозія ґрунтів, зміна гідрологічних режимів через кліматичні зміни, важливо проводити системний моніторинг та оцінку стану водних ресурсів. Аналіз гідрохімічних параметрів дозволяє виявити наявність забруднювачів, їх концентрації, а також потенційні джерела надходження шкідливих речовин. Це, у свою чергу, є основою для розробки науково обґрунтованих заходів з охорони навколишнього середовища і сталого природокористування.

Метою даного дослідження є комплексна екологічна та гідрохімічна оцінка стану річки Ворскли в межах Охтирського району Сумської області. Здійснення такої оцінки дозволить визначити рівень забруднення води, ідентифікувати основні чинники, що впливають на якість водного середовища, а також обґрунтувати

необхідність і пріоритети заходів з охорони і відновлення екологічного балансу в басейні річки.

Об'єктом дослідження є річка Ворскла в межах Охтирського району, як природна складова ландшафту, що виконує важливі екологічні, соціальні та економічні функції. Предметом дослідження є гідрохімічні показники води цієї річки, а також їх екологічна оцінка в умовах постійного антропогенного впливу, пов'язаного з інтенсивною сільськогосподарською діяльністю та потенційним техногенним забрудненням.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішено такі завдання: детально описати фізико-географічні умови басейну річки Ворскли в межах Охтирського району; провести аналіз гідрохімічних показників води, визначити основні джерела забруднення; оцінити якість води відповідно до чинних нормативів; розробити практичні рекомендації щодо покращення екологічного стану річки; а також підсумувати результати проведених досліджень.

Таким чином, дослідження гідрохімічного стану річки Ворскли має не лише наукове, але й практичне значення, оскільки отримані результати і рекомендації сприятимуть покращенню якості водних ресурсів, збереженню екосистем і сталому розвитку регіону загалом.

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ГІДРОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА р. ВОРСКЛА

1.1 Огляд досліджень з оцінки якості природних вод

Річка Ворскла є одним із ключових природних водних ресурсів Сумської області та має велике значення для забезпечення водними ресурсами населення і промислових підприємств регіону. Вода Ворскли використовується для побутових потреб, сільського господарства, а також промисловості, що робить якість її води важливим чинником, що безпосередньо впливає на стан здоров'я місцевих жителів. Проте, в останні десятиліття через зростання антропогенного навантаження стан якості води у річці зазнає значних негативних змін, що становить серйозну загрозу як екології регіону, так і здоров'ю населення. Одним із найбільших джерел забруднення Ворскли у межах Сумської області є стічні води міст Охтирка та Лебедин. Ці міста, як промислові центри, продукують значні обсяги побутових та промислових відходів, які, через недостатньо ефективні очисні споруди, потрапляють у водний басейн. Особливо актуальною є проблема недостатньої очистки хімічних та мікробіологічних забруднень у стічних водах, що містять важкі метали (свинець, кадмій, ртуть), токсичні органічні речовини (нафтопродукти, феноли, пестициди), а також патогенні мікроорганізми, які можуть спричиняти інфекційні захворювання у людей [20, 21].

Окрім урбанізованих районів, значне забруднення надходить з сільськогосподарських угідь, які розташовані вздовж річки. Використання в аграрному виробництві великої кількості мінеральних добрив і пестицидів призводить до інтенсивного надходження у воду нітратів, фосфатів та інших хімічних сполук. Це спричиняє процес евтрофікації, який проявляється у надмірному розростанні водоростей і змінах структури водних екосистем, що в свою чергу погіршує якість води і сприяє утворенню токсичних речовин, небезпечних для людини [22, 23].

Забруднена вода річки Ворскла має безпосередній негативний вплив на здоров'я людей, які користуються водою річки для пиття, приготування їжі, миття

та сільськогосподарських потреб. У дослідженнях вказано, що основними хворобами, спричиненими забрудненою водою, є інфекції шлунково-кишкового тракту (гастроентерити, дизентерія, сальмонельоз), а також алергічні реакції і хронічні інтоксикації через накопичення у організмі важких металів та токсичних хімічних сполук [24, 25].

Особливо вразливими до цих негативних факторів є діти, які мають більш слабкий імунітет, а також літні люди і пацієнти з хронічними захворюваннями. Хронічне споживання забрудненої води може призводити до серйозних порушень у роботі нирок, печінки, нервової системи та навіть викликати онкологічні захворювання. Важливим аспектом є і те, що у воді Ворскли часто фіксують перевищення допустимих норм за вмістом нітратів, що особливо небезпечно для вагітних жінок і дітей першого року життя [26].

Значну небезпеку становить і забруднення річки мікробіологічними агентами. Недостатня очистка стічних вод і періодичні забруднення водойми підвищують ризики виникнення кишкових інфекцій і вірусних захворювань, особливо у літній період, коли використання річкової води значно зростає [27].

Ворскла є традиційним джерелом риби для місцевих жителів. Проте забруднення води призводить до накопичення токсичних речовин у рибі, що споживається людьми, створюючи додаткові ризики для здоров'я. Риби акумулюють важкі метали і токсичні сполуки у тканинах, що може спричиняти хронічні отруєння у людей, особливо при регулярному вживанні такої риби [28].

Погіршення екологічного стану Ворскли веде до зниження популяції корисних видів риб і росту кількості шкідливих видів, що негативно позначається на екологічній рівновазі та продовольчій безпеці регіону [29]. В Україні діють державні нормативи якості води, які регламентують максимально допустимі концентрації шкідливих речовин у воді. Проте часто ці нормативи не повністю відповідають реальній екологічній ситуації в окремих регіонах, включно з басейном річки Ворскли у Сумській області. Брак регулярного та комплексного моніторингу, недостатнє фінансування і застаріла матеріально-технічна база очисних споруд ускладнюють контроль за станом води [30].

Наразі у Сумській області активно впроваджуються екологічні програми та заходи з очищення річки Ворскли, які передбачають модернізацію очисних споруд, обмеження скидів забруднюючих речовин, посилення контролю за дотриманням екологічних норм. Проте для досягнення сталого поліпшення якості води потрібен комплексний підхід, що включає не тільки технічні заходи, а й активну просвітницьку роботу серед населення, залучення громадськості до екологічного контролю, а також розвиток міжрегіональної співпраці [31]. Важливим кроком на шляху покращення контролю за якістю води стало створення інтерактивної карти забрудненості річок України на основі даних Державного агентства водних ресурсів [32]. Хоча у цьому ресурсі поки що відсутні дані по річці Ворскла в Сумській області, карта містить інформацію більш ніж з 400 пунктів контролю, що дозволяє здійснювати системний аналіз стану поверхневих вод і оцінювати динаміку забруднень.

Впровадження сучасних біологічних методів оцінки якості води, які відповідають вимогам Водної Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЕС, стає перспективним напрямом удосконалення екологічного моніторингу у регіоні. Ці методи дозволяють більш точно визначати стан біоценозу водних екосистем і своєчасно реагувати на негативні зміни [33].

Контроль за якістю води річки Ворскли у межах Сумської області є невід'ємною частиною екологічної безпеки регіону і визначальним фактором збереження здоров'я місцевого населення. Зважаючи на масштаб забруднень і їхній вплив, необхідно продовжувати розвиток системи моніторингу та удосконалювати нормативну базу, впроваджувати сучасні методи очищення та контролю за водними ресурсами, а також посилювати роль освіти і громадської свідомості у захисті довкілля. Ефективне вирішення цих завдань допоможе знизити ризики для здоров'я людей і забезпечить стале використання водних ресурсів річки Ворскли для майбутніх поколінь.

1.2 Вплив забруднених річкових вод на здоров'я людини (на прикладі річки Ворскла у Сумській області)

Річка Ворскла є одним із ключових природних водних ресурсів Сумської області та має велике значення для забезпечення водними ресурсами населення і промислових підприємств регіону. Вода Ворскли використовується для побутових потреб, сільського господарства, а також промисловості, що робить якість її води важливим чинником, що безпосередньо впливає на стан здоров'я місцевих жителів. Проте, в останні десятиліття через зростання антропогенного навантаження стан якості води у річці зазнає значних негативних змін, що становить серйозну загрозу як екології регіону, так і здоров'ю населення. Одним із найбільших джерел забруднення Ворскли у межах Сумської області є стічні води міст Охтирка та Лебедин. Ці міста, як промислові центри, продукують значні обсяги побутових та промислових відходів, які, через недостатньо ефективні очисні споруди, потрапляють у водний басейн. Особливо актуальною є проблема недостатньої очистки хімічних та мікробіологічних забруднень у стічних водах, що містять важкі метали (свинець, кадмій, ртуть), токсичні органічні речовини (нафтопродукти, феноли, пестициди), а також патогенні мікроорганізми, які можуть спричиняти інфекційні захворювання у людей [1, 2].

Окрім урбанізованих районів, значне забруднення надходить з сільськогосподарських угідь, які розташовані вздовж річки. Використання в аграрному виробництві великої кількості мінеральних добрив і пестицидів призводить до інтенсивного надходження у воду нітратів, фосфатів та інших хімічних сполук. Це спричиняє процес евтрофікації, який проявляється у надмірному розростанні водоростей і змінах структури водних екосистем, що в свою чергу погіршує якість води і сприяє утворенню токсичних речовин, небезпечних для людини [3, 4].

Забруднена вода річки Ворскла має безпосередній негативний вплив на здоров'я людей, які користуються водою річки для пиття, приготування їжі, миття та сільськогосподарських потреб. У дослідженнях вказано, що основними

хворобами, спричиненими забрудненою водою, є інфекції шлунково-кишкового тракту (гастроентерити, дизентерія, сальмонельоз), а також алергічні реакції і хронічні інтоксикації через накопичення у організмі важких металів та токсичних хімічних сполук [5, 6].

Особливо вразливими до цих негативних факторів є діти, які мають більш слабкий імунітет, а також літні люди і пацієнти з хронічними захворюваннями. Хронічне споживання забрудненої води може призводити до серйозних порушень у роботі нирок, печінки, нервової системи та навіть викликати онкологічні захворювання. Важливим аспектом є і те, що у воді Ворскли часто фіксують перевищення допустимих норм за вмістом нітратів, що особливо небезпечно для вагітних жінок і дітей першого року життя [7].

Значну небезпеку становить і забруднення річки мікробіологічними агентами. Недостатня очистка стічних вод і періодичні забруднення водойми підвищують ризики виникнення кишкових інфекцій і вірусних захворювань, особливо у літній період, коли використання річкової води значно зростає [8].

Ворскла є традиційним джерелом риби для місцевих жителів. Проте забруднення води призводить до накопичення токсичних речовин у рибі, що споживається людьми, створюючи додаткові ризики для здоров'я. Риби акумулюють важкі метали і токсичні сполуки у тканинах, що може спричиняти хронічні отруєння у людей, особливо при регулярному вживанні такої риби [9].

Погіршення екологічного стану Ворскли веде до зниження популяції корисних видів риб і росту кількості шкідливих видів, що негативно позначається на екологічній рівновазі та продовольчій безпеці регіону [10]. В Україні діють державні нормативи якості води, які регламентують максимально допустимі концентрації шкідливих речовин у воді. Проте часто ці нормативи не повністю відповідають реальній екологічній ситуації в окремих регіонах, включно з басейном річки Ворскли у Сумській області. Брак регулярного та комплексного моніторингу, недостатнє фінансування і застаріла матеріально-технічна база очисних споруд ускладнюють контроль за станом води [11].

Наразі у Сумській області активно впроваджуються екологічні програми та заходи з очищення річки Ворскли, які передбачають модернізацію очисних споруд, обмеження скидів забруднюючих речовин, посилення контролю за дотриманням екологічних норм. Проте для досягнення сталого поліпшення якості води потрібен комплексний підхід, що включає не тільки технічні заходи, а й активну просвітницьку роботу серед населення, залучення громадськості до екологічного контролю, а також розвиток міжрегіональної співпраці [12]. ажливим кроком на шляху покращення контролю за якістю води стало створення інтерактивної карти забрудненості річок України на основі даних Державного агентства водних ресурсів [13]. Хоча у цьому ресурсі поки що відсутні дані по річці Ворскла в Сумській області, карта містить інформацію більш ніж з 400 пунктів контролю, що дозволяє здійснювати системний аналіз стану поверхневих вод і оцінювати динаміку забруднень.

Впровадження сучасних біологічних методів оцінки якості води, які відповідають вимогам Водної Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЕС, стає перспективним напрямом удосконалення екологічного моніторингу у регіоні. Ці методи дозволяють більш точно визначати стан біоценозу водних екосистем і своєчасно реагувати на негативні зміни [14].

Контроль за якістю води річки Ворскли у межах Сумської області є невід'ємною частиною екологічної безпеки регіону і визначальним фактором збереження здоров'я місцевого населення. Зважаючи на масштаб забруднень і їхній вплив, необхідно продовжувати розвиток системи моніторингу та удосконалювати нормативну базу, впроваджувати сучасні методи очищення та контролю за водними ресурсами, а також посилювати роль освіти і громадської свідомості у захисті довкілля. Ефективне вирішення цих завдань допоможе знизити ризики для здоров'я людей і забезпечить стале використання водних ресурсів річки Ворскли для майбутніх поколінь.

1.3 Фізико-географічна характеристика річки Ворскла в межах Сумської області

Річка Ворскла — одна з найбільших і найважливіших річок Лівобережної України, що є лівою притокою Дніпра. Вона відіграє значну роль у природному комплексі Сумської області, формуючи ландшафтні, гідрологічні, кліматичні та екологічні умови регіону. Фізико-географічна характеристика Ворскли в межах Сумщини допомагає краще розуміти особливості річкового басейну, його природні ресурси та виклики, пов'язані з антропогенним навантаженням. Її русло пролягає територією Сумської області України, де вона протікає через кілька районів, зокрема Лебединський, Охтирський, Краснопільський, Путивльський та інші, формуючи природну межу та водний ресурс регіону. На території Сумщини довжина Ворскли становить близько 200 км [1, 2].

Річка входить до басейну Дніпра і належить до системи внутрішніх водних ресурсів України. Рельєф річкового басейну значною мірою визначає характер водного режиму та впливає на процеси ерозії, осадоутворення і формування руслових комплексів. Річковий басейн Ворскли в межах Сумської області розташований у зоні лісостепу, що характеризується перехідними кліматичними умовами — помірно континентальним кліматом із вираженими сезонними коливаннями температури та опадів. Рельєф басейну помірно хвилястий із переважанням низьких та середньо-високих пагорбів, утворених переважно піщано-глинистими і суглинковими відкладами [3].

Русло річки у межах області характеризується звивистістю, зміною ширини та глибини, що формує типову для лісостепової зони систему меандрів і заплавних лук. Середня ширина річки коливається від 20 до 50 метрів, глибина — від 1 до 4 метрів, із глибшими плесами у вигинах русла. У період паводків і весняного водопілля рівень води може підніматися на 2–3 метри, що впливає на затоплення прилеглих територій і розвиток заплавних екосистем [4].

Гідрологічний режим Ворскли визначається сезонними коливаннями вогності, з найбільшими рівнями води навесні та у період дощів восени, а

мінімумом — у зимовий період і влітку. Основним живленням річки є снігове та дощове, що призводить до сезонної нерівномірності стоку. Крім того, на водний режим впливає зрошення сільськогосподарських земель, меліоративні заходи та господарська діяльність населення [5].

Водний режим Ворскли в межах Сумської області характеризується типовою сезонною мінливістю. Після зими, з початком весняного танення снігу, відбувається весняне водопілля, коли річка досягає максимального рівня. У цей період спостерігаються підвищені стоки, що формують основну частину річкового стоку за рік. Весняні паводки є природним процесом, що забезпечує наповнення заплав і підтримку біорізноманіття водно-болотних угідь [6]. У літній період рівень води знижується через випаровування та меншу кількість опадів. В цей час річка стає більш вузькою та мілкою, а русло розділяється на окремі плеса. Осінні дощі часто викликають короточасні підйоми рівня води. Взимку Ворскла частково замерзає, що впливає на фізико-хімічні властивості води та екологічний стан [7].

Середній річний стік Ворскли у межах Сумської області оцінюється приблизно у 2,5 км³, при цьому близько 60% припадає на весняне водопілля. Це свідчить про значну сезонність водних ресурсів, що має важливе значення для планування водокористування, меліорації та охорони навколишнього середовища. Територія басейну річки Ворскли в межах Сумської області розташована у зоні лісостепу, що відображається у типах ґрунтів і рослинності регіону. Тут поширені чорноземи опідзолені, суглинкові та піщані ґрунти, що є основою для сільськогосподарського використання земель [8].

Рослинність басейну представлена переважно змішаними лісами (дуб, сосна, береза), лісовими масивами, луками та сільськогосподарськими угіддями. Прилеглі до річки ділянки заплав займають лугові та водно-болотні угіддя, що виконують важливу екологічну функцію — фільтрацію води, підтримку біорізноманіття та захист від ерозії [9].

Зміни у рослинному покриві пов'язані з інтенсивним використанням земель для сільського господарства, що призводить до зниження біорізноманіття, деградації ґрунтів та погіршення екологічного стану водних екосистем.

Клімат Сумської області, а відповідно й басейну Ворскли, характеризується помірно континентальним типом із теплим літом і холодною зимою. Середня температура січня становить близько $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$, липня — $+19\text{ }^{\circ}\text{C}$. Річна сума опадів варіюється від 450 до 600 мм, причому найбільша кількість припадає на літній період [10]. Кліматичні умови визначають водний режим річки: весняне танення снігу є основним джерелом води, а посушливі літа — періодами зниження водності. Зміни клімату, що спостерігаються останніми роками, призводять до нерівномірності опадів, посилення суховіїв та зменшення середньорічного стоку, що створює додаткові виклики для збереження водних ресурсів та екологічної стабільності басейну [11].

У межах Сумської області Ворскла піддається значному антропогенному впливу, який формує сучасний екологічний стан річки і прилеглих територій. Основними джерелами впливу є сільське господарство, промисловість, міські та сільські поселення, а також транспортна інфраструктура.

Інтенсивне використання земель у басейні, зокрема застосування пестицидів і мінеральних добрив, сприяє забрудненню річкової води нітратами, фосфатами та іншими хімічними речовинами, що негативно впливають на водні екосистеми і здоров'я населення [12]. Великі міські агломерації, як-от Охтирка та Лебедин, формують значні обсяги стічних вод, які не завжди повністю очищаються. Це призводить до накопичення органічних та токсичних забруднювачів, важких металів і патогенних мікроорганізмів у воді річки, що погіршує її якість [13].

Промислові підприємства, розташовані в басейні, також є джерелом забруднень, зокрема нафтовидобувні, харчові, хімічні та інші. Недостатній контроль за відходами виробництва створює ризики для водного середовища та здоров'я місцевих жителів.

Ворскла є важливим природним ресурсом для Сумської області. Вона забезпечує водою населення, використовується для іригації сільськогосподарських угідь, промислових потреб, а також виконує екологічні функції — підтримку біорізноманіття, регуляцію мікроклімату та формування ландшафтів [14]. Водні екосистеми Ворскли підтримують численні види риб, водоплавних птахів та інших

тварин, що має значення для збереження природного балансу регіону. Річка є також важливим рекреаційним ресурсом для місцевих жителів і туристів.

З огляду на сучасні виклики екології та зміни клімату, важливим завданням є збереження і відновлення природних умов річки Ворскли. Для цього необхідні:

- комплексний моніторинг гідрологічних, хімічних та біологічних показників якості води;
- модернізація очисних споруд у містах та промислових підприємствах;
- впровадження раціональних технологій у сільському господарстві, що зменшують хімічне навантаження на водні системи;
- відновлення природних ландшафтів заплави та прилеглих екосистем;
- активна просвітницька діяльність серед населення щодо відповідального ставлення до водних ресурсів [15].

Таким чином, фізико-географічна характеристика річки Ворскла у межах Сумської області відображає її важливу роль у формуванні природних умов регіону та забезпеченні його ресурсної бази. Збереження водного режиму, екологічної чистоти та біорізноманіття Ворскли є ключовими завданнями для сталого розвитку Сумщини.

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ВОДИ У Р. ВОРСКЛА

Для дослідження гідрохімічного стану річки Ворскла в межах Сумської області було обрано три ключові точки відбору проб води, які мають важливе значення з точки зору просторового розташування та впливу різноманітних природних і антропогенних факторів. Ці точки розташовані біля старого мосту, у селі Пристань та в селі Скельки.

Вибір саме цих ділянок для аналізу ґрунтується на їх стратегічному положенні вздовж русла річки, що дозволяє врахувати вплив як міських, так і сільськогосподарських, а також природних чинників на якість води. Так, точка біля старого мосту розташована у безпосередній близькості до інфраструктурних об'єктів, що може впливати на хімічний склад води через потрапляння техногенних забруднень. В селі Пристань, яке є невеликим населеним пунктом із розвиненими сільськогосподарськими угіддями, особлива увага приділяється впливу агрохімікатів та добрив, які можуть потрапляти у водний басейн з полів. Третя точка — село Скельки — розташоване у більш природному середовищі, що дає можливість оцінити фоновий рівень гідрохімічних показників і порівняти його з іншими точками, більш підданими антропогенному впливу.

Територіальне розташування цих точок відіграє важливу роль для комплексного аналізу та інтерпретації даних, оскільки кожна з них відображає специфіку локальних факторів забруднення, а також характер гідрологічних процесів у різних частинах водозбору. Це дозволяє отримати більш повне уявлення про стан річки Ворскла і визначити основні джерела забруднень та тенденції змін гідрохімічного складу води.

На рисунку 1 наведено територіальне розташування зазначених точок відбору проб, що ілюструє їх просторове положення та допомагає візуалізувати зони впливу різних екологічних і господарських факторів. Ця карта є важливим інструментом для подальшого аналізу даних і розробки рекомендацій щодо покращення екологічного стану річки.



Рис. 1 - Територіальне розташування точок відбору проб води в межах річки Ворскла на території Сумської області

Зразки води, відібрані для дослідження, піддавалися детальному аналізу з метою визначення вмісту важких металів, таких як залізо, цинк, мідь, марганець, кадмій та хром. Кадмій і хром у досліджуваних пробах не були виявлені, що свідчить про відсутність найбільш токсичних металів у водному середовищі, що є позитивним фактором для екологічної безпеки регіону. Наявність інших металів, таких як залізо, цинк, мідь і марганець, перебувала у межах контрольованих концентрацій, однак перевищення допустимих норм могло б свідчити про вплив промислових, сільськогосподарських або побутових стоків.

Окрім вмісту важких металів, були вивчені ключові показники якості води, серед яких рівень рН, концентрації нітратів і нітритів, прозорість, мутність,

загальна жорсткість, вміст хлоридів, лужність та аміак. Ці параметри відіграють важливу роль у визначенні стану водного середовища і його придатності для споживання та використання у господарстві. Підвищені рівні нітратів і нітритів вказують на можливий вплив сільськогосподарської діяльності, зокрема надмірне використання добрив, що може призводити до забруднення води і розвитку евтрофікації.

Прозорість і мутність води безпосередньо впливають на екосистеми, оскільки від цього залежить проникнення сонячного світла, що необхідне для фотосинтезу водних рослин і загального балансу біоценозу. Відсутність сторонніх запахів і відповідність нормам за жорсткістю, хлоридами, лужністю та аміаком є важливими показниками безпеки води для людини і тварин.

Результати проведених досліджень надали можливість оцінити екологічний стан річки Ворскла у межах досліджуваного регіону, ідентифікувати основні джерела забруднення та сформулювати пріоритетні напрямки для заходів щодо охорони та покращення якості води. Отримані дані слугуватимуть базою для розробки і впровадження ефективних стратегій управління водними ресурсами, включно з модернізацією очисних споруд, контролем скидів і проведенням систематичного моніторингу.

У таблиці 1 наведено гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин для води, призначеної для господарсько-питного і культурно-побутового використання. Ці нормативи відповідають вимогам національних стандартів України і рекомендаціям ВООЗ, що гарантують безпечний рівень забруднення для здоров'я населення.

Рівень кислотності водного зразка (рН) визначається за допомогою електронного рН-метра. Для проведення вимірювання використовується спеціальна вимірювальна система, що включає дослідну комірку з двома катодами, між якими поміщають досліджуваний зразок води. Процедура триває від однієї до трьох хвилин, після чого отримується показник рівня рН [14].

Таблиця 1

Нормативні значення для використання води у господарсько-питного та культурно-побутового призначення [13]

Показник	Одиниці виміру	ГДК
БСК-5	мгО ² / дм ³	3
Розчинений кисень	-	4
рН водне	одиниці рН	8,5
Нітрати	мг/дм ³	50
Нітрити	мг/дм ³	3,3
Прозорість	см	>30
Мутність	-	1
Жорсткість заг	ммоль/дм ³	7
Хлориди	мг/дм ³	350
Лужність	мг/дм ³	6,5
Аміак	мг/дм ³	2
Fe	мг/дм ³	0,2
Zn	мг/дм ³	1
Cu	мг/дм ³	1
Mn	мг/дм ³	0,05

Визначення вмісту нітратів у воді здійснюється методом, який передбачає додавання до 10 мл досліджуваного зразка реактиву – бруцину. Після цього до суміші додається ще 2 мл концентрованої сірчаної кислоти. У разі наявності нітратів у пробі відбувається характерна зміна кольору рідини на жовтий [14].

Нітрити у воді визначаються фотоелектроколориметричним методом. У цьому процесі до двох пробірок додається певна кількість зразка води, а також робочий розчин. Далі вносять реактив Гріса, після чого проби піддаються термічній обробці. Визначення концентрації відбувається шляхом порівняння інтенсивності забарвлення суміші за допомогою фотоелектроколориметра [14].

Для оцінки прозорості води застосовується спеціальний прилад – прозоромір Снеллена. Він являє собою прозорий циліндр з плоским дном і градуйованою

шкалою, через який спостерігають за стандартним шрифтом, поступово заливаючи воду. Коли символи перестають бути розбірливими, фіксується відповідне значення прозорості [14].

Запах води визначають шляхом нагрівання 200 мл дослідного зразка. Після цього експерт порівнює отриманий запах із референтною шкалою і надає йому оцінку в балах згідно з класифікаційною таблицею [14].

Мутність води оцінюється за наявністю зважених частинок – глини, мулу, піску, органічних решток тощо. Цей показник свідчить про ступінь фізичного забруднення водного об'єкта.

Жорсткість води визначають за вмістом у ній солей кальцію та магнію. Якщо концентрація цих сполук є високою, воду відносять до категорії жорсткої, тоді як низький вміст означає м'яку воду [15].

Хлориди виявляються за допомогою титриметричного методу. До водного зразка додається розчин хромату калію, після чого проводиться титрування азотнокислим сріблом. Результат дає можливість кількісно оцінити вміст хлоридів [16].

Лужність води визначається кількістю кислоти, необхідної для повного нейтралізування 1 дм³ зразка. Природні води зазвичай мають лужність, обумовлену наявністю гідрокарбонатів кальцію та магнію [17].

Концентрацію амонійного азоту оцінюють фотоелектроколориметричним методом, порівнюючи інтенсивність кольору досліджуваної проби зі стандартним еталонним розчином [15].

Для визначення концентрацій мікроелементів і важких металів – таких як залізо, кадмій, цинк, хром, мідь, марганець – використовується атомно-абсорбційний спектрометр. Підготовка проби до аналізу включає додавання до 50 мл води 2 мл 1% розчину соляної кислоти. Далі зразок поміщається до приладу, в якому всі етапи вимірювання автоматизовані. Для деяких елементів, таких як кадмій, цинк та хром, у процес аналізу додаються спеціальні модифікатори – паладій або магній.

Модифікатори готуються шляхом додавання 0,05 мл концентрованого розчину відповідного елемента до 10 мл дистильованої води, у результаті чого утворюється нітрат магнію або паладію. У процесі аналізу цинку використовується модифікатор магнію, а у випадках з хромом та кадмієм – паладій. Усі маніпуляції зі зразками виконує автоматизований аналізатор МГА-915 МД, який самостійно проводить завантаження, випаровування та вимірювання в кюветах [15].

Перевагою приладу є можливість високоточно визначати концентрації металів у воді та ґрунті до рівня десятитисячних частин з мінімальною похибкою. Це мінімізує людський фактор і підвищує надійність отриманих даних. Усі результати аналізу порівнюються з нормативами, затвердженими у Державних санітарних нормах та правилах ДСанПІН 2.2.4-171-10. Ці норми регламентують гігієнічні вимоги до безпеки та якості питної води з урахуванням епідеміологічної, санітарно-хімічної та радіаційної безпеки [18].

Для комплексної оцінки рівня забруднення води річки Сіверський Донець застосовано метод розрахунку індексу забруднення води (ІЗВ). Згідно з методикою, для розрахунку цього показника використовується щонайменше 5 різних гідрохімічних параметрів. При цьому незалежно від кількості показників обов'язковими є включення рівня розчиненого кисню та біохімічного споживання кисню (БСК-5). Для морських вод мінімальна кількість показників складає 4, обов'язково включаючи розчинений кисень.

У нашому випадку індекс розраховано за 9 показниками, серед яких БСК-5, розчинений кисень та рН є обов'язковими. Додатково враховано концентрації нітритів, амонійного азоту, заліза, цинку, міді та марганцю. Розрахунок здійснювався за такою формулою:

$$\text{ІЗВ} = (1/9) \sum (C_i / \text{ГДК}_i),$$

де C_i – середнє арифметичне значення концентрації певного показника,

ГДК_i – його гранично допустима концентрація [10].

Після обчислень індекс ІЗВ порівнюється з відповідною класифікаційною таблицею (таблиця 2.2), що дозволяє здійснити якісну оцінку ступеня забруднення водного об'єкта.

Таблиця 2

Оцінка якості води ІЗВ виконується за наступними класами [10]

Рівень забруднення	Значення ІЗВ	Клас якості вод
Дуже чисті	до 0,2	I
Чисті	0,2—1,0	II
Помірно забруднені	1,0—2,0	III
Забруднені	2,0—4,0	IV
Брудні	4,0—6,0	V
Дуже брудні	6,0—10,0	VI
Надзвичайно брудні	>10,0	VII

Оцінка індексу забруднення води (ІЗВ) є важливим інструментом для комплексного аналізу екологічного стану водних об'єктів. Низьке значення ІЗВ зазвичай свідчить про сприятливий стан водного середовища, тобто про відносно невисокий вміст шкідливих або токсичних речовин, що, своєю чергою, вказує на відповідність води гігієнічним нормативам і її придатність для використання (наприклад, для питного водопостачання, рекреації або господарських потреб). Такий результат є позитивним показником екологічного благополуччя території.

Натомість підвищене або високе значення ІЗВ є ознакою того, що у воді наявні концентрації забруднювальних речовин, які перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК), встановлені законодавчими та санітарними нормами (наприклад, відповідно до ДСанПіН 2.2.4-171-10 [18]). Це може вказувати на антропогенний вплив (скиди промислових чи побутових стоків, агрохімікати з полів, несанкціоновані викиди), який спричиняє порушення природного гідрохімічного балансу. Подібний рівень забруднення може мати серйозні екологічні наслідки: зниження біорізноманіття, порушення життєдіяльності водних

організмів, накопичення токсичних речовин у біосфері та, як наслідок, — ризики для здоров'я населення, що контактує з такою водою.

У підсумковій частині дослідження результати розрахунку ІЗВ мають бути співставлені з нормативними вимогами та екологічними стандартами, затвердженими на державному рівні. Це дозволяє зробити обґрунтовані висновки про ступінь забрудненості водного об'єкта та охарактеризувати загрози, пов'язані з якістю води.

На основі проведеної оцінки можуть бути розроблені практичні рекомендації щодо покращення екологічного стану річки або іншого водного об'єкта. До таких заходів можуть належати: впровадження очисних споруд, зменшення агрохімічного навантаження, посилення контролю за діяльністю підприємств, що здійснюють скиди у водойми, а також реалізація програм моніторингу та управління якістю води на місцевому або регіональному рівні.

Таким чином, використання ІЗВ як узагальнюючого показника дає змогу не лише кількісно оцінити стан водного середовища, а й запропонувати цілеспрямовані заходи для збереження водних ресурсів, їх відновлення та підтримання екологічної рівноваги в межах досліджуваного регіону.

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД Р. ВОРСКЛА

Під час проведення комплексного аналізу якості води річки Ворскла в межах Охтирського району було виконано ряд лабораторних досліджень, метою яких було визначити основні фізико-хімічні показники води та оцінити її екологічний стан. Отримані результати дали змогу виявити як позитивні, так і проблемні аспекти, які варто враховувати при подальшому моніторингу та управлінні якістю водних ресурсів. Результати лабораторного дослідження представлені в таблиці 3.

Таблиця 3

Результати досліджень поверхневих вод у річці Ворскла

Назва речовини	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Нормативні значення	Одиниці вимірювання
pH	7,076	6,753	7,061	6,5-8,5	-
Аміак	0,2	0,2	0,2	<2,0	мг/дм ³
Запах	0	0	0	2	-
Прозорість	25	25	25	>30	см
Каламутність	1,5	2	1,5	<1,0	ЕМФ
Нітрити	0,001	0,002	0,001	<3,3	мг/дм ³
Нітрати	0	0	0	<50	мг/дм ³
Хлориди	200	192	192	<250	мг/дм ³
Лужність	1,8	1,6	1,4	0,5-6,5	ммоль/дм ³
Жорсткість	1	0,8	0,8	<7,0 (<10)	ммоль/дм ³
Залізо	0	0,027	0,008	<0,2	мг/дм ³
Цинк	0,001	0,004	0	<1,0	мг/дм ³
Мідь	0	0,0001	0,004	<1,0	мг/дм ³
Марганець	0,003	0,001	0,001	<0,05	мг/дм ³
Кадмій	0	0	0	<0,01	мг/дм ³
Хром	0,001	0,001	0,001	<0,05	мг/дм ³
БСК ₅	2,46	2,65	2,57	3	Мг О ₂ / дм ³
Розчинений кисень	6,8	5,1	6,2	4	-

Одним із ключових параметрів оцінки стану води є її прозорість. В даному випадку прозорість вимірювалась за допомогою секчета (методу візуального визначення глибини видимості у воді). Усі три відібрані проби води показали однаковий показник прозорості — 25 см. Це значення є нижчим за нормативний

показник, який становить понад 30 см. Зниження прозорості свідчить про підвищену концентрацію зважених часток — твердих або органічних матеріалів, що знаходяться в колоїдному або зваженому стані у воді.

Зменшення прозорості може негативно впливати на водні екосистеми, оскільки знижує інтенсивність проникнення сонячного світла у товщу води. Це, у свою чергу, обмежує фотосинтез водоростей та водних рослин, що є основою харчового ланцюга. Зниження прозорості також може бути індикатором ерозії берегів або дна, а також попадання у воду стоків із суспензією.

Показник каламутності, який вимірюється в умовних одиницях (ЕМФ), відображає ступінь мутності води, що безпосередньо пов'язано із кількістю зважених часток. У двох із трьох точок досліджень каламутність перевищує нормативне значення 1,0 ЕМФ, що свідчить про наявність домішок, які можуть бути як природного, так і антропогенного походження (наприклад, ґрунтові частки, органічні залишки, мікрочастинки від діяльності людини). Перевищення каламутності потребує уваги, оскільки це може впливати на якість води для питних, господарських і рекреаційних потреб, а також на здоров'я водних організмів.



Рис. 2 - Рівень прозорості в досліджуваних пробах

Зниження прозорості води до 25 см (при нормі >30 см) свідчить про наявність зважених часток. Це можуть бути як природні процеси (ерозія, дощовий змив), так і біологічні (розвиток фітопланктону), або антропогенні джерела — зокрема стік з агропідприємств. Подібне зниження прозорості погіршує фотосинтез і самовідновлення водної екосистеми.



Рис. 3 - Рівень каламутності в досліджуваних пробах

Каламутність у всіх пробах перевищує норму (1,5–2 ЕМФ при нормі ≤ 1), що свідчить про ймовірне забруднення стоками з полів або промисловими скидами. Причиною може бути інтенсивне землеробство із застосуванням добрив і пестицидів.

Незважаючи на перевищення норм каламутності та недостатню прозорість, решта показників води перебуває в межах встановлених нормативів. Зокрема, рівень аміаку становить $0,2 \text{ мг/дм}^3$ за допустимого $< 2,0 \text{ мг/дм}^3$, що свідчить про відсутність свіжого органічного забруднення. Значення рН води коливаються в межах 6,75–7,08, що відповідає нейтральному середовищу (норма 6,5–8,5). Вміст нітритів і нітратів незначний ($0,001\text{--}0,002 \text{ мг/дм}^3$ та 0 мг/дм^3 відповідно при допустимих $< 3,3 \text{ мг/дм}^3$ і $< 50 \text{ мг/дм}^3$), що свідчить про мінімальне надходження азотовмісних сполук.

Із мінеральних компонентів вміст хлоридів коливається в межах $192\text{--}200 \text{ мг/дм}^3$ при гранично допустимих $< 250 \text{ мг/дм}^3$, лужність — у межах $1,4\text{--}1,8 \text{ ммоль/дм}^3$ при нормативі $0,5\text{--}6,5 \text{ ммоль/дм}^3$, жорсткість — $0,8\text{--}1,0 \text{ ммоль/дм}^3$, що значно нижче допустимого рівня $< 7,0 \text{ ммоль/дм}^3$, отже, вода є м'якою.

Щодо вмісту металів, то концентрації заліза ($0\text{--}0,027 \text{ мг/дм}^3$), цинку ($0\text{--}0,004 \text{ мг/дм}^3$), міді ($0\text{--}0,004 \text{ мг/дм}^3$), марганцю ($0,001\text{--}0,003 \text{ мг/дм}^3$), кадмію (0 мг/дм^3) та хрому ($0,001 \text{ мг/дм}^3$) не перевищують нормативні значення. Це свідчить про відсутність значного техногенного забруднення металами і загалом добрий екологічний стан водного об'єкта за цими показниками.

Мінеральний склад води — важливий фактор, що впливає на її придатність для споживання та екологічний стан. Вміст хлоридів у воді коливався у межах 192–200 мг/дм³, що є безпечним рівнем і не перевищує гранично допустимих концентрацій (250 мг/дм³). Це свідчить про відсутність сильного солоного забруднення або впливу промислових стоків.

Показники лужності води, які характеризують здатність води нейтралізувати кислі речовини, були в межах 1,4–1,8 ммоль/дм³, що є цілком прийнятним та відповідає нормативним значенням від 0,5 до 6,5 ммоль/дм³. Жорсткість води, що характеризує концентрацію кальцію та магнію, виявилась низькою (0,8–1,0 ммоль/дм³), що робить воду м'якою. М'яка вода є бажаною для багатьох господарських потреб і менш агресивною щодо трубопроводів та обладнання.

Особлива увага у дослідженнях приділялась вмісту металів — заліза, цинку, міді, марганцю, кадмію та хрому, які часто слугують індикаторами техногенного забруднення. Результати показали, що концентрації цих металів не перевищують гранично допустимих нормативів. Залізо, наприклад, коливалось у діапазоні від 0 до 0,027 мг/дм³, що є безпечним рівнем. Кадмій, який є одним із найбільш токсичних металів, не було виявлено взагалі (0 мг/дм³). Відсутність перевищень по важких металах свідчить про низький рівень техногенного забруднення води і позитивно характеризує екологічний стан річки.

Для узагальненої оцінки якості води та рівня її забруднення був використаний індекс забруднення води (ІЗВ) — інтегральний показник, що об'єднує інформацію про основні хімічні параметри води. ІЗВ дає змогу врахувати не лише окремі показники, а й їх сукупний вплив на стан водного середовища.

Розраховані значення ІЗВ для трьох проб становили 0,3388; 0,3510 та 0,3272 відповідно. Всі ці показники відповідають класифікації «чиста вода», що свідчить про відносно задовільний екологічний стан річки Ворскла в межах Охтирського району. Водночас наявність невеликого перевищення по каламутності та зниження прозорості вказує на необхідність продовження моніторингу та, за потреби, проведення природоохоронних заходів для підтримання і покращення якості води.

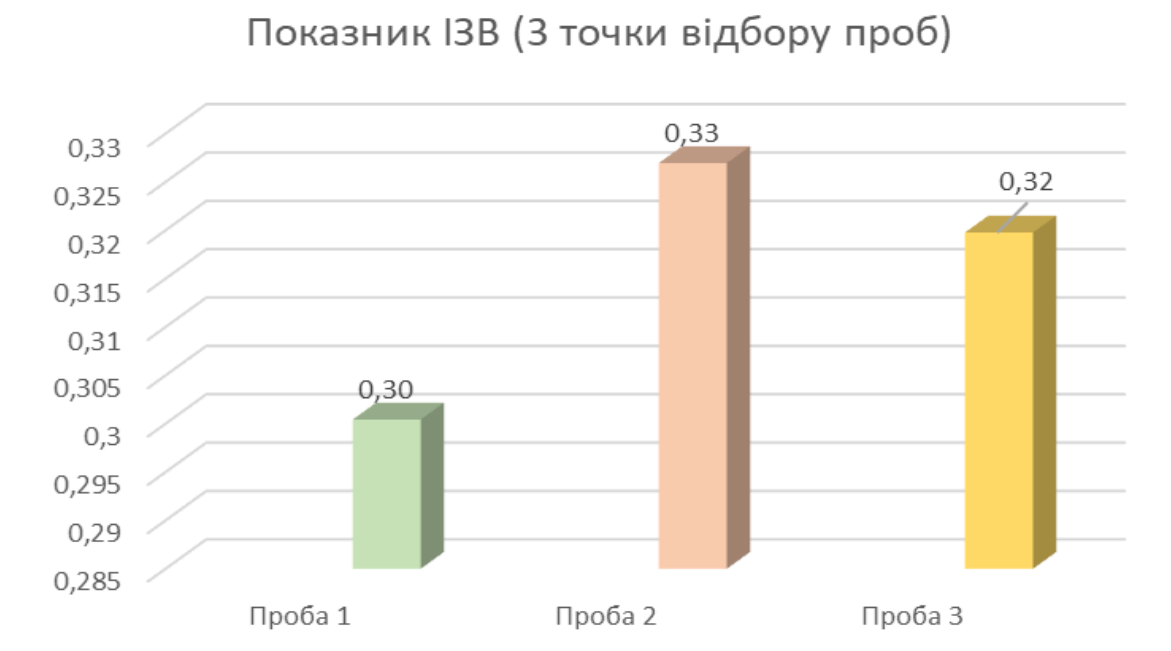


Рис. 4 – Зміни ІЗВ по течії річки (станом на 2025 рік)

За результатами розрахунків індексу забруднення води (ІЗВ) для трьох проб, усі значення (0,30–0,33) відповідають 2 класу якості — «чиста» вода. Це свідчить про добрий екологічний стан водойми в межах досліджуваних ділянок.

Отже, проведене дослідження дозволяє зробити висновок, що в цілому якість води в річці Ворскла відповідає нормативним вимогам за більшістю показників, що свідчить про задовільний екологічний стан. Проте виявлені перевищення за показниками прозорості та каламутності є сигналом про можливі локальні джерела забруднення або природні процеси, які впливають на якість води. Для забезпечення сталого використання водних ресурсів та збереження екосистеми річки рекомендується продовжувати систематичний моніторинг та при необхідності вживати заходів із контролю забруднень.

Для покращення екологічного стану річки Ворскла в Охтирському районі необхідно перш за все організувати систематичний моніторинг якості води, який дозволить відслідковувати динаміку змін у гідрохімічних показниках та оперативно реагувати на джерела забруднення. Використання сучасних автоматизованих сенсорних систем для безперервного контролю параметрів, таких

як прозорість, каламутність, концентрація хімічних речовин, температура та рівень кисню, підвищить точність і оперативність отриманих даних [1]. Важливим доповненням до такого моніторингу може стати застосування методів дистанційного зондування, що дозволить оцінювати просторові зміни якості води і виявляти локальні ділянки забруднення. Залучення місцевої громади до збору інформації через волонтерські ініціативи підвищить охоплення території та сприятиме екологічній свідомості населення [3].

Значну увагу слід приділити боротьбі з ерозією ґрунтів і зменшенню поверхневого стоку, оскільки саме через ці процеси в річку потрапляє велика кількість зважених часток, що погіршують її якість. Запровадження агротехнічних заходів, таких як смугові сівозміни, контурне землеробство, а також створення захисних лісосмуг уздовж схилів дозволить знизити швидкість стоку води і мінімізувати перенесення ґрунту [4]. Важливо розширювати природні прибережні смуги рослинності, які діють як природні фільтри, затримуючи забруднюючі речовини і водночас забезпечуючи середовище існування для водної флори і фауни [5]. Створення локальних ставків-уловлювачів на проблемних ділянках сприятиме осадженню зважених речовин і природному очищенню води, що значно зменшить навантаження на основний річковий потік [6].

Необхідно посилити контроль за джерелами антропогенного забруднення, зокрема промисловими і побутовими стоками. Впровадження жорстких екологічних норм щодо скидання стічних вод, регулярні перевірки підприємств та застосування сучасних технологій очищення допоможуть мінімізувати надходження шкідливих речовин у воду [7]. Особливу увагу варто приділити санітарному контролю в рекреаційних зонах, адже перевантаження цих територій може спричинити локальні забруднення і загальне погіршення стану річки [8]. Також важливо підвищувати екологічну грамотність серед фермерів, оскільки надмірне використання добрив і пестицидів призводить до накопичення нітратів і фосфатів у воді. Програми навчання і стимулювання впровадження екологічно безпечних агротехнологій можуть суттєво знизити цей вплив [9].

Відновлення водних екосистем є важливим напрямом для підтримки біорізноманіття і природної стабільності. Зокрема, відновлення прибережної рослинності створить умови для проживання численних видів водних організмів і забезпечить природний захист берегів від руйнування [10]. Реконструкція або усунення штучних перешкод, таких як дамби чи бетонні набережні, які порушують природний водообмін і змінюють гідрологічний режим, сприятиме нормалізації потоку і зменшенню застоїв води [11]. Використання біоіндикаторів для оцінки стану води допоможе точніше визначати якість середовища і ефективність заходів, що впроваджуються [12].

Одним із ключових факторів збереження водних ресурсів є підвищення екологічної свідомості населення. Освітні програми, семінари, тематичні екскурсії та екологічні акції допоможуть громадянам усвідомити важливість охорони водних ресурсів і сформуванню відповідального ставлення до навколишнього середовища [13]. Важливо створювати платформи для діалогу між органами влади, науковцями і громадськістю, що забезпечить прозорість у прийнятті рішень і залучення широких верств населення до природоохоронних ініціатив [14]. Активне використання соціальних мереж та інших медіаресурсів для поширення інформації про стан річки та методи захисту сприятиме більшій залученості громадськості [15].

В технічному аспекті важливо застосовувати сучасні технології очищення води. Зокрема, штучні заболочені території, які використовують природні процеси для фільтрації стічних вод, є ефективним і екологічно безпечним рішенням [16]. Мембранні технології та ультрафіолетове опромінення допомагають видаляти бактерії, віруси і важкі метали, що особливо актуально для питного водопостачання [17]. Біоремедіація, заснована на використанні мікроорганізмів для розкладу токсичних речовин у воді, відкриває нові перспективи в очищенні і є більш екологічною альтернативою хімічним методам [18].

Загалом, для досягнення сталого розвитку басейну річки Ворскла необхідно застосовувати комплексний підхід до управління водними ресурсами, який враховує екологічні, соціальні та економічні аспекти. Інтегроване управління басейном, що передбачає координацію дій між усіма зацікавленими сторонами —

органами влади, науковцями, підприємцями і громадськістю, забезпечить ефективну реалізацію природоохоронних заходів [19]. Розробка регіональних планів управління водними ресурсами має базуватись на ґрунтовних наукових дослідженнях і включати як превентивні, так і коригувальні заходи. Фінансування природоохоронних проєктів повинно здійснюватись не лише за державний кошт, але й шляхом залучення приватних інвестицій та міжнародної допомоги, що підвищить масштаб і ефективність реалізації таких заходів.

Втілення описаних рекомендацій сприятиме покращенню гідрохімічного стану річки Ворскла, збереже біорізноманіття і забезпечить якість водних ресурсів для подальшого сталого розвитку Охтирського району.

ВИСНОВКИ

Відповідно до першого завдання було описано фізико-географічні умови басейну річки Ворскла в межах Охтирського району. Річка має довжину 455 км, із яких 317 км протікають територією України, охоплюючи 86 % площі загального басейну площею 12,59 тис. км². Басейн розташований на південному заході Східно-Європейської платформи, поєднуючи Воронежський кристалічний масив із Дніпровсько-Донецькою низовиною. Територія характеризується яружно-балковим рельєфом, що типово для лісостепової зони, і включає середньоруську височину, Полтавську височину та середньодніпровську терасову рівнину.

За другим завданням проведено дослідження гідрохімічних показників води річки у межах Охтирського району, що дозволило виявити основні джерела забруднення. Вода річки в цілому відповідає нормативним вимогам за такими показниками, як аміак, нітрити, нітрати, хлориди, залізо, мідь, цинк, кадмій і хром, що свідчить про відсутність значних забруднень цими речовинами. Водночас зафіксовано зниження прозорості та підвищену каламутність, які, ймовірно, зумовлені ерозійними процесами ґрунтів і стоком добрив із сільськогосподарських угідь під час опадів. Це свідчить про антропогенне навантаження, пов'язане переважно з аграрною діяльністю і природними процесами ерозії.

Відповідно до третього завдання здійснено оцінку якості води річки Ворскла згідно з існуючими нормативами. Індекс забруднення води (ІЗВ) у трьох відібраних пробах знаходиться в діапазоні 0,30–0,33, що відповідає категорії «чиста вода». Найнижче значення ІЗВ (0,30) свідчить про більш чисту ділянку річки, тоді як максимальне (0,33) вказує на незначне підвищення забруднення. Отже, стан води можна охарактеризувати як задовільний, але з помітним впливом антропогенних факторів, особливо у вигляді стоку з аграрних територій і ерозії ґрунтів.

На основі проведених досліджень розроблено рекомендації щодо покращення екологічного стану річки. Зокрема, доцільно створити прибережні буферні смуги шириною 10–20 м із багаторічними травами і деревами, що сприятиме затриманню зважених часток і поживних речовин. Впровадження

точного землеробства з урахуванням прогнозів опадів дозволить зменшити використання добрив і, відповідно, знизити ризик їхнього змиву у водойму. Для оперативного контролю за станом води необхідно організувати регулярний моніторинг прозорості та каламутності з автоматизованою передачею даних у систему управління водними ресурсами.

Підсумовуючи результати проведеної роботи, можна констатувати, що фізико-географічні умови басейну річки Ворскла формують комплексний ландшафт з особливостями рельєфу і геології, які впливають на якість води. Гідрохімічні показники свідчать про задовільний екологічний стан, проте локальні проблеми, пов'язані з ерозією ґрунтів і сільськогосподарськими стоками, потребують уваги. Розроблені рекомендації мають практичний характер і спрямовані на стабілізацію та покращення стану водного середовища, що є важливим для збереження біорізноманіття та забезпечення сталого розвитку регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Каталог річок України [Електронний ресурс] / Левченко С. П. – Режим доступу: http://shron1.chtyvo.org.ua/Levchenko_SP/Kataloh_richok_Ukrainy.pdf
2. Гідрохімія річок Лівобережного лісостепу України : навч. посіб. / В. К. Хільчевський та ін. – Київ : Ніка-Центр, 2014. – 230 с.
3. Пилип'юк В. В. Гідролого-гідрохімічні характеристики та якість вод річок Псел та Ворскла : дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.01 / В. В. Пилип'юк. – Київ, 2016. – 253 с. – Режим доступу: <http://odeku.edu.ua/wp-content/uploads/DISSERTATSIYA-Pilipyuk.pdf>
4. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра / В. К. Хільчевський, І. М. та ін. – Київ : Ніка-Центр, 2007. – 184 с.
5. Сніжко С. І. Теорія і методи аналізу регіональних гідрохімічних систем : монографія. – Київ : Ніка-Центр, 2006. – 284 с.
6. Ромась М. І., Ромась І. М., Шевчук І. О. Про зв'язок головних іонів та мінералізації з витратами води у річках басейну Дніпра у меженний період / М. І. Ромась, І. М. Ромась, І. О. Шевчук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – С. 102–113.
7. Савицький В. М., Шевчук І. О., Пелешенко В. І. Формування і динаміка хімічного складу річкових вод притока Дніпра у зоні лісостепу / В. М. Савицький, І. О. Шевчук, В. І. Пелешенко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – С. 504–510.
8. Голік Ю. С., Ілляш О. Є., Степова О. В. Екологічний стан басейну річки Дніпро в Полтавській області / Ю. С. Голік, О. Є. Ілляш, О. В. Степова // Вісник Інженерної академії України. – 2013. – № 1. – С. 197–200.
9. Степова О. В., Рома В. В. Моніторинг поверхневих вод : навч. посіб. / О. В. Степова, В. В. Рома. – Полтава : ПолтНТУ, 2017. – 82 с.
10. Удод В. М., Яцив М. Ю. Комплексні критерії екологічної оцінки ефективності внутріводоємних процесів / В. М. Удод, М. Ю. Яцив // Хімія і технологія води. – 2013. – № 35, № 6 (236). – С. 518–533.
11. Бібік В. В., Винарчук О. О., Лук'янець О. І., Хільчевський В. К. Просторово-часова характеристика стоку басейнів Сула, Псел, Ворскла / В. В. Бібік, О. О. Винарчук, О. І. Лук'янець, В. К. Хільчевський // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т. 4 (25). – С. 85–99.
12. Крайнюков О. М. Геоекологічні засади комплексної оцінки екологічного стану поверхневих вод / О. М. Крайнюков // Фізична географія та геоморфологія. – Київ : КНУ, 2012. – № 4 (68). – С. 123–129.

13. Данильченко О. С. Оцінка якості води річки Ворскли в межах Сумської області та деяких її приток за індексом забруднення води / О. С. Данильченко // Літопис природи. Гетьманський нац. природ. парк. – 2016. – Т. 5. – С. 36–40.
14. Яцик А. В. Водні ресурси України як основа сталого розвитку держави / А. В. Яцик // Вісник Українського державного університету водного господарства та природокористування. – Рівне, 2002. – Вип. 5 (18), ч. 1 : Рациональне використання і охорона природних ресурсів. – С. 164–175.
15. Гідрохімічний довідник : поверхневі води. Гідрохімічні розрахунки. Методи аналізу / В. І. Осадчий, Б. Й. Набиванець, Н. М. Осадча, Ю. Б. Набиванець. – Київ : Ніка-Центр, 2008. – 656 с.
16. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксінок та ін. – Київ : СИМВОЛ-Т, 1998. – 48 с.
17. Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. – Київ, 2006. – 240 с.
18. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / А. В. Гриценко та ін. – Харків : УкрНДІЕП, 2012. – 37 с.
19. Інтерактивна карта забрудненості річок в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://texty.org.ua/water/>
20. Бондар І. І. Водні ресурси України: стан, проблеми, перспективи / І. І. Бондар. — Київ : Наукова думка, 2017. — 432 с.
21. Стеценко В. А., Ковальчук О. В. Вплив промислових стоків на якість води річок Сумської області // Гідрологія і гідромеліорація. — 2019. — Вип. 58. — С. 45–52.
22. Ткаченко М. О., Лисенко В. Г. Агрохімічний вплив на водні екосистеми: ризики і наслідки // Екологія та природокористування. — 2020. — № 3. — С. 32–41.
23. Іванова Н. М., Петров С. В. Забруднення водою нітратами та їх вплив на здоров'я людини // Вода України. — 2018. — № 7. — С. 15–22.
24. Козлов В. П. Стан мікробіологічного забруднення водних об'єктів в Україні / В. П. Козлов // Вісник екології та природокористування. — 2021. — Т. 14, № 2. — С. 89–98.
25. Гнатенко Л. І., Мельник О. Ю. Вплив забруднення важкими металами на стан водних екосистем // Екологічний журнал. — 2017. — № 12. — С. 55–60.
26. Сидоренко Т. О. Роль пестицидів у забрудненні поверхневих вод / Т. О. Сидоренко // Наукові праці Університету водного господарства. — 2019. — Вип. 45. — С. 102–110.
27. Міністерство охорони здоров'я України. Санітарні норми допустимих концентрацій хімічних речовин у воді // Офіційний сайт МОЗ України. — 2020. — Режим доступу: <https://moz.gov.ua>

28. Шевченко М. В. Вплив забрудненої води на здоров'я населення Сумської області / М. В. Шевченко // Медична екологія. — 2018. — № 3. — С. 22–28.
29. Клименко Ю. П. Мікробіологічне забруднення річок України: проблеми і шляхи вирішення // Водні ресурси. — 2019. — Т. 46, № 4. — С. 150–158.
30. Даниленко О. І., Харченко В. В. Аккумуляція токсичних речовин у рибі як фактор екологічної небезпеки / О. І. Даниленко // Екологія рибного господарства. 2017. — Вип. 12. С. 70–77.
31. Заставний В. С. Екологічний стан річок України: аналіз і перспективи // Гідрологічний журнал. 2020. № 3. С. 10–18.
32. Державне агентство водних ресурсів України. Інтерактивна карта забрудненості річок України // Офіційний сайт Держводагентства. — 2024. — Режим доступу: <https://davr.gov.ua>
33. Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС. Програма заходів щодо захисту і відновлення водних ресурсів / Європейський Союз. — Брюссель, 2000. — 45 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Навчально-науковий інститут екології

Навчально-дослідна лабораторія аналітичних екологічних досліджень

ПРОТОКОЛ № 2157-2159
дослідження води поверхневих водойм та джерел водокористування
від 26 березня 2025 р.

Відібрав студент:	Нестеренко Данило
Місце відбору проби:	р. Ворскла м. Охтирка, Сумська обл.
	Проба 1. Точка відбору проби біля старого мосту
	Проба 2. Точка відбору проби до старого мосту
	Проба 3. Точка відбору проби в с. Скельки

Дата і час відбору проби 15.02.2024 р.

Назва речовини	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Одиниці вимірювання
pH	7,076	6,753	7,061	-
Аміак	0,2	0,2	0,2	мг/дм ³
Запах	0	0	0	-
Прозорість	25	25	25	См
Каламутність	1,5	2,0	1,5	ЕМФ
Нітриги	0,001	0,002	0,001	мг/дм ³
Нітрати	0	0	0	мг/дм ³
Хлориди	200	192	192	мг/дм ³
Лужність	1,8	1,6	1,4	ммоль/дм ³
Жорсткість	1,0	0,8	0,8	ммоль/дм ³
Залізо	0	0,027	0,008	мг/дм ³
Цинк	0,001	0,004	0	мг/дм ³
Мідь	0	0,0001	0,004	мг/дм ³
Марганець	0,003	0,001	0,001	мг/дм ³
Кадмій	0	0	0	мг/дм ³
Хром	0,001	0,001	0,001	мг/дм ³

Завідувачка лабораторією

Анна ЛИПЧАНСЬКА