

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України
University of Natural Resources and Life Sciences Vienna (BOKU), Austria
Bialystok University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Environmental
Sciences, Department of HVAC Engineering
Sindh Madressatul Islam University, Karachi, Pakistan
Deutsche Gesellschaft Für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Gemeinde Filderstadt, Deutschland
Національний технологічний інститут, Делі
Муніципалітет м. Фільдерштадт, Німеччина
Сільськогосподарський коледж, Університет Волайта Содо
Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
Національний університет «Львівська політехніка»
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені
Ігоря Сікорського»
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Сумський національний аграрний університет
Сумський державний університет
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Вінницький національний технічний університет
Запорізький національний університет
Національний університет кораблебудування імені Адмірала Макарова
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
ТОВ «НЬЮФІЛК НТЦ»
ПрАТ «Природні ресурси»
СП «Полтавська газонафтова компанія»
ТОВ «Системейр»
ТОВ «Інвертер Експерт»
ТОВ «Вентсервіс»
Енергоконсалтингова компанія «АЙТІКОН»
Компанія A-Clima

V Міжнародна науково-практична конференція «Екологія. Довкілля. Енергозбереження»



Полтава, НУПП, 19 грудня 2024 року

УДК 504.05:556.53(282.247.32)

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ТА ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ ВОРСКЛА В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

*Усенко Д. В., магістр фізики (MPhys), доктор філософії (Ph.D.),
доцент, Усенко І. С., к.т.н., доцент, Смоляр Н. О., к.б.н., доцент*

*Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна*

В умовах сучасного економічного розвитку та зростання антропогенного впливу на довкілля охорона водних ресурсів стає все більш актуальною. Річка Ворскла, що протікає через значні промислові та сільськогосподарські райони, піддається серйозним екологічним загрозам, пов'язаним із забрудненням води. Забруднення включає надмірний вміст органічних та неорганічних речовин, що порушує баланс екосистеми та призводить до деградації якості води. Крім того, регулярне скидання стічних вод, сільськогосподарське використання пестицидів і добрив спричиняють накопичення токсичних речовин у воді, які негативно впливають на флору і фауну водного об'єкта [1].

Об'єктами дослідження в межах оцінки екологічного стану річки Ворскла виступають різні компоненти річкової екосистеми та антропогенні фактори, які впливають на її якість та функціонування. Річка Ворскла є важливою водною артерією Східної України, що забезпечує водопостачання промислових, сільськогосподарських підприємств та населених пунктів. Вона є частиною Дніпровського басейну і проходить через густонаселені території, що спричиняє суттєве навантаження на водні ресурси [3].

Основним об'єктом дослідження є сама річка Ворскла, яка піддається значному антропогенному впливу, зокрема промисловим скидам, сільськогосподарським стокам та побутовим відходам. Вода з річки використовується для різних потреб, тому якість її води є критично важливою для регіону. Забруднення річки може мати значні екологічні наслідки, що впливають як на екосистеми, так і на здоров'я населення.

Оцінка якості води в річці Ворскла включає аналіз гідрохімічних показників, таких як концентрація важких металів (свинець, кадмій, ртуть) та інших токсичних елементів. Ці забруднювачі є небезпечними як для водних організмів, так і для людей, оскільки можуть накопичуватися в організмах та передаватися через харчові ланцюги. Зокрема, важкі метали, що потрапляють до річки внаслідок промислових скидів, порушують

хімічний баланс води та погіршують її якість. Окрім того, присутність органічних забруднювачів, таких як пестициди та добрива, що використовуються в сільськогосподарській діяльності, сприяє евтрофікації, що знижує вміст кисню у воді та негативно впливає на водну фауну [4].

Ще одним важливим об'єктом дослідження є бактеріологічні показники води, які свідчать про наявність патогенних мікроорганізмів, таких як коліформні бактерії. Ці мікроорганізми вказують на фекальне забруднення води, що є серйозною загрозою для здоров'я людей. Наявність коліформних бактерій у річці Ворскла значно підвищує ризик поширення інфекційних захворювань серед населення, особливо у випадках використання води для побутових чи рекреаційних цілей. Бактеріологічне забруднення є одним із ключових чинників, який впливає на безпечність води.

Дослідження також враховує біоіндикатори, які використовуються для оцінки екологічного стану річки. Біоіндикатори, такі як водорості, риби та молюски, є чутливими до змін у хімічному складі води та швидко реагують на підвищення рівня забруднення. Використання біоіндикаторів дозволяє отримати додаткову інформацію про рівень токсичності водного середовища та можливий вплив забруднень на біорізноманіття річки [2]. Оцінка біологічного стану водних організмів є важливим елементом комплексної екологічної оцінки, оскільки саме водна фауна першою реагує на зміни в якості води.

Крім природних компонентів річкової екосистеми, об'єктами дослідження є також антропогенні фактори, які спричиняють забруднення річки Ворскла. Сільськогосподарська діяльність є одним із основних джерел забруднення, оскільки під час опадів з полів вимиваються пестициди та хімічні добрива, що потрапляють у річку. Це сприяє евтрофікації води, що призводить до зростання водоростей та зниження вмісту кисню у воді, порушуючи нормальне функціонування водної екосистеми. Промислові підприємства, розташовані в басейні річки, також є значними джерелами забруднення, оскільки часто скидають у річку недостатньо очищені стічні води. Це спричиняє накопичення важких металів та інших токсичних речовин, які негативно впливають на водну фауну та флору.

Загалом, екосистеми річки Ворскла зазнають значного антропогенного впливу, що вимагає запровадження ефективних заходів для зменшення рівня забруднення та покращення якості води. Об'єктами дослідження виступають як природні компоненти річкової системи (вода, водні організми), так і антропогенні фактори, що безпосередньо впливають на стан річки. Комплексний підхід до оцінки екологічного стану річки Ворскла дозволяє детально вивчити всі аспекти її функціонування та визначити основні джерела забруднення.

Методи досліджень, що були використані для аналізу екологічного стану річки Ворскла, базуються на комплексному підході до оцінки якості води та стану її екосистеми. Одним із основних методів є гідрохімічний

аналіз, який дозволяє оцінити хімічний склад води та виявити концентрації забруднюючих речовин, таких як важкі метали, органічні забруднювачі та інші токсичні речовини. Зокрема, вимірювалися рівні свинцю, кадмію, ртуті та інших небезпечних металів, які можуть накопичуватися у водних організмах та спричиняти порушення екосистемних процесів. Визначення концентрацій цих речовин є важливим для оцінки ступеня забруднення річки і прогнозування можливих негативних наслідків для здоров'я людей та біорізноманіття [3].

Показник	Значення
Свинець (Pb), мг/л	0,025-0,037
Кадмій (Cd), мг/л	0,001-0,005
Ртуть (Hg), мг/л	0,0001-0,0005
Амонійний азот (NH ₄ ⁺), мг/л	0,2-0,6
Фосфати (PO ₄ ³⁻), мг/л	0,5-1,2
Загальний органічний вуглець (C), мг/л	3,0-6,0
Хлориди (Cl ⁻), мг/л	25-50
Сульфати (SO ₄ ²⁻), мг/л	50-120

Дослідження також включало бактеріологічний аналіз, спрямований на виявлення патогенних мікроорганізмів, таких як коліформні бактерії, що свідчать про наявність фекального забруднення у воді.

Показник	Значення
Загальна кількість коліформних бактерій (КУО/100 мл)	500-1200
Лактозопозитивні коліформи (КУО/100 мл)	300-800
Ешерихія коли (E. coli) (КУО/100 мл)	100-400
Загальна кількість бактерій (КУО/мл)	10000-25000
Сапрофітні бактерії (КУО/мл)	5000-12000

Відхилення від встановлених норм за бактеріологічними показниками свідчать про значне навантаження на водні ресурси внаслідок антропогенної діяльності.

Для оцінки впливу забруднення на водну екосистему використовувався метод біоіндикаторів, які реагують на зміни в хімічному складі води. Біоіндикатори, такі як водорості, риби та безхребетні організми, є чутливими до змін рівня забруднення та можуть бути використані для визначення довгострокових екологічних наслідків. Цей метод дає можливість виявити навіть невеликі відхилення в складі води, що можуть бути непомітними для інших методів аналізу.

Біоіндикатор	Значення/Інтерпретація
Водорості (<i>Chlorophyta</i> , <i>Bacillariophyta</i>)	80-150 тис. клітин/л; швидкий ріст свідчить про евтрофікацію
Молюски (<i>Gastropoda</i>)	Щільність популяції: 100-300 особин/м ² ; чутливі до концентрацій важких металів і токсичних речовин
Безхребетні (<i>Oligochaeta</i> , <i>Chironomidae</i>)	Щільність: 500-2000 особин/м ² ; зростання кількості свідчить про забруднення органічними речовинами
Риби (<i>Cyprinidae</i>)	10-30 особин/100 м ² ; зменшення популяції вказує на підвищений рівень токсичності води
Планктон (<i>Phytoplankton</i> , <i>Zooplankton</i>)	Щільність: 1-2 млн. клітин/л; зміни у складі вказують на евтрофікацію та хімічне забруднення

Органолептичний аналіз води (оцінка за такими показниками, як колір, запах, смак) також є важливим методом дослідження, оскільки зміни органолептичних характеристик води можуть свідчити про наявність органічного або хімічного забруднення. Цей аналіз допомагає виявити загальні порушення якості води, що є важливими для оцінки її придатності для побутового та рекреаційного використання.

Показник	Значення/Інтерпретація
Запах	Слабкий (індекс запаху: 1-2 бали); під час евтрофікації – виражений, зі сторонніми неприємними запахами (3-4 бали)
Колір	Світлий (індекс кольору: 5-10 градусів); жовтуватий відтінок; під час забруднення – мутний, індекс кольору до 20 градусів
Мутність	0,5-1,5 НОК (нефелометричні одиниці каламутності) у нормальних умовах; до 10 НОК при забрудненнях органічними речовинами
Смак	Відсутність вираженого смаку (індекс смаку: 1-2 бали); при забрудненні – гіркуватий або металевий присмак (3-4 бали)
Осад	Відсутній у нормальних умовах; наявний при забрудненні завислими частками, кількість осаду: 0,1-0,5 мг/л

Комплексний підхід до методів досліджень дозволяє отримати повну картину екологічного стану річки Ворскла, виявити основні джерела забруднення та оцінити їх вплив на водну екосистему та здоров'я людей.

Результати аналізу екологічного стану річки Ворскла вказують на значне перевищення концентрацій забруднювачів, що негативно впливає на водні ресурси та місцеву екосистему. Проведений хімічний аналіз підтвердив наявність високих концентрацій важких металів, таких як кадмій, свинець і ртуть, що мають токсичний вплив на водну флору і фауну [5]. Дослідження показують, що ці елементи накопичуються у водних організмах, збільшуючи токсичне навантаження в харчовому ланцюзі та підвищуючи ризик для здоров'я населення, яке може споживати воду з забруднених джерел.

Сапробний індекс, що був використаний для оцінки рівня органічного забруднення, свідчить про високий вміст органічних речовин, які розкладаються у воді, що призводить до евтрофікації. Евтрофікація, в свою чергу, сприяє швидкому розвитку водоростей і, як наслідок, знижує рівень кисню, необхідний для підтримки життя риб та інших водних організмів. Бактеріологічний аналіз також вказує на наявність коліформних бактерій та інших патогенів, що підвищує ризик виникнення інфекційних захворювань у людей, які використовують цю воду для пиття або побутових потреб.

Використання біоіндикаторів для оцінки токсичності дозволило виявити загальний негативний вплив забруднень на біорізноманіття річки Ворскла. Такі організми, як водні рослини і мікроорганізми, демонструють високу чутливість до змін у складі води, що дозволило визначити критичні точки забруднення та їхній вплив на локальну екосистему. Це є важливим показником для виявлення проблемних ділянок, які потребують посиленого моніторингу та заходів з очищення.

Картографування якості води та аналіз територіального розподілу забруднень підтверджують, що основні джерела забруднення зосереджені в промислових та сільськогосподарських районах поблизу річки. Ці дані свідчать про необхідність комплексного підходу до зменшення антропогенного навантаження та розробки ефективної стратегії збереження екосистеми Ворскли.

Узагальнюючи результати проведеного дослідження, зроблено висновок, що екологічний стан річки Ворскла є надзвичайно незадовільним через значне антропогенне навантаження на її водні ресурси. Річка страждає від хімічних, біологічних і бактеріологічних забруднень, що мають серйозний негативний вплив на водну екосистему та безпосередньо загрожують здоров'ю людей, які використовують воду для побутових, сільськогосподарських і рекреаційних потреб. Основними джерелами забруднення є промислові скиди, агрохімічні стоки та побутові стічні води, які не проходять належної очистки перед потраплянням у водний об'єкт. Це призводить до накопичення важких металів та органічних забруднювачів, які спричиняють деградацію екосистеми та погіршують якість води.

Аналіз хімічного складу води показав, що вміст важких металів у воді річки Ворскла перевищує допустимі нормативи для прісноводних екосистем, що викликає занепокоєння з приводу можливих довгострокових наслідків для навколишнього середовища. Присутність пестицидів і добрив у воді викликає евтрофікацію, яка порушує природні процеси у водній екосистемі та сприяє зниженню рівня кисню у воді. Це, своєю чергою, негативно впливає на біорізноманіття, спричиняючи зменшення кількості риб та інших водних організмів, що є важливими елементами екологічної рівноваги.

Крім того, бактеріологічний аналіз виявив значний рівень фекального забруднення, що вказує на незадовільний санітарно-гігієнічний стан води та

загрозу для здоров'я населення через поширення патогенних мікроорганізмів. Це підвищує ризик інфекційних захворювань у випадку контакту з водою або її використання у побуті.

На основі проведеного аналізу стану річки Ворскла та виявлених забруднень розроблено рекомендації, спрямовані на зниження рівня забруднення та покращення екологічного стану водного об'єкта. Першочергово, необхідно зменшити обсяги скидів стічних вод із промислових і сільськогосподарських об'єктів, які містять високі концентрації важких металів, органічних речовин і патогенних мікроорганізмів [4]. Запровадження передових технологій очищення на виробничих підприємствах, таких як біологічна фільтрація та хімічна нейтралізація, може суттєво знизити токсичне навантаження на водне середовище.

Додатково важливо контролювати використання агрохімікатів у сільському господарстві, оскільки пестициди та добрива, потрапляючи у воду, спричиняють евтрофікацію та погіршують її санітарний стан. Рекомендується застосування екологічно безпечних альтернативних речовин та створення захисних зон уздовж берегів річки, де буде обмежено застосування хімічних добрив [5]. Такий підхід допоможе знизити ризик забруднення води та покращити її якість для подальшого використання.

Для забезпечення сталого контролю якості води доцільно створити систему постійного моніторингу, яка включатиме регулярне вимірювання хімічних, бактеріологічних і органолептичних показників води. Використання сучасних технологій для картографування забруднень дозволить своєчасно виявляти джерела забруднення і приймати необхідні заходи для їх усунення. Запровадження таких заходів відповідно до європейських екологічних стандартів, зокрема Водної рамкової директиви ЄС, забезпечить високий рівень охорони річки Ворскла та сприятиме збереженню її екосистеми для майбутніх поколінь.

Отже, проведений аналіз екологічного та санітарно-гігієнічного стану річки Ворскла виявив численні екологічні проблеми, пов'язані з антропогенним навантаженням. Забруднення важкими металами, органічними сполуками та наявність патогенних мікроорганізмів у воді створюють серйозні загрози для екосистеми річки та здоров'я населення. Високий рівень евтрофікації, спричинений надмірним вмістом поживних речовин із сільськогосподарських стоків, призводить до зниження вмісту кисню у воді, що негативно впливає на біорізноманіття [4].

Рекомендовані заходи включають посилення контролю за скиданням стічних вод, зменшення використання агрохімікатів у прилеглих районах та впровадження сучасних технологій очищення на промислових підприємствах. Запровадження постійного моніторингу якості води, зокрема через автоматизовані системи контролю та картографування

забруднень, дозволить оперативно виявляти джерела забруднення та вживати ефективних заходів для їх усунення.

Виконання цих заходів, з урахуванням національних і міжнародних стандартів якості води, зокрема Водної рамкової директиви ЄС, є критично важливим для покращення екологічного стану річки Ворскла, забезпечення безпеки водних ресурсів та збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь.

Використані інформаційні джерела:

1. Касьяненко Г. Я., Касьяненко О. А., Яцина А. О. Якість поверхневих вод та екологічний стан річки Ворскла в околицях м. Охтирки. *Природничі науки*. 2020. 17: 128–132.

2. Коваленко, С. А., Щербак, С. С., Пономаренко, Р. В. Визначення екологічного стану річки Ворскла. НУПП. 2022.

3. Данильченко, О. С. Сучасний стан річки Ворскли в межах Сумської області. *Актуальні проблеми дослідження довкілля* : зб. наук. праць за матеріалами VIII міжнар. наук. конф., 24–25 травня 2019 р., м. Суми. Суми, 2019. С. 143–148.

4. Кравченко, І. І., Ладика, М. М., Кравченко, О. О. (2021). Екологічна оцінка якості води річки Ворскла.

5. Литвиненко, Ю. І., Касьяненко, Г. Я. (2020). Аналіз впливу вод річки Псел на якість води річки Ворскла.