

Професійний розвиток школярів заради майбутнього

**Збірник матеріалів
II Всеукраїнської
науково-практичної
конференції**

Київ, 28 листопада 2025 року



Міністерство освіти і науки України
Національна академія наук України
Національний центр «Мала академія наук України»

Професійний розвиток школярів заради майбутнього

Збірник матеріалів
II Всеукраїнської науково-практичної конференції

Київ, 28 листопада 2025 року

Київ
Національний центр
«Мала академія наук України»
2025

Редакційна колегія:

*О. Л. Толстов, канд. хім. наук, І. М. Бей, канд. хім. наук,
І. І. Горюнова, канд. біол. наук, І. О. Хлюпа,
А. М. Буткевич, Н. М. Легка*

Професійний розвиток школярів заради майбутнього : збірник матеріалів II Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ, 28 листопада 2025 року) / відп. за вип.: А. М. Буткевич, І. О. Хлюпа, Н. М. Легка. — Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2025. — 124 с.

До збірника увійшли тези доповідей, представлені на II Всеукраїнській науково-практичній конференції «Професійний розвиток школярів заради майбутнього». Авторами опублікованих матеріалів є учні закладів освіти.

Матеріали конференції друкуються в авторській редакції, мовою оригіналу. Відповідальність за фактичні помилки, достовірність і точність інформації, автентичність цитат, плагіат, правильність фактів і посилань несуть автори.

Відповідальні за випуск:

А. М. Буткевич, Н. М. Легка, І. О. Хлюпа

Редагування:

О. Б. Степанюк

Верстка:

І. С. Кириоз

Дизайн обкладинки:

І. С. Кириоз

Організаційний комітет

Квачевська Олена Олексіївна – співголова організаційного комітету, виконувачка обов’язків директора Національного центру «Мала академія наук України»;

Александров Олександр Михайлович – співголова організаційного комітету, директор Представництва «ДАУ Юероп ГмбХ» в Україні;

Хлюпа Інна Олександрівна – секретарка організаційного комітету, завідувачка відділу організації освітнього процесу Національного центру «Мала академія наук України»;

Легка Наталія Михайлівна – членкиня організаційного комітету, заступниця директора з навчальної роботи Національного центру «Мала академія наук України»;

Буткевич Альона Михайлівна – членкиня організаційного комітету, завідувачка лабораторії хіміко-біологічних наук Національного центру «Мала академія наук України»;

Бей Ірина Миколаївна – членкиня експертної комісії, методистка лабораторії хіміко-біологічних наук Національного центру «Мала академія наук України», кандидатка хімічних наук;

Толстов Олександр Леонідович – член експертної комісії, методист лабораторії хіміко-біологічних наук Національного центру «Мала академія наук України», кандидат хімічних наук;

Горюнова Інна Іванівна – членкиня експертної комісії, методистка лабораторії хіміко-біологічних наук Національного центру «Мала академія наук України», кандидатка біологічних наук;

Слісенко Ольга Василівна – членкиня експертної комісії, доцентка кафедри фармацевтичної та біологічної хімії, фармакогнозії ПВНЗ «Київський медичний університет», кандидатка хімічних наук, доцентка, старша дослідниця.

Зміст

Спосіб оперативного виявлення проблем довкілля

Ілля Желєзняк, учень 10 класу Навчально-виховного комплексу «Школа комп'ютерних технологій – Львівський технологічний ліцей».....	10
--	----

Інтегрований аналіз екологічного стану міських озер Борисполя в умовах воєнного часу з використанням лабораторного дослідження води та супутникових індексів дистанційного зондування Землі

Катерина Бажанова, учениця 11 класу Бориспільського ліцею «Перспектива» імені Володимира Мономаха Бориспільської міської ради Київської області.....	15
---	----

Екологічний стан водойми під впливом антропогенних факторів (на прикладі озера в смт Коцюбинське)

Дар'я Вагабова, учениця 10 класу Коцюбинського ліцею № 1 Коцюбинської селищної ради Бучанського району Київської області.....	19
--	----

Впровадження кращих сільськогосподарських практик як інструмент забезпечення екологічної безпеки та якості водних екосистем

Злата Тимошук, учениця 9 класу ТОВ «Приватний навчальний заклад «Європейський колегіум»».....	21
---	----

Автотранспорт – основний забруднювач атмосфери

Вероніка Лещенко, учениця 11 класу Люботинської загальноосвітньої школи I–III ступенів № 3 Люботинської міської ради Харківської області.....	25
--	----

Портативна мийка для сонячних панелей

Наталія Сарапіна,
учениця 10 класу Навчально-виховного комплексу
«Школа комп'ютерних технологій –
Львівський технологічний ліцей».....27

Невтомна турбіна

Катерина Манько,
учениця 9 класу Львівського фізико-математичного
ліцею при Львівському національному університеті
імені Івана Франка.....32

Використання штучного інтелекту для раннього виявлення проблем довкілля

Кірена Левицька,
учениця 9 класу Навчально-виховного комплексу
«Школа комп'ютерних технологій –
Львівський технологічний ліцей».....36

Роботизований помічник пожежника

Гордій Кузьмінський,
учень 9 класу Львівського фізико-математичного
ліцею при Львівському національному університеті
імені Івана Франка.....40

Економіка споживання

Анна Тимків,
учениця 11 класу Дрогобицького
механіко-технологічного
фахового коледжу.....43

Дослідження екологічного сліду швидкої моди та розроблення моделі популяризації свідомого споживання одягу серед молоді

Андріяна Уніят,
учениця 10 класу Комунального закладу
Львівської обласної ради «Бориславський
мистецький ліцей».....47

**Перетворення побутових харчових відходів
на біорозкладні матеріали: шлях до зменшення
пластикового забруднення та реалізація
принципів циркулярної економіки**

Софія Коваленко,

учениця 9 класу Приватного закладу
загальної середньої освіти II–III ступенів

«Гімназія А+».....50

**Екологічна розробка мила-скрабу з вторинним
використанням перлітових матеріалів**

Дар'я Брижак,

учениця 11 класу Українського гуманітарного ліцею
Київського національного університету

імені Тараса Шевченка.....53

**Склад і властивості ґрунтів як умова сингенезу
постмайнінгових територій Криворіжжя**

Аріна Грудницька,

учениця 11 класу Криворізького ліцею № 123

Криворізької міської ради.....56

Відповідальне споживання як світогляд сучасного підлітка

Слізавета Янко,

учениця 9 класу ліцею «Фінансовий»

міста Києва.....60

**Захист та збереження біорізноманіття:
виконання цілей сталого розвитку 14 та 15**

Анастасія Лупу,

учениця 11 класу Державного професійно-технічного
навчального закладу «Чернівецький професійний

ліцей сфери послуг».....64

12 ідей для цілі 12

Володимир Бай,

учень 7 класу Ужгородського ліцею імені Т. Г. Шевченка

Ужгородської міської ради Закарпатської області.....66

**Тютюнопаління — не лише особиста звичка,
а глобальна екологічна проблема**

Анна Сидоріна,

учениця 11 класу Приватного закладу
загальної середньої освіти II–III ступенів

«Гімназія А+».....69

Синій кит: як забруднення впливає на його біоритми

Соломія Казанко,

учениця 9 класу Приватного закладу
загальної середньої освіти II–III ступенів

«Гімназія А+».....73

**Процес наближення диких тварин до міського
середовища (на прикладі Немишлянського
району м. Харкова)**

Юлія Ситник,

учениця 10 класу Комунального закладу
«Харківський ліцей № 49

Харківської міської ради».....76

**Роль мухи Чорна левинка у переробці
органічних відходів**

Михайло Мануйло,

учень 11 класу Кременчуцького
ліцею № 11 «Гарант»

Кременчуцької міської ради

Кременчуцького району

Полтавської області.....78

**Виявлення зміни індексу хлорофілу на полях
за супутниковими даними як індикатора біогеративного
ландшафту Харківської області**

Ярослав Фігура,

учень 10 класу

Комунального закладу

«Харківський ліцей № 49

Харківської міської ради».....81

Оцінка ролі зоофільтрів у самоочищенні води річки Говтва (м. Решетилівка)

Дарина Куліш,
студентка I курсу Державного навчального закладу
«Решетилівський професійний аграрний ліцей
імені І. Г. Боровенського».....84

Залежність кольору квітів цикорію від температури навколишнього середовища

Ельвіра Гольонко,
учениця 7 класу Люботинської
загальноосвітньої школи I–III ступенів № 3
Люботинської міської ради
Харківської області.....89

Випалена земля: чи зникнуть рослини через війну в Україні

Діана Михайлюк, Маргарита Миронова,
учениці 11 класу Дніпровського
ліцею № 31 «Пріоритет»
Дніпровської міської ради.....91

Дослідження видового складу річки Крива Руда методом секвенування

Аріна Нікіфорова,
учениця 11 класу Кременчуцького
ліцею № 11 «Гарант»
Кременчуцької міської ради
Кременчуцького району
Полтавської області.....96

Віталітетна та онтогенетична структура ценопопуляцій *Quercus robur* L. як едифікатора Карачунівського лісу

Сніжана Скворцова,
учениця 10 класу
Криворізького ліцею № 123
Криворізької міської ради.....99

**Стан інвазії урбоекосистеми м. Івано-Франківська
самшитою вогнівкою (*Cydalima perspectalis*)**

Ярина Олена Петраш,

учениця 9 класу ліцею № 5

Івано-Франківської міської ради.....102

**Оцінка екотоксичності засобів побутової хімії
на прикладі ряски (*Lemna minor*): моделювання впливу
на ріст у лабораторних умовах**

Філа Глотова,

учениця 9 класу Приватного закладу загальної

середньої освіти II–III ступенів «Гімназія А+».....108

**Визначення залежності асиметрії меланізованого
малюнка передньоспинки *Pyrhocoris apterus* (L., 1758)
від інтенсивності забруднення міського середовища**

Єлизавета Яскевич,

учениця 10 класу Комунального закладу

«Харківський ліцей № 49

Харківської міської ради».....111

**Використання рослинних відходів як джерела
природних барвників для створення
екологічно безпечних текстильних виробів**

Марія Мартинюк,

учениця 9 класу Нетішинського академічного ліцею

Нетішинської міської ради Шепетівського району

Хмельницької області.....116

**Проектна діяльність учнів у процесі вивчення
та збереження фіторізноманіття рекреаційних
зон загальноосвітніх закладів мегаполіса
(на прикладі Комунального закладу
«Харківський ліцей № 1 Харківської міської ради»)**

Анна Стафєєва,

учениця 9 класу Комунального закладу

«Харківський ліцей № 1 Харківської міської ради».....119

■ **Ілля Желєзняк,**
учень 10 класу Навчально-виховного комплексу
«Школа комп'ютерних технологій –
Львівський технологічний ліцей»

■ **Науковий керівник:**
Колдун В. П.,
завідувач Ресурсно-методичного центру
науково-дослідницьких технологій
Навчально-виховного комплексу
«Школа комп'ютерних технологій –
Львівський технологічний ліцей»

Спосіб оперативного виявлення проблем довкілля

Лише зрідка проблеми довкілля виникають миттєво. Наприклад, у разі виверження вулкана чи проривання дамби. Зазвичай все розвивається доволі повільно, і, виявивши певну проблему, ми розуміємо, що помічали її вже давно, але чомусь не звертали уваги на перші її прояви. Тому **завданням** цього проєкту є розроблення такого способу аналізу візуальної інформації, який дасть можливість виявляти екологічні проблеми ще на ранній стадії.

Під час роботи над проєктом було розроблено технологію мультиспектрального знімання з подальшим аналізом фотографій за допомогою штучного інтелекту, яка дасть змогу виявляти проблеми довкілля точніше і швидше, ніж інші візуальні способи.

Для мультиспектрального знімання використовувались побутові, але якісні фотоапарати з набором додаткових світлофільтрів, а для аналізу фотографій – нейронна мережа YOLO12 від Ultralytics.

Досвід використання оптичних та оптико-електронних приладів вказує на три шляхи.

Перший – спектрометрія, яка дає можливість точно визначити спектральні властивості фотонів, але у дуже вузькій плямі.

Другий – кольорова фотографія, але через величезну кількість взаємно суперечливих вимог це має бути як плівкова фотографія, так і цифрова, що намагається імітувати людське око й інтегрує всі світлові спектри в кілька груп.

Третій – почергове знімання через змінні світлофільтри з подальшим синтезом інформативних зображень. Такий підхід використовується, наприклад, на американських марсоходах. Іноді практикують синхронне знімання кількох кадрів крізь кілька різних фільтрів з подальшим обробленням зображень спеціальними методами.

Для прикладу розглянемо фото річки Дніпро в районі міста Києва. Тут ми бачимо серйозну екологічну проблему – цвітіння водойми. Зрозуміло, що заростання річки водоростями відбулося не миттєво і розпочалося буквально з кількох клітин синьо-зелених водоростей, які згодом розмножились настільки, що цього не можна не помітити.

Ще раз роздивимось фото Дніпра, розбивши його на малі фрагменти. Помічаємо, що фрагменти, де зафіксовано річку, можна розділити на дві групи, які умовно можна назвати «спектрально синіми» та «спектрально синьо-зеленими». Отже, якщо нам вдасться на тлі «спектрально синіх» фрагментів виявити «спектрально синьо-зелені», то це дасть змогу виявити джерела заростання Дніпра ще на ранній стадії.

Але найефективнішим способом виявлення екологічних проблем є використання мультиспектральних наборів фотографій з аналізом зображень за допомогою штучного інтелекту.

Для реалізації цього підходу було обрано модель нейронних мереж YOLO12 (medium) від Ultralytics [20].

У моїй програмі застосовано систему штучного інтелекту, яка виконує автоматичне розпізнавання екологічних порушень на зображеннях.

Я самостійно створив датасет на основі фотографій хворих дерев у парках неподалік. Усі знімки виконувалися з використанням світлофільтрів: зеленого, жовтого, синього, червоного легкого та червоного сильного.

Після збирання даних було виконано ручне розмічання (лейблінг) зображень у програмі «Label Studio».

Для кожного кадру використовувались *bounding boxes*, з допомогою яких визначались області ураження дерев.

Далі модель була навчена на понад 600 зображеннях, що охоплюють фото здорового довкілля та дерев із проявами захворювань.

Основний принцип роботи полягає у використанні світлофільтрів, які дають змогу виявляти малопомітні спектральні відмінності — ділянки, що залишалися невидимими під час оптичного аналізу.

Раніше система використовувала алгоритмічний пошук відмінностей між фрагментами зображень за кольором, однак цей підхід мав обмежену точність і залежав від умов знімання. Але після впровадження нейронної моделі YOLO12 програма набула здатності розпізнавати об'єкти й визначати ранні ознаки деградації навколишнього природного середовища, незалежно від освітлення чи якості фото.

Отже, завдяки мультиспектральній фотографії з подальшим її аналізом за допомогою штучного інтелекту ми зможемо виявляти екологічні проблеми раніше і точніше, ніж іншими візуальними способами. А для раннього виявлення проблем довкілля потрібно розширити мультиспектральність в інфрачервону та ультрафіолетову частини спектра. Особливо інфрачервону, адже багато екологічних проблем починаються з гниття, яке спочатку не помітне у видимому спектрі, але є доволі потужним джерелом інфрачервоного випромінювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Катеринчак Є. Як цвітіння Дніпра впливає на якість води у Києві. URL: <https://tykyiv.com/news/iak-tsvitinnia-dnipra-vplivaie-na-iakist-vodi-u-kiievi/> (дата звернення: 20.10.2025).
2. Цвітіння Дніпра. URL: <https://ck.cdc.gov.ua/news/tsvitinnya-dnipra-shho-take-tsianobakteriyi-ta-chomu-kupannya-v-zelenij-vodi-nebezpechne/> (дата звернення: 20.10.2025).
3. Agisoft. Metashape. Fotogrametria Inteligente. URL: <https://pt.iatecps.com/agisoft> (дата звернення: 20.10.2025).

4. Bell J. F. III, et al. Mars Exploration Rover Athena Panoramic Camera (Pancam) investigation. *J. Geophys. Res.* 2003. 108, 8063. DOI: 10.1029/2003JE002070, E12.
5. Mars Exploration Rovers: Spirit and Opportunity. URL: <https://science.nasa.gov/mission/mars-exploration-rovers-spirit-and-opportunity/> (дата звернення: 20.10.2025).
6. Metamerism. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/metamerism> (дата звернення: 20.10.2025).
7. Military Projector. URL: <https://milprojector.com.ua/promin-svitla-pryjnyatnyj-dlya-lyudskogo-oka/> (дата звернення: 20.10.2025).
8. MKF 6. Mit der Multispektralkamera ins Weltall schauen. URL: <https://www.zeitklicks.de/ddr/wissenschaft/weltraum-und-optik/mkf-6> (дата звернення: 20.10.2025).
9. Multispektralkamera sichert die richtige Farbqualität. URL: <https://quality-engineering.industrie.de/allgemein/multispektralkamera-sichert-die-richtige-farbqualitaet> (дата звернення: 20.10.2025).
10. Peter Lennie. The Physiology of Color Vision / ed.: Steven K. Shevell. The Science of Color (2nd ed.). Elsevier Science Ltd, 2003. P. 217–246. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-044451251-2/50007-6> (дата звернення: 20.10.2025).
11. Program for integrating multizonal photographs of the Earth, taken by MKF-6 camera, in a computer. *Technical Memorandum PR-323*. Report Number: NASA-TM-75701; Accession Number: 80N22759; Contract_Grant: NASW-3199.
12. Solar Simulator – Basic Knowledge and Working Principles. URL: <https://enlitechnology.com/blog/solar-simulator-01> (дата звернення: 20.10.2025).
13. Solar Simulator Classification and Calibration. URL: <https://www.ossila.com/pages/solar-simulator-classification> (дата звернення: 20.10.2025).
14. Solar Simulator Irradiance and Spectral Mismatch. URL: <https://www.ossila.com/pages/solar-simulator-irradiance-and-spectral-mismatch> (дата звернення: 20.10.2025).
15. Solar Spectra Test. Shenton Park Observatory. URL: <https://jazzistentialism.com/blog/?p=1083> (дата звернення: 20.10.2025).

16. Solar spectrum between 380 and 870 nm with identification of rays and Lande factors, compiled by J.M. Malherbe from Delbouille and al., and atomic energy levels as derived from analyses of optical spectra by Charlotte E. Moore. Print. Off., 1971. Vol. 35.
17. SSI Reference Spectra. URL: <https://sunclimate.gsfc.nasa.gov/ssi-reference-spectra> (дата звернення: 20.10.2025).
18. The Editors of Encyclopaedia Britannica (2024, November 26). Spectrometer. *Encyclopedia Britannica*. URL: <https://www.britannica.com/science/spectrometer> (дата звернення: 20.10.2025).
19. The Solar Spectrum. URL: <https://www.ossila.com/pages/the-solar-spectrum> (дата звернення: 20.10.2025).
20. Ultralytics : official website. URL: <https://docs.ultralytics.com/models/yolo12/> (дата звернення: 20.10.2025).
21. What Is Metamerism? URL: <https://www.datacolor.com/business-solutions/blog/what-is-metamerism> (дата звернення: 20.10.2025).

- **Катерина Бажанова,**
учениця 11 класу Бориспільського ліцею «Перспектива»
імені Володимира Мономаха
Бориспільської міської ради Київської області
- **Науковий керівник:**
Нагаєва Л. М.,
вчителька біології Бориспільського ліцею «Перспектива»
імені Володимира Мономаха
Бориспільської міської ради Київської області

Інтегрований аналіз змін екологічного стану міських озер Борисполя в умовах воєнного часу з використанням лабораторного дослідження води та супутникових індексів дистанційного зондування Землі

У сучасних умовах, коли Україна перебуває в стані повномасштабної війни, зростає значення локального екологічного моніторингу, особливо в регіонах, де не відбуваються бойові дії, але які взяли на себе вторинне екологічне навантаження. Такі міста, як Бориспіль, стають осередками інтенсивного переміщення населення (переселенці) та підприємств, логістичних і транспортних потоків. Усе це зумовлює збільшення антропогенного та техногенного тиску на природне середовище, зокрема на водойми, які є частиною екологічного каркаса міста. Тому оцінювання екологічного стану водойм у динаміці (2017, 2020, 2025 роки) дає змогу виявити просторові та якісні зміни, порівняти періоди до повномасштабної війни та в умовах підвищеного навантаження.

Отримані лабораторні дані 2025 року дають можливість зіставити результати з супутниковими індексами NDWI (водне дзеркало) й NDVI (рослинність) для виявлення кореляції між якістю води та просторовими характеристиками водойм. Робота також спрямована на реалізацію цілей сталого розвитку ООН № 6 (чиста вода і належні санітарні умови), № 15 (збереження екосистем суші), а також відповідає міжнародній

тенденції щодо впровадження smart-рішень в екологічних дослідженнях.

Мета дослідження — проаналізувати динаміку змін екологічного стану міських озер Борисполя (Олесницьке, Гульківське, Княжицьке) у 2017, 2020 та 2025 роках шляхом поєднання супутникових індексів і результатів лабораторного аналізу проб води з урахуванням посиленого антропогенного навантаження в умовах воєнного стану.

Об'єкт дослідження — вода та поверхневі водойми м. Борисполя (Олесницьке, Гульківське, Княжицьке озера).

Предмет дослідження — зміни екологічного стану водойм у часовій динаміці (2017–2025), зокрема за результатами шкільного лабораторного аналізу води (2025) і даними дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) (2017, 2020, 2025).

Відповідно до мети дослідження були поставлені **завдання**:

1) здійснити забір проб води влітку 2025 року з Олесницького, Гульківського та Княжицького озер для проведення лабораторного аналізу за основними показниками: прозорість, температура, кислотність (pH), вміст нітратів, фосфатів, органолептичні характеристики;

2) зібрати дані супутникового зондування (Sentinel-2) для аналізу стану озер у 2017, 2020 та 2025 роках, вирахувати супутникові індекси NDWI й NDVI для вказаних періодів, проаналізувати динаміку змін, порівняти лабораторні дані 2025 року з супутниковими індексами, визначити кореляцію між ними;

3) зіставити результати лабораторного аналізу з супутниковими даними, сформулювати висновки щодо стану водойм, надати пропозиції стосовно їх покращення.

Гіпотеза. У 2025 році якість води в міських озерах Борисполя погіршилася у порівнянні з 2017 та 2020 роками через зростання антропогенного навантаження, спричиненого переміщенням населення та підприємств, що проявляється у зменшенні прозорості, підвищенні концентрації нітратів / фосфатів, зростанні вегетаційного індексу води (NDVI) та зменшенні NDWI.

Методи дослідження: польовий (забір проб води), лабораторний (визначення фізико-хімічних параметрів води), ГІС-аналіз (використання Copernicus Browser для розрахунку

індексів NDWI та NDVI), порівняльний та описовий методи (для аналізу отриманих результатів).

Основні результати

Індекси NDWI та NDVI достовірно відображають загальний екологічний стан водойм: що вищі концентрації нітратів / фосфатів і нижча прозорість води, то більш виражені зміни на супутникових знімках (NDVI зростає через активне цвітіння води, NDWI зменшується, що свідчить про зниження частки чистої води та збільшення замулення й біомаси).

Княжицьке озеро – найбільш проблемне (високі концентрації нітратів (50 мг/л) і фосфатів (0,6 мг/л), низька прозорість (12 см), NDWI зменшується, NDVI зростає). Це свідчить про інтенсивне цвітіння, евтрофікацію та деградацію водного середовища.

Гульківське озеро – відбиває позитивну тенденцію (низькі концентрації біогенних речовин, краща прозорість, NDWI зростає, NDVI зменшується порівняно з попередніми роками). Це може вказувати на покращення гідрологічного режиму та зниження рівня забруднення.

Олесницьке озеро – стабільний, але незадовільний стан (середній рівень забруднення, NDVI не змінюється, NDWI помірний). Водойма перебуває в рівноважному, але вразливому стані.

Кореляційна закономірність:

- високий NDVI → висока концентрація біогенних сполук + низька прозорість → евтрофікація;
- високий NDWI → більша площа водного дзеркала → кращий гідрологічний стан;
- зниження NDWI за зростання NDVI → індикатор погіршення екологічного стану водойм.

Висновки

1. Екологічний стан озер суттєво погіршився в умовах воєнного стану: спостерігається евтрофікація, замулення та зниження біорізноманіття.

2. Поєднання лабораторних та супутникових індикаторів є ефективним для моніторингу у кризових умовах.

3. Необхідно впроваджувати природоорієнтовані рішення: фітоочищення, буферні зони, контролювання поверхневого стоку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барановський В. А. Гідроекологія: підручник. Київ : Либідь, 2019. 312 с.
2. Бориспільської міська рада : офіційний сайт. URL: <https://borispol-rada.gov.ua> (дата звернення: 20.10.2025).
3. Водні ресурси України. *Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України*. URL: <https://mepr.gov.ua> (дата звернення: 20.10.2025).
4. Дистанційне зондування Землі : навч. посіб. / за ред. В. П. Михайлова. Київ : КНУ, 2020. 274 с.
5. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. Чинний з 01.02.2015. Вид. офіц. Київ : Мін-економрозвитку України, 2014. 46 с.
6. Методичні рекомендації з використання індексів NDVI та NDWI для моніторингу стану водних об'єктів / Інститут географії НАН України. URL: <https://igu.org.ua> (дата звернення: 20.10.2025).
7. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування : навч. посіб. / С. О. Довгий, В. І. Лялько, С. М. Бабійчук та ін. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 316 с.
8. Проєкт «Безпечна питна вода в Україні: доступ до інформації про якість води та методи водопідготовки». *WaterNet 2025*. URL: <https://waternet.ua/proiekt-finskogo-fondu-miscevogo-spivrobitnictva> (дата звернення: 20.10.2025).
9. Регіональна екологічна програма Київської області на 2021–2027 роки. URL: <https://koda.gov.ua> (дата звернення: 20.10.2025).
10. Степаненко В. М. Екологічний моніторинг водойм : навч. посіб. Київ : Освіта України, 2022. 192 с.
11. Copernicus Open Access Hub. URL: <https://scihub.copernicus.eu> (дата звернення: 20.10.2025).
12. Google Earth Engine. URL: <https://earthengine.google.com> (дата звернення: 20.10.2025).

■ **Дар'я Вагабова,**
учениця 10 класу Коцюбинського ліцею № 1
Коцюбинської селищної ради
Бучанського району Київської області

■ **Науковий керівник:**
Мельник В. П.,
вчителька біології Коцюбинського ліцею № 1
Коцюбинської селищної ради
Бучанського району Київської області

Екологічний стан водойми під впливом антропогенних факторів (на прикладі озера в смт Коцюбинське)

Вода є основним компонентом біосфери, що забезпечує існування всіх живих організмів. Проте через інтенсивну господарську діяльність людини якість водних ресурсів у світі постійно погіршується. Забруднення водойм є однією з найактуальніших екологічних проблем сучасності, адже воно впливає не лише на природні екосистеми, а й безпосередньо на здоров'я людей [1].

Метою дослідження було оцінити екологічний стан озера, розташованого в смт Коцюбинське Київської області, та вплив антропогенних факторів. Для цього проведено аналіз фізико-хімічних показників води, визначено рівень органічного забруднення та розроблено рекомендації щодо збереження екосистеми водойми.

Дослідження проводилося у вересні 2025 року. Проби води відбиралися у прибережній зоні водойми, після чого їх проаналізовано в акредитованій лабораторії за такими показниками: кольоровість, прозорість, рН, вміст розчиненого кисню, нітратів, нітритів, амонію, заліза, сульфатів, хлоридів, кальцію, магнію та хімічне споживання кисню (ХСК). Результати порівняно з гігієнічними нормативами, затвердженими Міністерством охорони здоров'я України (наказ від 02.05.2022 № 721) [2].

Результати дослідження засвідчили, що більшість параметрів води відповідають встановленим стандартам. Показники кислотності (рН 6,97), розчиненого кисню ($4,84 \text{ мг/дм}^3$), а також вміст нітратів, нітритів і амонію перебувають у межах норми. Це свідчить про збереження основних природних властивостей води. Водночас зафіксовано підвищений показник хімічного споживання кисню (ХСК), який становить $51,7 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (норма – до $30 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) [2].

Підвищений ХСК свідчить про накопичення органічних речовин, для окиснення яких потрібно більше кисню. Це може бути наслідком потрапляння у водойму побутових стоків, змивів із територій після опадів, рекреаційного навантаження або природного розкладу рослинності в прибережній зоні. Надлишок органіки стимулює розвиток мікроорганізмів, що споживають кисень, і з часом може призвести до цвітіння води, неприємного запаху, зниження біорізноманіття й деградації водної екосистеми [3].

Посилення кольоровості води, зафіксоване під час спостережень, додатково підтверджує наявність органічних домішок природно-антропогенного походження. Це свідчить, що водойма поступово втрачає здатність до самоочищення, хоча стан ще можна оцінити як задовільний.

Для покращення ситуації запропоновано комплекс екологічних заходів:

- здійснювати регулярний моніторинг якості води;
- очищувати прибережну смугу від органічних залишків і сміття;
- обмежити надмірне рекреаційне навантаження;
- проводити інформаційно-просвітницьку роботу серед місцевих жителів щодо важливості збереження водойм.

Отримані результати підтверджують, що навіть незначне антропогенне навантаження може зумовити суттєві зміни у водній екосистемі. Озеро в смт Коцюбинське є прикладом типового локального водного об'єкта, екологічний стан якого є відбитком загальної ситуації з охороною малих водойм в Україні.

Проведене дослідження має практичне значення для організації місцевих екологічних моніторингів і може стати

основою для подальших наукових проєктів, спрямованих на збереження природних водних ресурсів. Водночас воно засвідчило важливість формування екологічної свідомості населення для сталого розвитку територій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Екосистема. *Уміти*. URL: <https://umity.in.ua/concept/?id=377> (дата звернення: 20.10.2025).
2. Про затвердження гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів : наказ Міністерства охорони здоров'я України від 02.05.2022 №721. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22#Text> (дата звернення: 20.10.2025).
3. Основні показники якості води. *Aqua-Life*. URL: <https://aqua-life.ua/ua/info/osnovnye-pokazateli-kachestva-vody/> (дата звернення: 20.10.2025).

■ **Злата Тимошук,**
учениця 9 класу ТОВ «Приватний навчальний заклад
«Європейський колегіум»»

■ **Науковий керівник:**
Волознев А. В.,
вчитель хімії ТОВ «Приватний навчальний заклад
«Європейський колегіум»»

Впровадження кращих сільськогосподарських практик як інструмент забезпечення екологічної безпеки та якості водних екосистем

Питання забезпечення екологічної безпеки та якості навколишнього середовища набуває критичного значення в Україні, особливо в умовах інтенсивного сільськогосподарського виробництва та євроінтеграційних процесів.

Агропромисловий комплекс є одним із головних джерел дифузного (неточкового) забруднення довкілля, зокрема водних екосистем, що відбувається внаслідок нераціонального використання мінеральних та органічних добрив. Надмірне внесення азотних сполук, неналежне зберігання гною та сидеральних залишків призводять до вимивання нітратів у ґрунтові та поверхневі води [1].

Ця ситуація спричиняє евтрофікацію водойм, погіршує якість питної води та становить пряму загрозу для біорізноманіття. Аналіз екологічного стану довкілля засвідчив необхідність термінового впровадження ефективних методів моніторингу та захисту навколишнього середовища, які регулювали б взаємодію людини й природи. Кодекс кращих сільськогосподарських практик є ключовим національним інструментом адаптації до вимог ЄС, зокрема Нітратної директиви (91/676/ЄЕС), і має на меті мінімізацію цього негативного впливу [2].

Нераціональне сільськогосподарське виробництво є потужним дестабілізуючим чинником для водних і ґрунтових екосистем [3]. Згідно з дослідженнями основними екологічними проблемами, пов'язаними з агросектором, є:

- нітратне забруднення вод, адже високі концентрації нітратів у питній воді є небезпечними для здоров'я людини, особливо немовлят (синдром метгемоглобінемії), і свідчать про порушення природного балансу в водних екосистемах; це дуже впливає на якість навколишнього середовища;

- евтрофікація поверхневих вод – скиди фосфорних і азотних сполук стимулюють надмірний ріст водоростей (цвітіння води), що призводить до кисневого голодування, загибелі риб та деградації водних біоценозів; це є яскравим прикладом вразливості водних екосистем та наслідків їхніх змін;

- деградація та виснаження ґрунтів – надмірне використання хімічних добрив, монокультури та ігнорування ґрунтозахисних сівозмін призводять до втрати родючості, збільшення ерозії та забруднення ґрунтів важкими металами й пестицидами; це погіршує стан екосистем суші та демонструє їх взаємозалежність з водними об'єктами.

Для ефективного управління екологічною безпекою необхідно впровадити системи моніторингу якості вод та ґрунтів. Визначення вразливих зон, де забруднення нітрами перевищує або може перевищити граничні показники, є першочерговим кроком для застосування посилених екологічних норм, закріплених Кодексом.

У Кодексі кращих сільськогосподарських практик пропонується низка конкретних заходів, спрямованих на регулювання стану екосистем і зменшення антропогенного тиску, що є основою для досягнення ЦСР № 6. Ці практики об'єднують економічні й екологічні інтереси, формуючи стратегію раціонального природокористування.

Фундаментальним елементом є виважене внесення добрив. Це й облік поживних речовин, точне землеробство та нормування, обмеження строків внесення. Тваринництво, особливо великотоварне, генерує значні обсяги гною та рідких стоків. Кодексом встановлено жорсткі вимоги щодо поводження з відходами для захисту вод: належне зберігання, обмежене внесення поблизу водойм.

Для мінімізації втрат поживних речовин та запобігання ерозії у Кодексі запропоновано:

- збереження ґрунтового покриву: заохочення до використання покривних культур (сидератів), особливо в осінньо-зимовий період, для зв'язування залишкового азоту в ґрунті — ця практика є критичною для запобігання вимиванню нітратів у невегетаційні сезони;
- управління зрошенням: забезпечення раціонального використання водних ресурсів під час зрошення для запобігання надмірному насиченню ґрунту, що може прискорити вимивання поживних речовин.

Впровадження Кодексу кращих сільськогосподарських практик є дієвим і необхідним кроком для забезпечення екологічної безпеки та якості навколишнього середовища в Україні, зокрема у сфері охорони водних ресурсів (ЦСР № 6).

1. Системний підхід. У Кодексі пропонується цілісний, превентивний підхід до управління екологічними ризиками в агросекторі із заміною реактивних заходів (усунення наслідків) проактивними (запобігання забрудненню).

2. Гармонізація. Практики, викладені у Кодексі, забезпечують гармонізацію національних стандартів з європейськими вимогами, що є необхідною умовою для євроінтеграції.

3. Економічні переваги. Дотримання вимог Кодексу, завдяки більш точному плануванню та використанню добрив, призведе не лише до екологічної користі, а й до підвищення ефективності використання ресурсів та скорочення витрат аграріїв.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кодекс кращих сільськогосподарських практик / А. Даниляк, М. Дячук. Київ : ГО «Центр екологічних ініціатив “Екодія”», 2022. 23 с.
2. Про затвердження Правил щодо забезпечення родючості ґрунтів та застосування окремих агрохімікатів : наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 24.11.2021 № 382. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0034-22#Text> (дата звернення: 20.10.2025).
3. Запровадження екологічних стандартів у галузі тваринництва України. URL: <https://ecoaction.org.ua/zaprovadzhennya-ekostandartiv-tvarynnystva.html> (дата звернення: 20.10.2025).
4. Екологічні практики для сільського господарства та громад : онлайн-курс «Екодії». *Prometheus*. URL: https://courses.prometheus.org.ua/courses/coursev1:Prometheus+EP101+2022_T2/about (дата звернення: 20.10.2025).

■ **Вероніка Лещенко,**
учениця 11 класу Люботинської
загальноосвітньої школи І–ІІІ ступенів № 3
Люботинської міської ради Харківської області

■ **Науковий керівник:**
Сотнікова Є. В.,
вчителька хімії Люботинської
загальноосвітньої школи І–ІІІ ступенів № 3
Люботинської міської ради Харківської області

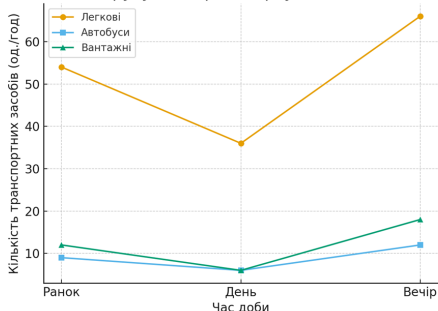
Автотранспорт — основний забруднювач атмосфери

У сучасному світі автомобіль став невіддільною частиною життя людини. Він забезпечує мобільність, економить час, сприяє розвитку економіки та зручності побуту. Проте стрімке зростання кількості транспортних засобів має і зворотний бік — значне погіршення стану навколишнього природного середовища. За даними екологів, саме автотранспорт є одним із головних джерел забруднення атмосфери, бо зумовлює викидання у повітря оксидів азоту, чадного газу, вуглеводнів, свинцю та інших токсичних речовин. Ці викиди не лише шкодять довкіллю, а й становлять серйозну загрозу здоров'ю людини. Тому питання зменшення впливу автотранспорту на атмосферу набуває особливої актуальності в умовах глобальної екологічної кризи.

Визначення транспортного навантаження у м. Люботині стало метою дослідження. Інтенсивність руху транспорту встановлювалась методом прямого підрахунку кількості транспортних одиниць протягом визначеного проміжку часу. Для більш точного оцінювання транспортного навантаження певної ділянки проводили облік в одній і тій самій точці тричі, рахуючи легкові автомобілі, вантажівки й автобуси та охоплюючи при цьому періоди максимального навантаження та відносного спокою.

На основі отриманих даних побудовано графік.

Інтенсивність руху автотранспорту в м. Люботин (од./год)



Найбільше транспортне навантаження спостерігається у вечірні години (96 од./год). Найменше – вдень (48 од./год). Нічні години не враховувались.

Для зменшення забруднення повітря у Люботині доцільно вжити таких заходів:

- розвиток громадського транспорту;
- оптимізація схеми руху;
- стимулювання використовувати велосипеди та електро-транспорт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білявський Г. О., Фурдуй Р. С. Основи екології. Київ : Либідь, 2004. 368 с.
2. ДСТУ 4100:2021. Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування. Чинний з 01.11.2021. URL: https://mail.dorsvit.com.ua/storage/app-images/pdf/dstu_4100_2021_compressed.pdf (дата звернення: 20.10.2025).
3. Котляревський І. А. Екологічні наслідки використання автотранспорту в містах. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018.
4. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення: 20.10.2025).

■ **Наталія Сарапіна,**
учениця 10 класу Навчально-виховного комплексу
«Школа комп'ютерних технологій –
Львівський технологічний ліцей»

■ **Науковий керівник:**
Колдун В. П.,
завідувач Ресурсно-методичного центру
науково-дослідницьких технологій
Навчально-виховного комплексу
«Школа комп'ютерних технологій –
Львівський технологічний ліцей»

Портативна мийка для сонячних панелей

Винайдено і випробувано кілька прототипів пристрою для очищення сонячних панелей. Миття панелей здійснюється накопиченою в резервуарі профільтрованою дощовою водою, що збирається з тих самих панелей. Електрична енергія, необхідна для роботи пристрою, виробляється тими ж таки сонячними панелями й становить лише кілька відсотків тієї додаткової енергії, яка буде отримана завдяки чистоті сонячної панелі.

Численні дослідження засвідчили, що у разі забруднення сонячної панелі її продуктивність знижується на третину, а то й на половину. Авторка проєкту провела дослідження й отримала аналогічний результат, що й спонукало її на пошук способів систематичного очищення панелей і пристроїв для їх реалізації.

Під час дощу резервуари системи наповнюються, а зібрана вода прокачується помпами через очисні фільтри. Після цього двигун під тиском подає воду, якою очищується панель від забруднень. Така схема роботи потребує мінімального людського втручання, оскільки система отримує для роботи воду з дощу, а енергію – від сонячних батарей.

Гіпотеза. Автономна система струменем високого тиску зібраної з поверхні сонячних панелей дощової води,

профільтрованої та накопиченої у відповідному резервуарі, зможе систематично очищувати сонячну батарею від бруду, чим забезпечить її максимальну ефективність.

Експериментальна перевірка

Я провела самостійне дослідження і впевнилася, що запилення суттєво знижує енерговіддачу сонячної панелі. Для експерименту було взято дві однакові сонячні панелі: поверхня однієї була забруднена, а другої — чиста. За допомогою вольтметра та амперметра виміряно напругу і струм від панелей, які розміщувались поруч і отримували однакову кількість сонячного світла. Досліди показали, що ефективність очищеної батареї в середньому переважає над забрудненою на 25 % за яскравого сонця і до 50 % за хмарної погоди.

Системи «Sunnovate-1» та «Sunnovate-2» добре справлялись з поставленим завданням, але, як виявилось, лише за умови щоденного миття сонячних панелей. Застарілий бруд погано змивався м'яким потоком води, а використовувати синтетичні мийні засоби категорично не хотілось. І тут я звернула увагу на мийки високого тиску. Зацікавило, чому малою кількістю води й без мийних засобів вдається відмивати практично будь-який бруд. Наприклад, на автомийках мийні засоби використовуються лише заради змивання тонкої плівки мастила, яке дуже складно змити просто потоком води. Також було помічено, коли піщинка просто лежить у потоці води, то сила, яка її відриває від поверхні, є відносно малою, оскільки вона зусібіч оточена водою і різниця тисків доволі незначна, а от коли на піщинку налітає потік води, то з одного боку на неї діє динамічний тиск води, а з другого — лише статичний тиск атмосфери. От, власне, тому мийки високого тиску такі ефективні. З цієї причини й було прийнято рішення використовувати для миття сонячних панелей високошвидкісні струмені, які під високим тиском подаватимуть на поверхню панелі воду і змиватимуть усі забруднення.

Зрозумівши переваги миття панелей високошвидкісними струменями води, я негайно розпочала виготовлення системи «Sunnovate-3», яка працює наступним чином:

- у нижній частині сонячної панелі або блоку панелей розташована ринва для збирання дощової води;

- коли починається дощ, блок керування робить паузу (поки дощ змиває бруд з панелей і брудна вода стікає на землю);
- далі вмикає помпу, яка через систему механічних фільтрів закачує дощову воду в резервуар, аж поки той повністю не заповниться;
- у заданий день і час вмикається помпа високого тиску, яка подає воду на форсунку, закріплену на сервоприводі, що забезпечує подавання високошвидкісного потоку води на панелі.

Керівний процесор через інтернет підключений до загальнодоступного джерела метеоданих і у разі очікування довгого бездошового періоду паузи між миттям можуть бути подовжені.

Оптимальний час миття – ранок, після випадіння роси, коли панелі природно зволожені й потрібно лише дати не тривалий, але інтенсивний струмінь води, щоб видалити бруд з панелей.

Для миття поверхонь багатьох панелей планувалася система «Sunnovate-3+», яка має розташовані по полю сонячних панелей окремі форсунки високого тиску на сервоприводах з єдиною системою керування та почерговим подаванням води.

Однак після аналізу стало зрозуміло, що блок розподільних клапанів і взагалі вся арматура високого тиску є доволі високовартісною. Щоб зменшити витрати на виготовлення мийних систем та їх подальшу експлуатацію було вирішено скористатись всього однією форсункою, але на довгому важелі. Таким чином, було розпочато реалізацію проєкту «Sunnovate-4», який наочно і доказово засвідчив, що однією форсункою на важелі можна мити великі площі сонячних батарей.

Висновки

Гіпотеза повністю підтвердилася.

Забруднення значним чином впливають на ефективність сонячної батареї й можуть знизити їх продуктивність на 25–45 %.

Миття сонячної батареї струменем високого тиску значно ефективніше, ніж миття шляхом звичного змивання, і дає

змогу практично повністю відмовитись від мийних засобів і проводити профілактичне промивання поверхні сонячних панелей з метою недопущення адгезії дрібного пилу до їхніх поверхонь.

Миття сонячних батарей можна виконувати накопиченою водою, яка стікає з панелей під час дощу.

Запропонований спосіб вже може бути застосований на всіх наявних сонячних батареях, незалежно від їх розміру та місця розташування.

Ідеї для майбутніх досліджень

Додати можливість дистанційного керування, що сприятиме більш ефективному використанню водних ресурсів за умови посушливого клімату.

Інший варіант покращення — це можливість додати аналіз освітленості на вулиці. Наприклад, за допомогою фоторезистора можна оцінити вуличну освітленість, а після визначення її рівня та вихідної потужності сонячної батареї з'ясувати, в якому стані панель — забруднена чи ні.

Окрім цього, залежно від умов використання пристрою доцільним може бути підігрівання води, зокрема в зимовий період. У такому випадку варто встановити нагрівний елемент на шляху від резервуара зберігання води до форсунок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мінімійки «Керхер». URL: <https://karcher-one.com.ua/uk/home-garden-minimoiki?scrollto=cat> (дата звернення: 20.10.2025).
2. Скільки потрібно сонячних батарей для опалення приватного будинку. *Vinur*. URL: <https://vinur.com.ua/ua/aboutus/usefull-info/articles/skilky-potribno-sonyachnyh-batarej-dlya-opalennya-pryvatnogo-budynku> (дата звернення: 20.10.2025).
3. Fonash S. Joseph et al. Solar cell. *Encyclopedia Britannica*. URL: <https://www.britannica.com/technology/solar-cell> (дата звернення: 20.10.2025).

4. Glover E. How to Clean Solar Panels: DIY and Professional Options. URL: <https://www.forbes.com/home-improvement/solar/how-to-clean-solar-panels/> (дата звернення: 20.10.2025).
5. Mejia F, Kleissl J., Bosch J. L. The Effect of Dust on Solar Photovoltaic Systems. *Energy Procedia*. 2014. Vol. 49. P. 2370–2376. URL: https://www.researchgate.net/publication/270954456_The_Effect_of_Dust_on_Solar_Photovoltaic_Systems (дата звернення: 20.10.2025).
6. Satisfying Deep Clean! URL: <https://www.youtube.com/@YldzYkamaYaglamaServisi> (дата звернення: 20.10.2025).
7. Solar panel. *Encyclopedia Britannica*. URL: <https://www.britannica.com/technology/solar-panel> (дата звернення: 20.10.2025).
8. The US Department of Energy. URL: <https://www.energy.gov/save> (дата звернення: 20.10.2025).

- **Катерина Манько,**
учениця 9 класу Львівського фізико-математичного ліцею
при Львівському національному університеті
імені Івана Франка
- **Науковий керівник:**
Колдун В. П.,
завідувач Ресурсно-методичного центру
науково-дослідницьких технологій
Навчально-виховного комплексу
«Школа комп'ютерних технологій –
Львівський технологічний ліцей»

Невтомна турбіна

Робиться дуже багато спроб створити перетворювач енергії морських хвиль на механічну й електричну енергію. Усі ці задуми мають різні конструктивні ідеї та різні масштаби, але зразки дуже швидко припиняють роботу з причини швидкого руйнування через зародження та розвиток втомних тріщин.

Тому темою проєкту стало розроблення такої конструкції перетворювача енергії морських хвиль, яка під час роботи не зазнавала б знакозмінних напружень, що їх викликають втомні тріщини.

Гіпотеза. Монолітний циліндр з асиметричними боковими камерами й без рухомих елементів під час дії морських хвиль буде зазнавати періодичних, але не знакозмінних навантажень, що значно збільшить ресурс його роботи.

Щоб асиметричні камери без зайвих витрат енергії виходили з води із підвітряного боку турбіни, в них було зроблено дренажні отвори, крізь які в камеру дуже швидко заходить повітря і баластна вода в камері не чинить опору обертанню турбіни.

З навітряного боку – там, де хвилі заповнюють ці камери, крізь дренажні отвори буде втрачатися невелика кількість води, але з огляду на різницю у густині та в'язкості води й повітря, це буде менше одного відсотка води. Що і було пе-

ревірено на спеціально розробленій та виготовленій експериментальній установці.

Під час роботи над проектом було створено дієвий макет турбіни, всі досліди на якому пройшли цілком успішно: монолітна турбіна з асиметричними камерами здатна обертатися тільки в одному напрямку й у процесі перетворення енергії морських хвиль на енергію власного руху не зазнавала знакозмінних напружень у конструкції. Тому її було названо невтомною турбіною.

Головна проблема всіх проектів з освоєння енергії морських хвиль полягає в тому, що хвилі викликають в конструкціях перетворювачів знакозмінні напруження, в конструктивних елементах утворюються та прогресують втомні тріщини, які призводять до руйнування конструкції. Додатковий матеріал в установках також не допомагає, бо це додаткова вага і, як наслідок, додатковий момент інерції.

З іншого боку, кораблі й портові споруди якимось же витримують удари морських хвиль, навіть штормові удари. Причина такої стійкості в тому, що хвилі на кораблі та портові споруди діють хоч і імпульсно, та не знакозмінно. Хвилі атакують борт корабля завжди з одного боку, і викликане такими ударами напруження матеріал борта витримує якщо не з легкістю, то без утворення мікротріщин, які швидко об'єднуються в одну велику розколину.

Найбільш вдалим технічним рішенням з трансформації енергії хвиль є турбіна Михайла Литовченка. Його розробка може забезпечити енергією й прісною водою ферму або невелике виробництво. Ця система працює через рух турбін внаслідок крутних моментів, створених хвилями. Але така турбіна має один суттєвий недолік – систему клапанів, крізь які проходить вода. Головна проблема цих клапанів – їх потрібно буде змінювати через певний проміжок часу, бо відбувається потрапляння всередину різних сторонніх тіл, що будуть заважати нормальній роботі. Тому я прийняла рішення створити турбіну взагалі без клапанів.

Спочатку було проведено дослід з замірювання часу заповнення камери водою і повітрям крізь калібрований отвір. У результаті доказано, що повітря практично в тисячу разів швидше заповнює камеру, ніж з нього витікає вода.

Враховуючи очікуване обертання турбіни, доходимо висновку, що варто відмовитись від клапанів взагалі, що стало можливим завдяки зміні геометрії камер і висвердлюванню в них дренажних отворів.

Моя турбіна — це, власне, циліндр, що плаває на поверхні води, до якого прикріплено ряд відсіків, що послідовно наповнюються водою. Маса води, нагнана хвилею у відсік, створює крутний момент, і турбіна починає рухатись. Під час робити цієї установки не виявлено жодних матеріалів, що зазнавали б знакозмінних навантажень, тобто така турбіна є довговічною.

У той момент, коли відсік виринає з води, він ще повний рідини, яка тягне його вниз під дією сили тяжіння. Це гальмує рух турбіни, тому було зроблено малі отвори на дні кожного відсіку, щоб у разі виринання відсіку з води крізь отвір моментально заходило повітря і рідина виливалася. Це значно пришвидшило рух турбіни, попри те, що втрачається 1 % води. Завдяки формі турбіна може рухатися лише в один бік.

Для перевірки гіпотези було виготовлено експериментальну установку, на якій проведено низку досліджень. Запропонована конструкція турбіни з асиметричними камерами, обладнаними дренажними отворами, здатна перетворювати енергію хвиль на енергію механічного обертання турбіни без зазнавання знакозмінних втомних напружень — власне тому вона і «невтомна». Відсутність рухомих елементів звільняє від обслуговування та ремонту.

Висновок. Гіпотеза підтвердилася: монолітна турбіна з асиметричними відсіками здатна перетворювати енергію колювання хвиль на енергію власного обертання, не потребуючи постійної дефектоскопії та ремонтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Втома металу. Що це? *Стіллар*. URL: <https://ssc.org.ua/ua/vtoma-metalu-shcho-se> (дата звернення: 20.10.2025).
2. Гідравлічна турбіна. *Вікіпедія*. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B1%D1%96%D0%BD%D0%B0 (дата звернення: 20.10.2025).

3. Гідроенергетика. *LibreTexts*. URL: [https://ukrayinska.libretexts.org/%D0%91%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE_%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%88%D0%BD%D1%94_%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B5_\(Ha_and_Schleiger\)/05%3A_%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F/5.03%3A_%D0%92%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/5.3.05%3A_%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0](https://ukrayinska.libretexts.org/%D0%91%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE_%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%88%D0%BD%D1%94_%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B5_(Ha_and_Schleiger)/05%3A_%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F/5.03%3A_%D0%92%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/5.3.05%3A_%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) (дата звернення: 20.10.2025).
4. Іванчук Я. В., Іскович-Лотоцький Р. Д. Гідравліка, гідрота пневмоприводи : навч. посіб. Ч. 1 : Основні закони, рівняння і визначення. Вінниця : ВНТУ, 2019.
5. Литовченко М. М. Хвильова опріснювальна установка. URL: <https://gmi.nmu.org.ua/ua/nauka/Publications/2015/man/%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%20%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%B2%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%202015%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4.pdf> (дата звернення: 20.10.2025).
6. Модульна електростанція Михайла Литовченка. *День*. URL: <https://day.kyiv.ua/article/den-ukrayiny/modulna-elektrostantsiya-mykhayla-lytovchenka> (дата звернення: 20.10.2025).
7. Energy Absorbing Breakwater: зелена енергія з водних хвиль. URL: <https://ucluster.org/blog/2022/07/energy-absorbing-breakwater-zelena-energija-z-vodnyh-hvylij/> (дата звернення: 20.10.2025).
8. JetStream Max: Anatomy of a Wave. NOAA. URL: <https://www.noaa.gov/jetstream/ocean/waves/jetstream-max-anatomy-of-wave> (дата звернення: 20.10.2025).

- **Кірена Левицька,**
учениця 9 класу Навчально-виховного комплексу
«Школа комп'ютерних технологій –
Львівський технологічний ліцей»
- **Науковий керівник:**
Колдун В. П.,
завідувач Ресурсно-методичного центру
науково-дослідницьких технологій
Навчально-виховного комплексу
«Школа комп'ютерних технологій –
Львівський технологічний ліцей»

Використання штучного інтелекту для раннього виявлення проблем довкілля

Сучасні екологічні виклики потребують швидких і технологічних рішень для моніторингу стану навколишнього природного середовища. У цій роботі розглядається підхід до раннього виявлення екологічних проблем на основі автоматичного аналізу зображень. Проблематика дослідження полягає в недостатній кількості відкритих рішень для виявлення хвороб дерев за фотографіями, особливо у міських і лісових екосистемах.

Завдання проєкту – створення програми, що аналізує фотографії, розміщені в інтернеті, з метою виявлення ознак екологічних порушень, зокрема хвороб дерев або пошкоджень рослинності.

Об'єкт дослідження – екологічний стан довкілля, який випадково фіксується і є фоном фотографій, зроблених користувачами.

Предмет дослідження – програмна система для автоматичного виявлення хвороб дерев за зображеннями.

Актуальність. Щو раніше виявлено екологічну проблему, то більше шансів на її усунення та мінімізацію шкоди довкіл्लю. Автоматичний аналіз зображень дає можливість оперативно знаходити такі проблеми без виїздів спеціалістів на місцевість.

Наукова новизна. У проєкті запропоновано використання фонових зображень, які зазвичай не є предметом дослідження, але можуть містити важливу екологічну інформацію. Такий підхід дає змогу створити новий інструмент моніторингу стану навколишнього природного середовища.

Для реалізації проєкту було сформовано набір даних із фотографій дерев, зроблених з допомогою смартфонів та фотоапаратів. Зображення були промарковані вручну в Label Studio, після чого датасет поділено на тренувальну та тестову вибірки. Модель «YOLO11s» навчалася у середовищі Google Collab із використанням GPU, що забезпечило швидке тренування та високу точність виявлення пошкоджень листя та кори.

Отримані результати засвідчили, що модель ефективно розпізнає патологічні ознаки на зображеннях, особливо за достатнього освітлення та правильної відстані до об'єкта. Виявлено, що якість аналізу залежить від умов знімання, тому заплановано розширення набору даних і впровадження методів збільшення вибірки. Також передбачено подальше масштабування системи для аналізу водних екосистем.

У підсумку створена модель демонструє перспективність використання штучного інтелекту для екологічного моніторингу. Її застосування може значно спростити виявлення екологічних проблем, зменшити витрати на польові дослідження та сприяти збереженню природних ресурсів.

Тема автоматичного аналізу стану дерев за допомогою штучного інтелекту поки що не є широко дослідженою. Хоча є загальні підходи до розпізнавання хвороб рослин на основі зображень, більшість із них зосереджена на сільськогосподарських культурах, таких як пшениця, кукурудза чи виноград. Натомість аналіз саме лісових дерев і міських зелених насаджень залишається недостатньо розвиненим напрямом, а відсутність відкритих досліджень, публічних датасетів і стандартизованих методів опрацювання ускладнює його розвиток. Саме тому у мене виникла мотивація розвивати власні моделі та методи аналізу стану дерев, орієнтовані на екологічний моніторинг. Розроблення таких систем може справити значний вплив не лише на наукові дослідження,

а й на практичні сфери – управління лісами, моніторинг міських насаджень і збереження біорізноманіття.

Розроблена модель призначена для автоматичного аналізу стану дерев за фотографіями. Основна мета – виявлення ознак хвороб або пошкоджень кори та листя.

Спочатку планувалось використання камер спостереження, але через обмеження доступу до систем спостереження (правові, технічні, безпекові чинники) було прийнято рішення змінити джерело даних й використовувати звичайні камери (смартфони, фотоапарати), що дало б змогу зібрати якісний та різноманітний датасет.

Для маркування зображень застосовано Label Studio, де вручну виділялися зони, уражені хворобою. Сформований набір було автоматично розділено скриптом Python: 90 % для навчання, 10 % для перевірки результатів.

Спочатку тестувалася модель «YOLOv8», але пізніше проєкт перейшов на «YOLO11s», яка показала кращу продуктивність. Вхідними даними стали фотографії дерев у форматі JPG/PNG, а вихідними – позначені області з типом пошкодження.

Перед початком навчання всі зображення були підготовлені та поділені на тренувальну і тестову вибірки. Модель навчалася в середовищі Google Collab із використанням GPU, що дало можливість скоротити час тренування та підвищити точність результатів. На етапі тестування модель показала хорошу точність розпізнавання хвороб на зображеннях дерев, особливо листових патологій.

Виявлено, що якість результатів залежить від освітлення та відстані до дерева. Для підвищення ефективності планується розширення набору даних та використання збільшеного датасету.

У перспективі система буде розширена до аналізу води (стану водойм) і створення карти поширення хвороб, що дасть можливість інтегрувати її в екологічні моніторингові системи.

Щодо масштабування: модель можна розгорнути у вигляді вебсервісу або мобільного застосунку, який прийматиме фото дерев і здійснюватиме оцінювання стану.

Розроблена модель демонструє перспективний напрям застосування штучного інтелекту для моніторингу лісових екосистем.

Модель уможлиблює автоматизацію процесу виявлення хвороб дерев, що потенційно зменшує потребу у виїздах експертів на місце.

У майбутньому це сприятиме підвищенню ефективності природоохоронних заходів, зменшенню витрат на моніторинг і кращому розумінню екологічних процесів, а в аспекті екологічного впливу – збереженню зелених зон і запобіганню деградації природних об'єктів через раннє виявлення проблем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Розум І. В., Литвин В. В. Застосування штучного інтелекту для моніторингу екологічного стану довкілля. *Вісник Львівського університету. Серія «Прикладна математика та інформатика»*. 2022. № 27. С. 45–52.
2. Anaconda. URL: <https://share.google/JPgBKBQRdAkdlk34S> (дата звернення: 20.10.2025).
3. Google Colab. URL: https://colab.research.google.com/github/EdjeElectronics/Train-and-Deploy-YOLOModels/blob/main/Train_YOLO_Models.ipynb (дата звернення: 20.10.2025).
4. How to Train YOLO Object Detection Models in Google Colab (YOLO11, YOLOv8, YOLOv5). URL: <https://youtu.be/r0RspiLG260?si=0hrOM08ILm65HxMV> (дата звернення: 20.10.2025).
5. Label Studio. URL: https://labelstud.io/?utm_source (дата звернення: 20.10.2025).

- **Гордій Кузьмінський,**
учень 9 класу Львівського
фізико-математичного ліцею
при Львівському національному
університеті імені Івана Франка
- **Науковий керівник:**
Колдун В. П.,
завідувач Ресурсно-методичного центру
науково-дослідницьких технологій
Навчально-виховного комплексу
«Школа комп'ютерних технологій –
Львівський технологічний ліцей»

Роботизований помічник пожежника

Пожежі є страшним лихом і для людей, і для довкілля. При чому у випадку антропогенних пожеж навколишнє природне середовище отримує потрійний удар – спочатку від пожежі, потім під час ліквідації наслідків і повторного продикування втрачених матеріальних цінностей з відповідним викидом промислових відходів.

Для своєчасного реагування на пожежі люди потребують належного обладнання, наприклад вогнегасників. Проте зазвичай усі необхідні речі або навіть цілі пожежні щитки ховають через їхній неестетичний вигляд.

Щоб відповідати вимогам пожежної безпеки, ми додали до пожежного щитка систему, що робить його мобільним, корисним у багатьох ситуаціях, коли людина в паніці або через відсутність попереднього інформування про місце розташування вогнегасника не може вчасно зреагувати на виникнення пожежі.

Винайдений пожежний щиток у випадку фіксування пожежі чи загоряння рухається в її напрямку, доставляючи вогнегасник у потрібне місце для вчасного гасіння полум'я чи надання речей захисту від вогню у неконтрольованих ситуаціях.

Вислів «боятись як вогню», чи схожі за значенням фразеологізми, є у словнику кожного народу. Та це і зрозуміло, оскільки ще з епохи древнього палеоліту вогонь є не тільки нашим вірним помічником, а й лютим ворогом, здатним завдати величезних збитків і спричинити численні людські жертви.

Навколишнє природне середовище страждає тричі: під час самої пожежі, у процесі ліквідації її наслідків і продукування нових матеріальних цінностей замість спалених.

Якщо уважно проаналізувати часові етапи будь-якої пожежі, то вона завжди розпочинається з невеличкого джерела займання, яке на початку можна було погасити засобами, наявними в будь-якому приміщенні, наприклад вогнегасником, що має бути в кожній установі.

Та, на жаль, пожежі не часто ліквідовуються на ранній стадії. І цьому прикрому факту є кілька об'єктивних та суб'єктивних причин. Головна з об'єктивних — страх (згадаймо вислів «боятись як вогню»), який особливо посилюється, коли вогонь супроводжується ще й чадним димом, що заповнює все приміщення. А головна суб'єктивна причина — навіть тоді, коли в приміщенні, де спалахнула пожежа, є людина, здатна її погасити, вона не завжди знає, де розміщено вогнегасник.

На початку пожежі дорога кожна секунда. Якщо людина не помітила, де є вогнегасник до задимлення, то тим паче не знайде його у цілковитому диму, особливо тоді, коли інші ввімкнули режим «боятись як вогню» — з криками, біганням, панікою, потребою допомагати з евакуацією.

Вогнегасники не є витворами мистецтва, здатними прикрасити інтер'єр, тому їх засовують у найвіддаленіші кутки. Навіть державні норми пожежної безпеки дозволяють розташовувати вогнегасники та інші засоби пожежогасіння в десятках метрів від ймовірного джерела займання, що в умовах сучасної архітектури означає «десь там, в кінці лабіринту з коридорів та перегородок».

У критичних ситуаціях люди зазвичай опускаються до рівня рефлексів, тому є гостра потреба за перших проявів пожежі, а краще навіть у випадку загрози, винести вогнегасники та інші засоби пожежогасіння з віддалених кутків до магістральних коридорів, де є скупчення людей, здатних ними скористатись.

Вчасно подавши засоби пожежогасіння в місця скупчення людей, ми стимулюватимемо своєчасне їх використання з великою ймовірністю недопущення великої пожежі.

Постає запитання: «А що заважає розташувати вогнегасники одразу в цьому місці». Багато що заважає: дизайнерські рішення, корпоративний стиль тощо.

Але навіть якщо вогнегасники будуть розташовані в головному коридорі, їх сховають у дизайнерську шафу чи ще десь і під час пожежі просто не помітять.

Для перевірки гіпотези був виготовлений дієвий макет роботизованого помічника пожежника, який складається з ходової частини під керуванням Arduino-UNO, вогнестійкої оболонки та вогнегасників, змонтованих поверх неї.

Експериментальна перевірка на макеті пройшла цілком успішно.

Великою проблемою пожежних систем є занадто висока ціна помилки, тому всі датчики мають штучно знижену чутливість і реагують тільки на явне полум'я. А от виїзд роботизованого помічника пожежника у коридор офісу не такий вартісний, як приїзд пожежної машини з командою пожежників, тому важливо, щоб такий помічник міг мати власні датчики диму і займання підвищеної чутливості, що дасть можливість ліквідувати пожежу в самому їх зародку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. Чинний з 01.01.2020. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_8828_2019.pdf (дата звернення: 20.10.2025).
2. Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#n13> (дата звернення: 20.10.2025).
3. Arduino. URL: <https://www.arduino.cc/> (дата звернення: 20.10.2025).
4. Catastrophes. Facts + Statistics: Fire. URL: <https://www.iii.org/fact-statistic/facts-statistics-fire#Fire%20losses> (дата звернення: 20.10.2025).

5. Fire loss in the United States. *NFPA*. URL: <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Data-research-and-tools/US-Fire-Problem/Fire-loss-in-the-United-States> (дата звернення: 20.10.2025).
6. Stepka Z., Azuri I., Kolska L. and oth. Hidden Signatures of Early Fire at Evron Quarry (1.0 to 0.8 Mya). *PNAS*. 2022. Vol. 119, No 25, e2123439119. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.2123439119>.

■ **Анна Тимків,**
учениця 11 класу Дрогобицького
механіко-технологічного
фахового коледжу

■ **Науковий керівник:**
Бенько І. П.,
викладачка географії Дрогобицького
механіко-технологічного
фахового коледжу

Економіка споживання

Сучасні підлітки живуть у світі, де реклама, соціальні мережі та мода активно формують споживчу поведінку. Часто покупки здійснюються імпульсивно, без аналізу реальної потреби. Такі звички не лише впливають на сімейний бюджет, а й спричиняють надмірне виробництво і, як наслідок, забруднення довкілля. Проект «Економіка споживання» допоможе здобувачам освіти переосмислити власні споживчі звички, навчитися планувати витрати, критично оцінювати рекламу та формувати культуру відповідального споживання – що цілком відповідає цілі сталого розвитку № 12 [1, с. 3].

Ми щодня щось купуємо: одяг, їжу, гаджети тощо, але не задумуємося, як наші придбання впливають на економіку, навколишнє природне середовище і навіть на сімейний бюджет.

Саме тому я вирішила здійснити дослідження, щоб зрозуміти, як здобувачі освіти можуть споживати розумно та відповідально, згідно з ціллю сталого розвитку № 12 «Відповідальне споживання».

Мета дослідження — проаналізувати власні споживчі звички та навчитися планувати покупки так, щоб зменшити кількість непотрібних витрат, а також дослідити структуру споживчих витрат, визначити співвідношення між необхідними та надлишковими покупками, розробити рекомендації щодо формування раціонального споживання серед здобувачів освіти.

Ідея проєкту полягає у тому, щоб навчитися самостійно оцінювати своє споживання, а потім поділитися цими знаннями з однокласниками, друзями та родиною — за принципом «Навчився сам — навчи інших».

Для цього проведено аналіз покупок, здійснених протягом дня, і розподіл їх за трьома категоріями:

1) необхідні покупки (харчові продукти, вода, одяг, житло) — ці товари є основними, без яких людина не може жити, на відміну від другорядних потреб;

2) імпульсивні покупки (придбання товару або послуг, які робляться спонтанно, під впливом емоцій, зовнішніх чинників (солодощі біля каси);

3) покупки під впливом реклами (це рішення про купівлю, які приймаються під тиском психологічних прийомів, що використовуються в рекламі, а не на основі раціональної потреби).

Завдання проєкту

1. Зібрати дані про особисті покупки протягом одного дня.
2. Класифікувати витрати за категоріями: необхідні, імпульсивні, під впливом реклами.
3. Провести аналіз зібраних даних, побудувати діаграму структури витрат.
4. Сформулювати висновки про частку надлишкових покупок і визначити шляхи її зменшення.

Моє дослідження:

- спостереження та самоаналіз (аналіз покупок протягом одного дня);
- порівняльний аналіз отриманих даних (аналіз результатів дослідження);
- візуалізація результатів (створення діаграми).

Таблиця записів покупок

Дата	Назва товару	Вартість (грн)	Причина покупки (потреба / імпульс / реклама)
08.11.2025	масло	110	потреба
08.11.2025	чипси	60	імпульсивна покупка
08.11.2025	аксесуари для телефону	30	вплив реклами

Результати дослідження

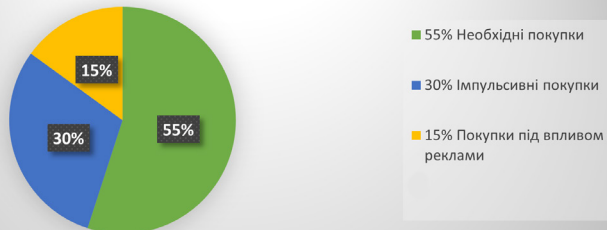
$110 + 60 + 30 = 200$ грн.

Необхідні покупки (потреба) – 55 %
($110 \text{ грн} / 200 \text{ грн} \times 100 \% = 55 \%$).

Імпульсивні покупки – 30 %
($60 \text{ грн} / 200 \text{ грн} \times 100 \% = 30 \%$).

Покупки під впливом реклами – 15 %
($30 \text{ грн} / 200 \text{ грн} \times 100 \% = 15 \%$).

Діаграма структури споживчих витрат



Висновок. Майже половина покупок не є життєво необхідними, отже, можна зменшити витрати на 30–40 %, якщо планувати покупки заздалегідь і уникати спокуси купувати те, що не потрібно.

З цього дослідницького проекту я зрозуміла, що кожний здобувач освіти може здійснити внесок у сталий розвиток: по-перше, бути відповідальним споживачем; по-друге, навчати інших, як це робити. Отже, економіка споживання — це не лише про гроші, а й про екологічну свідомість, розумне використання ресурсів і турботу про майбутнє.

Проект «Економіка споживання» сприяє вихованню в здобувачів освіти відповідального ставлення до власних ресурсів і довкілля, формує критичне мислення та навички самостійного дослідження. Реалізація такого проекту в навчальному процесі розвиває соціальну компетентність здобувачів освіти та сприяє реалізації принципу «Навчився сам — навчай інших».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Програма розвитку ООН. Цілі сталого розвитку. Нью-Йорк : ООН, 2015. 48 с.
2. Кравченко О. Економічна освіта і формування екологічної свідомості школярів. *Педагогічний вісник*. 2021. № 3. С. 44–49.

- **Андріяна Уніят,**
учениця 10 класу Комунального закладу
Львівської обласної ради
«Бориславський мистецький ліцей»
- **Науковий керівник:**
Басюк В. А.,
вчителька хімії Комунального закладу
Львівської обласної ради
«Бориславський мистецький ліцей»

Дослідження екологічного сліду швидкої моди та розроблення моделі популяризації свідомого споживання одягу серед молоді

Індустрія швидкої моди (fast fashion), що ґрунтується на надмірному виробництві та споживанні, є однією із найбільш забруднювачів планети. Галузь відповідає за приблизно 10 % світових викидів вуглецю та є значним споживачем води (до 2700 літрів на одну бавовняну футболку) [1, с. 5]. Невідповідність цієї моделі принципам сталості зумовлює пряму суперечність із ціллю сталого розвитку № 12 «Відповідальне споживання та виробництво» [2].

Актуальність роботи полягає в необхідності інформування молоді про екологічні наслідки їхніх купівельних рішень.

Мета роботи – проаналізувати ключові аспекти негативного впливу швидкої моди на довкілля, оцінити рівень обізнаності учнівської молоді з цієї проблеми та розробити практичні рекомендації для популяризації етичного споживання одягу.

Об'єкт дослідження – екологічний вплив виробництва й утилізації продукції індустрії швидкої моди, а також споживча поведінка і рівень обізнаності учнівської молоді КЗ ЛОР «Бориславський мистецький ліцей».

Дослідження проводилося у жовтні 2025 року та мало комплексний характер. Використано теоретичний аналіз наукових даних щодо хімічного забруднення та мікропластику

від синтетичних тканин [3, с. 139]. Встановлено, що розкладання синтетичних матеріалів на полігонах може тривати до 200 років [3, с. 140].

Проведено імітоване соціологічне опитування серед 45 учнів 8–11 класів з метою оцінювання їх споживчих звичок. Обсяг вибірки вважається достатнім для виявлення основних тенденцій споживання у шкільній спільноті. Отримані дані були опрацьовані математично-статистичним методом.

Результати дослідження

Теоретичний аналіз засвідчив, що ключовими екологічними загрозами є надмірне водоспоживання, хімічне забруднення стічними водами (токсичні барвники), викиди парникових газів та мікропластик від синтетичних тканин (поліестер, нейлон). Розкладання синтетичного одягу на полігонах може тривати до 200 років.

Результати імітованого опитування молоді: виявлено, що 60 % опитаних купують новий одяг частіше, ніж раз на два місяці, демонструючи високу залученість до циклу швидкої моди [4, с. 122].

Обізнаність та мотивація: лише 25 % респондентів змогли чітко пояснити термін «швидка мода» і лише 15 % вказали екологічність як головний фактор покупки.

Потенціал змін: найбільш прийнятними альтернативами для молоді виявилися купівля уживаного одягу (секонд-хенд) (40 %) та обмін одягом (своп-вечірки) (30 %), а головною перешкодою для етичного споживання названо високу ціну (55 % відповідей).

Висновок. Попри загальну обізнаність про екологічні проблеми, практичні навички та мотивація до усвідомленого споживання серед молоді є недостатніми. Для розв'язання проблеми була розроблена концепція шкільної кампанії «Ethical Wardrobe: 3R + Repair», згідно з якою пропонується:

- організація регулярних swap-day (днів обміну одягом) у закладі;
- проведення майстер-класів з ремонту та перешиття одягу (repair and upcycle) [5];
- створення інформаційних плакатів про вплив текстилю на екологію та переваги купівлі місцевих, довговічних брендів.

Реалізація цієї моделі сприятиме формуванню відповідальних споживчих звичок та підвищенню екологічної безпеки у шкільній спільноті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. The Environmental Costs of Fast Fashion. *UNEP*. URL: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/environmental-costs-fast-fashion> (дата звернення: 10.10.2025).
2. Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 21.12.2017 № 2059-VIII. *Відомості Верховної Ради України*. 2018. № 5.
3. Гунчак С. С. Вплив індустрії «швидкої моди» на навколишнє середовище та перспективи «повільної моди». *Економіка та суспільство*. 2020. № 23. С. 136–141.
4. Пасічний М. О. Свідоме споживання та циклічна економіка: європейський досвід та українські реалії. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2021. Вип. 39. С. 120–125.
5. Driving Sustainable Consumption and Production. *Un Alliance for Sustainable Fashion*. 2024. URL: <https://unfashionalliance.org/> (дата звернення: 10.10.2025).

- **Софія Коваленко,**
учениця 9 класу Приватного закладу
загальної середньої освіти II–III ступенів
«Гімназія А+»
- **Науковий керівник:**
Тимощук О. Б.,
вчителька хімії Приватного закладу
загальної середньої освіти II–III ступенів
«Гімназія А+»,
кандидат хімічних наук

Перетворення побутових харчових відходів на біорозкладні матеріали: шлях до зменшення пластикового забруднення та реалізація принципів циркулярної економіки

Проблема зростання обсягів твердих побутових відходів (ТПВ), особливо органічної фракції, що представлена побутовими харчовими відходами (ПХВ), набула критичного глобального значення. Традиційні моделі поводження з відходами, які передбачають їхнє захоронення на полігонах, призводять до значного екологічного навантаження, у тому числі викидів метану й забруднення ґрунту. Водночас масове використання традиційного пластику спричиняє безпрецедентне забруднення довкілля, потребуючи невідкладних рішень, що ґрунтуються на принципах циркулярної економіки та сталого розвитку [1].

Біорозкладні матеріали — це речовини, які природним чином розпадаються під дією мікроорганізмів, води, кисню та температури на воду, біомасу та гази (вуглекислий газ або метан) за відносно нетривалий час [2]. Процес розкладання — це розщеплення матеріалу на мікрочастинки внаслідок ослаблення полімерних ланцюгів під впливом сонячного світла, тепла і вологи. Ключова властивість таких матеріалів — здатність розкладатися під дією бактерій, грибів та інших мікроорганізмів і перетворюватись на прості, нешкідливі речовини, такі як вода, CO_2 і біомаса [3].

Мета дослідження полягає у розробці та експериментальному створенні біорозкладних полімерних матеріалів (біопластиків) на основі доступної вторинної сировини – побутових харчових відходів для зменшення залежності від традиційного пластику та мінімізації негативного впливу ТПВ на довкілля. Для дослідження були обрані харчові відходи, багаті на біополімери – картопляне лушпиння, яблучні жмихи й кавава гуща.

Усі досліджені ПХВ виявилися придатними для виготовлення біорозкладних матеріалів.

Фізичні властивості:

- картопляне лушпиння: зразки, виготовлені з крохмалю картопляного лушпиння, виявили найкращу гнучкість серед усіх матеріалів;

- кавава гуща: отриманий матеріал відрізнявся підвищеною жорсткістю та міцністю;

- яблучні жмихи: такі зразки мали проміжні властивості.

Усі отримані матеріали продемонстрували здатність до повного біорозкладання в природному середовищі, підтверджуючи їхню екологічну безпеку:

- біополімер з картопляного лушпиння повністю розклався через 4 тижні;

- біополімер з яблучних жмихів повністю розклався через 8 тижнів;

- біополімер з кававої гущі повністю розклався через 12 тижнів.

Результати та висновки

Створені матеріали продемонстрували здатність до біологічного розкладання у лабораторних умовах, що є критично важливою характеристикою для екологічних альтернатив. З побутових харчових відходів (картопляне лушпиння, яблучні жмихи, кавава гуща) було успішно отримано якісні біорозкладні матеріали. Отже:

- 1) дослідження доводить перспективність використання ПХВ як доступної та ефективної сировини для створення біорозкладних матеріалів, що може стати важливим кроком на шляху до сталого майбутнього;

- 2) використання таких відходів є дешевшою та більш екологічною альтернативою традиційним біопластам, виготовленим із харчових культур;

3) робота засвідчила, що навіть звичайні побутові відходи можуть стати цінною сировиною для екологічного майбутнього, а це не лише спосіб зменшити пластикове забруднення, а й шлях до раціонального використання ресурсів.

Використання ПХВ як сировини дає можливість:

- зменшити обсяги органічних відходів, що надходять на полігони;
- створити цінний продукт із ресурсу, який раніше вважався сміттям;

• запропонувати реальну, економічно вигідну альтернативу традиційним пластикам у певних галузях застосування.

Таким чином, дослідження підтвердило, що побутові харчові відходи є перспективною та доступною сировиною для розробки інноваційних біорозкладних матеріалів. Подальші дослідження будуть зосереджені на оптимізації рецептури та масштабуванні виробництва. Впровадження таких рішень сприятиме значному зменшенню навантаження на полігони, зниженню кількості побутових відходів та відкриє нові можливості для інновацій у сфері зеленої економіки та сталого розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Чинний з 01.07.2016. URL: <https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2018/%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3%208302%20%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9.pdf> (дата звернення: 20.10.2025).
2. Abe M. M., Martins J. R., Sanvezzo P. B. et al. Advantages and Disadvantages of Bioplastics Production from Starch and Lignocellulosic Components. *Polymers*. 2021. Vol. 13. P. 2484.
3. Díez-Pascual A. M. Biopolymer Composites: Synthesis, Properties and Applications. *Int. J. Mol. Sci.* 2022. Vol. 23 (4). P. 2257.

■ **Дар'я Брижак,**
учениця 11 класу Українського гуманітарного ліцею
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

■ **Науковий керівник:**
Білоусова А. О.,
асистентка кафедри хімічних технологій
композиційних матеріалів Національного
технічного університету України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Екологічна розробка мила-скрабу з вторинним використанням перлітових матеріалів

Використання значних обсягів перліту без подальшого перероблення або повторного залучення у виробничі процеси призводить до значного накопичення їх в навколишньому середовищі [1]. У зв'язку з цим актуальним є розроблення технологічних рішень, спрямованих на повторне використання перліту.

Метою роботи стала розробка рецептури мила-скрабу на основі залишкової фільтрувальної суміші після вінтеризації соняшникової олії.

Завдання дослідження:

- підібрати компоненти для розроблення рецептури;
- провести термогравіметричний аналіз (ТГА) та визначити кількісний склад органічного залишку у фільтрувальній суміші;
- провести титриметричний аналіз досліджуваної речовини для визначення омилюваності залишкової фільтрувальної суміші;
- на основі отриманих експериментальних даних розробити рецептуру мила-скрабу й провести приготування кінцевого продукту;
- сформулювати висновки.

Об'єкт дослідження – залишкова фільтрувальна суміш перліту після вінтеризації соняшникової олії.

Предмет дослідження – потенціал залишкової фільтрувальної суміші в розробці основи для мила-скрабу.

У цих тезах представлено результати термогравіметричного та титриметричного аналізів, рецептуру мила-скрабу та фото отриманого продукту.

У процесі ТГА було встановлено, що в наявному зразку відпрацьованого перліту міститься близько 48 % органічного залишку.

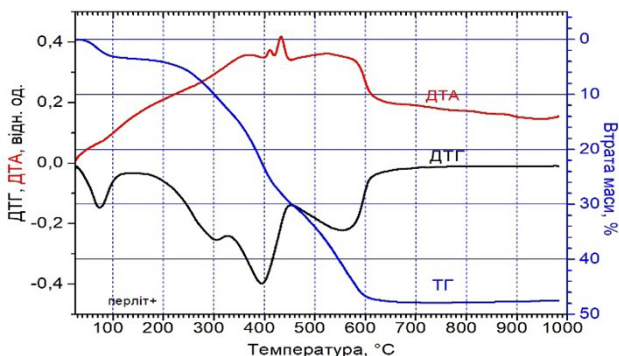


Рисунок 1. Термогравіметричний аналіз зразка відпрацьованого перліту

З метою визначення омилюваності органічного залишку було проведено титриметричний аналіз. За результатами отриманих даних розраховували значення числа омилення (ЧО) – показника, що визначає кількість міліграмів лугу (КОН), необхідного для нейтралізації вільних кислот і омилення естерів в 1 г досліджуваної речовини. Розрахунок здійснювався за формулою:

$$\text{ЧО} = \frac{56,1 \times C_m \times (V_0 - V)}{m} [2].$$

Розрахунок процесу омилення

1. $m(\text{NaOH}) = \frac{m_{\text{наважки}} \times \text{ЧО} \times 0,714}{1000}$.
2. $\text{ЧО} = \frac{56,1 \times 0,5 \times 11,95}{4} = 83,8 \text{ мг КОН/г}$.
3. $m(\text{NaOH}) = \frac{150 \times 83,8 \times 0,714}{1000} = 8,975 \text{ г}$.

Число омилення органічного залишку в зразку відпрацьованого перліту (83,8 мг КОН/г) значно менше за рослинні олії (170–200 мг КОН/г) та тваринні жири (170–260 мг КОН/г) [3]. Таким чином, можна зменшити необхідну кількість гідроксиду калію для омилення, що є економічно доцільним у виробництві.

Для створення мильної основи скрабу було взято:

- луг (NaOH) – 8,975 г;
- перліт з органічним залишком ($\approx 48\%$) – 150 г;
- воду (H_2O) – 75 г;
- ПАР (лауретсульфат натрію) – 4,875 г;
- пігменти та віддушки.

Після виконання розрахунків і підготовки компонентів було замішано мильну основу (рис. 2).



Рисунок 2. Готова суміш мила-скрабу

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Perlite. Mineral Commodity. *USGS Publications Warehouse*. Summaries. 2025. URL: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2025/mcs2025-perlite.pdf> (дата звернення: 20.10.2025).
2. Saponification Value Formula Derivation. *BYJU'S*. 2022, March 20.

URL: <https://byjus.com/chemistry/saponification-value-formula-derivation/> (дата звернення: 20.10.2025).

3. Reference Guide to Saponification Values of Common Oils & Fats in Cosmetics. *Alfa Chemistry Cosmetics*. 2025, April 28. URL: <https://cosmetics.alfa-chemistry.com/resources/reference-guide-to-saponification-values-of-common-oils-fats-in-cosmetics.html> (дата звернення: 20.10.2025).

- **Аріна Грудницька,**
учениця 11 класу Криворізького ліцею № 123
Криворізької міської ради,
членкиня гуртка «Біологія»
Комунального позашкільного навчального закладу
«Мала академія наук учнівської молоді»
Дніпропетровської обласної ради»
- **Науковий керівник:**
Шведун Г. Г.,
вчителька біології Криворізького ліцею № 123
Криворізької міської ради

Склад і властивості ґрунтів як умова сингенезу постмайнінгових територій Криворіжжя

Криворіжжя є природно-територіальним комплексом найбільш антропогенно змінених регіонів держави, районом тривалого посиленого впливу техногенезу [1]. Екологічними наслідками видобування корисних копалин є порушення рельєфу, зміни геологічних умов і мікроклімату, знищення ґрунтів, погіршення умов життя рослин і тварин. Ця робота орієнтована на ціль сталого розвитку № 6, а саме: екологічною безпекою та якістю навколишнього середовища.

Розглядаються, зокрема, такі аспекти: аналіз екологічного стану довкілля, стан екосистем і способи його регулювання, методи моніторингу і захисту навколишнього середовища, наслідки змін екосистем суші, взаємодія людини й природи.

Дослідження присвячене аналізу ґрунтів техногенно порушених територій та їх здатності до природного сингенезу [2].

Мета роботи — виявлення залежності між складом і властивостями ґрунтів та їх здатністю до природного заростання на техногенно порушених територіях Центрально-Міського району м. Кривого Рогу [3].

Було відібрано 10 проб на залізорудному та гранітному відвалах, а також у чаші хвостосховища. Як контрольний зразок (далі — контроль) взято ґрунт Карачунівського лісу.

Під час дослідження механічного і хімічного складу ґрунтів було виявлено, що ґрунти з пробних майданчиків мають переважно слаболужну реакцію середовища на відміну від слабокислого середовища бурого лісового ґрунту. Значно більше вони відрізняються від контролю такими параметрами, як засоленість, вміст води та гумусу. В усіх зразках ґрунту активність мікроорганізмів, що руйнують целюлозу, слабка або дуже слабка, а в пробах ґрунту з чаші хвостосховища взагалі не зафіксована.

Під час польових і камеральних досліджень вивчали таксономічний склад рослинних угруповань із застосуванням геоботанічних і фітоценотичних методів і використанням Визначника рослин України. На пробних майданчиках фіксували проєктивне покриття ґрунту рослинністю, потужність і склад підстилки; здійснили облік життєвих форм рослин за класифікацією Раункієра, належність до екологічних груп за відношенням до вологості та живлення [4; 5]. Також було проведено дослідження можливості проростання насіння ячменю звичайного (*Hordeum vulgare*) в пробах субстратів постмаїнінгових об'єктів.

Отримані результати засвідчили, що техногенні ґрунти мають слаболужну реакцію, низький вміст гумусу (1,02–1,86 %), малу кількість води (0–4 %) і підвищену засоленість порівняно з контролем. Мікробіологічна активність у більшості зразків слабка або дуже слабка, а в пробах із чаші хвостосховища —

відсутня [6]. Біотестування виявило пригнічення ростових показників ячменю на більшості субстратів, хоча окремі ділянки гранітного відвалу демонстрували стимулювальний ефект.

Провідними напрямками оптимізації техногенно змінених ділянок ландшафту є фітомеліорація та фіторекультивација, які мають відповідати особливостям ландшафту і типу рослинності.

На відвалах, де сингенез відбувається природним шляхом, можна посилити його шляхом ревіталізації із застосуванням штучного озеленення. Шламонакопичувачі потребують посиленних заходів рекультивацији, яка на цій території вже застосовувалась.

На основі аналізу видової структури рослинності встановлено, що сингенез на відвалах відбувається природним шляхом, але може бути підсилений штучним озелененням (ревіталізацією) та фіторекультивацийними заходами з використанням стійких деревних і злакових видів. Для шламосховищ рекомендовано розширення експериментів із багаторічними травами (костриця, лисохвіст, тимофіївка, райграс, житняк).

Висновки

1. Механічний, морфологічний, хімічний аналіз ґрунтів визначає їх як фрагментарні ґрунти зі змішаним та дерновим типом ґрунтоутворення, а в чаші хвостосховища вони представлені дрібнозернистою піщаною фракцією.

2. Еколого-біоморфічний спектр рослинних угруповань представлений переважно стрижнекореновими багаторічниками, мезотрофами, мезофілами, степантами й рудерантами.

3. Під час перевірки ґрунтів на фітотоксичність більшість проб демонстрували пригнічення і росту, і маси як наземної, так і підземної частини проростків. Більше це проявляється у впливі на ростові процеси, ніж на утворення біомаси. У пробах 3, 4 і 5 навіть зафіксовано стимулювальний ефект. Отримані результати статистично опрацьовані з достовірністю: $P < 0,05$ %.

4. На відвалах сингенез відбувається природним шляхом. Посилити його може ревіталізація – відновлення та повернення до життя порушених гірничими роботами територій шляхом штучного озеленення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Добровольський І. А., Шанда В. І., Гаєва Н. В. Характер і напрями сингенезису в техногенних екотопах Кривбасу. *Український ботанічний журнал*. 1979. № 36 (6). С. 524–527.
2. Єременко Н. С. Сингенетичні зміни рудеральної рослинності Кривого Рогу. *Український ботанічний журнал*. 2019. № 76 (1). С. 31–41.
3. Долина О. О., Сметана О. М. Територіальна структура та класифікація ґрунтів Криворізького залізорудного басейну. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Біологія. Екологія»*. 2014. Вип. 22 (2). С. 161–168.
4. Красова О. О., Бойко Л. І., Федорчак Е. Р., Павленко А. О. Поводження з техногенними ландшафтами Криворіжжя: рекультивация, коригуюче управління, ревіталізація. *Проблеми фундаментальної, прикладної екології та екологічної освіти* : збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 90-річчю з дня народження В. І. Шанди (30 травня 2025 року, м. Кривий Ріг) / за ред.: Е. О. Євтушенка, Н. О. Ахматової. Кривий Ріг : КДПУ, 2025. С. 111–114.
5. Шанда В. І., Шанда Л. В. Ґрунт як середовище взаємовідносин рослин. *Ґрунтознавство*. 2009. Т. 10, № 1–2. С. 14–20.
6. Савосько В. М. Оцінка фітотоксичності субстратів шахтних хвостосховищ Криворіжжя. *Промислова ботаніка*. 2011. Вип. 11. С. 19–25.

- **Слізавета Янко,**
учениця 9 класу ліцею «Фінансовий»
міста Києва
- **Науковий керівник:**
Ілюхіна В. В.,
вчителька економіки ліцею «Фінансовий»
міста Києва

Відповідальне споживання як світогляд сучасного підлітка

Зростання темпів розвитку технологій у сучасному світі спричинило виникнення проблеми надмірного споживання та виробництва. Свідоме споживання – це відповідальне ставлення до покупок і використання речей: обрання лише необхідного, якісного й екологічного. Особливо актуально це для молоді, на споживчі звички якої впливають соціальні мережі й масова культура.

Мета дослідження – проаналізувати споживчу поведінку молоді та рівень сформованості культури свідомого споживання.

Індустрія моди стрімко зростає, посідаючи важливе місце в економіці, споживчих витратах та інвестиціях, проте це явище справляє негативний вплив на довкілля. За даними досліджень Європейського агентства з навколишнього середовища, близько 35 % мікропластику в океанах утворюється внаслідок прання синтетичного текстилю [1]. Джерелом цієї проблеми є швидка мода – виробництво дешевих речей із синтетичних матеріалів, що мають короткий термін використання. За даними Greenpeace, індустрія моди генерує понад 850 млн тонн CO₂ на рік і створює більше викидів, ніж морський транспорт та авіація разом узяті [2; 3]. Надвиробництво одягу призводить до накопичення відходів і марнування ресурсів, адже значна частина речей не продається та утилізується, а сама мода стає «одноразовою».

З урахуванням зазначеного можна висунути **гіпотезу**, що у сучасному світі значна частина продукції модної індустрії створюється не у відповідь на реальні потреби суспільства, а під впливом зовнішніх соціально-економічних чинників – маркетингових стратегій, динаміки модних тенденцій та концепції швидкої моди. Як наслідок, відбувається надвиробництво, зростає обсяг відходів та ресурсні втрати, що безпосередньо суперечить принципам сталого розвитку.

Для перевірки гіпотези було проведено соціологічне опитування серед учнів ліцею «Фінансовий», що дало змогу виявити ключові тенденції споживчої поведінки молоді. В опитуванні взяли участь 219 респондентів.

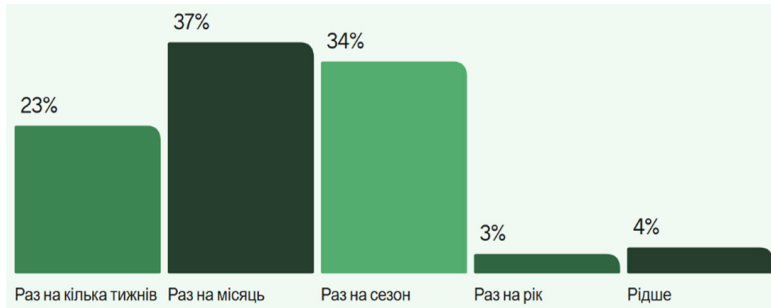


Рисунок 1. Частота купівлі нового одягу серед опитаних учнів

Понад 60 % опитаних купують новий одяг щомісяця або й частіше, і половина з цих речей надалі не використовується; ≈ 50 % респондентів мають одяг, який не носять; лише 1 % опитаних учнів передають непридатні речі на перероблення, але частина непотрібного одягу залишається без ужитку.

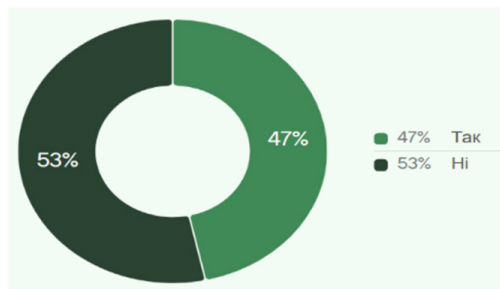


Рисунок 2. Відсоткова частка речей, куплених батьками, які потім діти не носять

Дані засвідчили розрив між споживанням і принципами сталого розвитку та необхідність розвитку культури усвідомленого вибору.

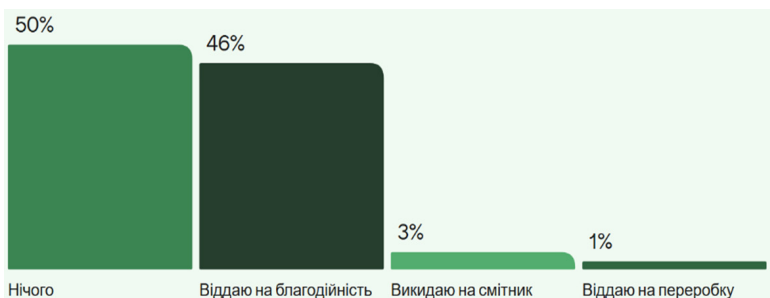


Рисунок 3. Відсоткова частка речей, які залишаються без ужитку

Принципи сталого розвитку передбачають раціональне використання ресурсів, зменшення впливу на довкілля та продовження життєвого циклу продукції. У модній індустрії це означає екологічне виробництво, перероблення матеріалів і свідоме споживання. Проте швидка зміна асортименту глобальних брендів сприяє нетривалому використанню речей і зростанню текстильних відходів. Для подолання

цієї проблеми необхідно впроваджувати комплекс заходів, спрямованих на формування культури відповідального споживання.

Одним із ключових рішень для розв'язання проблеми є використання натуральних матеріалів, що зменшує шкідливі викиди й подовжує термін носіння одягу. Ефективним вбачається розвивати напрям перероблення матеріалів. Так, бренди ZARA, H&M і Levi's впроваджують програми збирання текстилю, після чого придатні речі передають на благодійність, а решту переробляють. Такі ініціативи підтримують циркулярну модель виробництва.

Важливо змінити підхід до споживання: концепція повільної моди закликає купувати менше, але якісніше, й обирати універсальні речі. Усвідомлений вибір знижує попит на швидку моду й кількість надлишкових виробів. Необхідна також екологічна освіта, що формує культуру відповідального споживання. Поєднання виваженого виробництва, перероблення матеріалів та зміни звичок забезпечить розвиток свідомої, екологічно орієнтованої модної індустрії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Microplastics from Textiles: Towards a Circular Economy for Textiles in Europe. *European Environment Agency*. 2022. URL: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/microplastics-from-textiles-towards-a-circular-economy-for-textiles-in-europe> (дата звернення: 04.11.2025).
2. How Fast Fashion Fuels Climate Change, Plastic Pollution, and Violence. *Greenpeace*. 2023. URL: <https://www.greenpeace.org/international/story/62308/how-fast-fashion-fuels-climate-change-plastic-pollution-and-violence> (дата звернення: 04.11.2025).
3. Timeout for Fast Fashion (Fact Sheet). *Greenpeace*. 2017. URL: <https://www.greenpeace.org/static/planet4-international-stateless/2018/01/6c356f9a-fact-sheet-timeout-for-fast-fashion.pdf> (дата звернення: 04.11.2025).

- **Анастасія Лупу,**
учениця 11 класу Державного
професійно-технічного навчального закладу
«Чернівецький професійний ліцей сфери послуг»
- **Науковий керівник:**
Андрусяк Т. В.,
викладачка хімії та біології Державного
професійно-технічного навчального закладу
«Чернівецький професійний ліцей сфери послуг»

Захист та збереження біорізноманіття: виконання цілей сталого розвитку 14 та 15

Біорізноманіття є основою стійкого розвитку екосистем Землі та запорукою існування людства. Сучасні глобальні виклики — деградація природних середовищ, зміна клімату, забруднення океану й суходолу — потребують комплексних рішень, що узгоджуються з цілями сталого розвитку № 14 «Збереження морських ресурсів» та № 15 «Захист екосистем суші».

Одним із ключових завдань є збереження видового різноманіття, оскільки кожний вид виконує важливу екологічну функцію. Втрата навіть окремих популяцій призводить до порушення трофічних ланцюгів і зниження стійкості екосистем. Для цього використовуються програми відновлення популяцій, створення природоохоронних територій, моніторинг рідкісних і майже зниклих видів.

Важливим аспектом є зменшення антропогенного тиску: зниження рівня промислового забруднення, раціональне використання земель, обмеження надмірного вилову риби, боротьба з браконьерством і незаконним вирубуванням лісів.

Сучасна біологія активно працює над розробкою методів діагностики впливу антропогенних, біотичних та абіотичних чинників на живі організми — генетичний та біохімічний аналіз, біоіндикація, дистанційний екологічний моніторинг.

Перспективним напрямом є отримання енергетичних ресурсів завдяки взаємодії з живими організмами — виробни-

цтво біогазу, біоетанолу, використання водоростей як джерела біопалива.

Ефективне збереження біорізноманіття також потребує формування екологічної свідомості населення. Освітні програми, популяризація природоохоронних практик, залучення молоді до екологічних ініціатив сприяють розумінню цінності природи та відповідальному ставленню до неї.

Важливим напрямом є відновлення деградованих екосистем. Сюди належить рекультивація земель, відтворення лісових масивів, очищення водойм, відновлення природних заплав і боліт. Ці заходи сприяють поверненню умов, необхідних для існування рідкісних видів.

Значну роль відіграють міжнародні природоохоронні угоди та співпраця між державами. Спільні програми моніторингу, обміну даними, а також контроль за торгівлею рідкісними видами допомагають координувати зусилля зі збереження глобального біорізноманіття.

Крім того, важливо впроваджувати інноваційні технології: використання дронів для спостережень, супутниковий моніторинг лісів, розробка екологічних біоматеріалів, що зменшують забруднення та навантаження на довкілля.

Отже, захист і збереження біорізноманіття — це комплексна діяльність, що охоплює наукові дослідження, екологічні технології, міжнародну співпрацю та відповідальність кожної людини. Виконання цілей сталого розвитку № 14 і № 15 є ключовою умовою формування гармонійного, екологічно безпечного майбутнього для всіх жителів планети.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конвенція про охорону біологічного різноманіття : Конвенція ООН від 05.06.1992, ратифікована Законом України від 29.11.94 № 257/94-ВР. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_030#Text (дата звернення: 20.10.2025).
2. Що таке Цілі сталого розвитку? *United Nations Development Programme*. URL: <https://www.undp.org/uk/ukraine/tsili-staloho-rozvytku> (дата звернення: 20.10.2025).

3. Publications. *IUCN*. URL: https://iucn.org/resources#resource_types-resource_type_publication (дата звернення: 20.10.2025).
4. United Nations Environment Programme. URL: <https://www.unep.org/publications-data> (дата звернення: 20.10.2025).

■ **Володимир Бай,**
учень 7 класу Ужгородського ліцею
імені Т. Г. Шевченка Ужгородської міської ради
Закарпатської області

■ **Науковий керівник:**
Пухляк В. Й.,
вчителька хімії Ужгородського ліцею
імені Т. Г. Шевченка Ужгородської міської ради
Закарпатської області

12 ідей для цілі 12

Цілі сталого розвитку – це прийняті всім світом підходи до розвитку, які ми маємо втілювати, виходячи з наших національних і регіональних особливостей і реалій [1, с. 177]. Усі цілі дуже важливі, але **метою роботи** є сформулювати ідеї щодо реалізації цілі № 12, присвяченої відповідальному споживанню.

Для досягнення цілі № 12 «Забезпечення переходу до раціональних моделей споживання і виробництва» визначено низку завдань [2]. Далі я пропоную, як їх можна реалізувати.

Завдання 12.1. Впровадити 10-річну програму сталого споживання та виробництва

Ідея 1. Варто зробити так, щоб всі країни внесли у свої плани дій необхідність перероблення та повторного використання відходів, які утворюються під час промислового

виробництва. Також слід допомагати країнам, які не мають можливості самі переробляти такі відходи. Наприклад, їх могли б забирати країни, які мають такі потужності.

Завдання 12.2. Стале управління та використання природних ресурсів

Ідея 2. Для виконання цього завдання необхідно менше видобувати корисних копалин, а щось залишити й для нащадків. Зокрема, потрібно точно розрахувати потребу у природних ресурсах, наприклад для виробництва. Тому той, хто вміє розраховувати, може навчати інші країни та підприємства.

Завдання 12.3. Зменшити вдвічі світові харчові відходи на душу населення

Ідея 3. Для прикладу: магазини роздрібної торгівлі можуть впроваджувати більші знижки на харчові продукти, у яких закінчується термін придатності, і щоб це було не один-два дні, а розумний строк для використання людиною, яка це купить.

Завдання 12.4. Відповідальне управління хімічними речовинами та відходами

Ідея 4. Один із видів таких відходів — батарейки, акумулятори тощо. Потрібно забезпечити, щоб їх не викидали будь-де. По-перше, для цього потрібно створити місця збирання таких предметів, наприклад, автомати, які приймають старі батарейки та видавали купон на нові з відшкодуванням певної частини ціни від зданих. Це можна робити за спільні кошти держави та компаній, які продають ці батарейки в країні. По-друге, слід ввести штрафи для тих, хто батарейки викидає в загальне сміття (як для бізнесу, так і для людей).

Завдання 12.5. Істотно зменшити утворення відходів

Ідея 5. На мою думку, люди мають обов'язково збирати харчові відходи (та інші органічні) окремо, а в кожному населеному пункті має бути забезпечено компостування (чи інше перероблення).

Ідея 6. Потрібно, щоб люди більш відповідально купували харчові продукти й створювали менше відходів. Бізнес, який займається торгівлею харчових продуктів, має переглянути політику акцій, зокрема, не робити великих знижок на продукти з невеликим терміном придатності.

Завдання 12.6. Заохочувати компанії до впровадження практик сталого розвитку та звітності про сталий розвиток

Ідея 7. Держави можуть закріпити в законодавстві дозвіл використовувати компаніям у рекламі інформацію про надання звітності про сталий розвиток і впровадження таких практик у свою роботу. Але це має сенс тільки для тих, хто справді подає реальну звітність.

Ціль 12.7. Сприяти сталому розвитку практик державних закупівель

Ідея 8. Я вважаю, що держави мають ввести заборону на державні закупівлі продукції компаній, які порушували законодавство щодо збереження навколишнього природного середовища, наприклад, на рік.

Ціль 12.8. Сприяти загальному розумінню сталого способу життя

Ідея 9. Для цього можна зробити виклад змісту цілей та завдань сталого розвитку простішим, щоб було зрозуміло й дитині у 10–12 років, і на основі таких матеріалів проводити уроки зі сталого розвитку у школах.

Ціль 12, а. Підтримувати науково-технологічний потенціал країн, що розвиваються, для сталого споживання та виробництва

Ідея 10. Передавати країнам, які розвиваються, знання та технології щодо перероблення і вторинного використання матеріалів. Це мають робити ті країни, які цього вже навчились.

Ціль 12, б. Розробити та впровадити інструменти для моніторингу сталого туризму

Ідея 11. Можна придумати систему оцінювання обсягів накопиченого сміття (наприклад, огляди спеціаліста, спостереження дронами тощо) на популярних туристичних маршрутах, наприклад, у Карпатах, на основі якої проводити обговорення з туристичними компаніями щодо того, як поліпшити ситуацію.

Ціль 12, с. Усунути ринкові викривлення, що сприяють марнотратному споживанню

Ідея 12. Держава має вдосконалювати ринок, у тому числі працювати з підприємцями й споживачами.

Отже, у роботі сформульовано 12 ідей щодо реалізації цілі № 12, присвяченої відповідальному споживанню. Але це тільки початок покращення світу, тож не треба зупинятися.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Громоздова Л., Громоздов В. Глобальні цілі сталого розвитку в регіональній політиці України. *Міжнародна економічна політика*. 2017. Вип. 2. С. 173–187. URL: http://iepjournal.com/journals/27/2018_8_Hromozdova_Hromozdov.pdf (дата звернення: 12.11.2025).
2. Перетворення нашого світу. Порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року : резолюція від 25.09.2015 № A/RES/70/1, прийнята Генеральною Асамблеєю ООН. URL: https://files.acquia.undp.org/public/migration/ua/Agenda2030_UA.pdf (дата звернення: 12.11.2025).

■ **Анна Сидоріна,**
учениця 11 класу Приватного закладу
загальної середньої освіти II–III ступенів
«Гімназія А+»

■ **Науковий керівник:**
Ромець Т. М.,
вчителька біології Приватного закладу
загальної середньої освіти II–III ступенів
«Гімназія А+»

Тютюнопаління — не лише особиста звичка, а глобальна екологічна проблема

Для людини життєво важливо жити у чистому середовищі та дихати чистим повітрям без забруднювачів, зокрема домішок тютюнового диму. Всесвітня організація охорони здоров'я стверджує, що забруднення повітря є однією з основних екологічних загроз здоров'ю у світі, спричиняючи мільйони передчасних смертей щороку. Тютюновий дим, що може міститися у повітрі, становить небезпеку для здоров'я

людини, оскільки його склад системно руйнує організм і призводить до низки смертельних захворювань через вміст близько 70 канцерогенів, які ушкоджують практично всі органи та системи організму. Тютюнокуріння призводить до високої смертності від онкологічних захворювань, таких як рак легень, ротової порожнини, гортані, стравоходу, нирок і сечового міхура. Нікотин спричиняє сильну залежність, а інші компоненти диму спричиняють атеросклероз, підвищують ризик інфарктів та інсультів. Крім того, дим провокує хронічну обструктивну хворобу легень, незворотно знижуючи дихальну функцію.

Залишки тютюнового диму, включаючи нікотин і канцерогени, осідають на поверхнях (меблі, одяг, стіни) і можуть залишатися там місяцями й вступати в реакцію з атмосферними газами, утворюючи нові небезпечні сполуки. Ці токсини проникають крізь шкіру й дихальні шляхи й створюють загрозу для маленьких дітей, які повзають і торкаються поверхонь.

Додатковою екологічною проблемою є тютюнові відходи: недокурки, які містять пластик і токсичні хімікати, що є одним із найпоширеніших видів сміття у світі та забруднюють ґрунт і водні ресурси. Отже, тютюнокуріння є не лише медичною, а й екологічною та соціальною проблемою, що потребує комплексних заходів контролю.

Дим, який вдихають люди, що перебувають поруч із курцем, містить ті самі токсичні речовини, що і дим, який вдихає курець, причому деякі з них можуть бути навіть у вищій концентрації. Немає безпечного рівня впливу пасивного куріння, і навіть короточасне перебування у задимленому середовищі збільшує ризик серцевих нападів та інсультів у дорослих. Для дітей пасивне куріння є особливо небезпечним, підвищує ймовірність розвитку астми, бронхітів, пневмонії та синдрому раптової дитячої смерті.

Куріння робить людей вразливішими до різних інфекцій, зокрема вірусних. Забруднене повітря великих міст несе в собі таку саму шкоду для здоров'я, що й сигаретний дим, тому деякі пандемії на забруднених територіях можуть мати набагато гірші наслідки.

Вплив тютюнового диму на організм людини можна змодельовувати, використовуючи рослинні об'єкти та досліджуючи цитостатичну активність витяжки тютюну, її вплив на мітотичний поділ клітин проростків огірка. Досліди *in vitro* засвідчили, що екстракти тютюну можуть суттєво впливати на ріст та розвиток рослин, а саме – пригнічувати утворення бічних коренів, впливати на довжину головного кореня тощо.

Для приготування розчину використовували водний екстракт тютюну в різних концентраціях (50–500 мг/мл). Розчини наносили на проростки огірка, розміщені у чашках Петрі. Спостереження тривало протягом 7 діб. Екстракт тютюну пригнічував ріст коренів проростків огірка, а зі збільшенням концентрації витяжки було виявлено чітке гальмування росту головного кореня. Так, за концентрації 50 мг/мл довжина головного кореня зменшилася на 10,8 % порівняно з контролем, а за концентрації 500 мг/мл – на 90,9 %.

Спостерігалось також аналогічне гальмування утворення бічних коренів. Найбільша кількість бічних коренів зафіксована за низких концентрацій (50–100 мг/мл), тоді як за концентрації 500 мг/мл цей показник знизився до 12,3 % від рівня контролю.

Це відбувається через зниження мітотичної активності клітин і свідчить про здатність тютюну гальмувати поділ клітин, що може бути зумовлено токсичними властивостями тютюнової сировини або її впливом на біохімічні процеси. Подібний ефект можна спостерігати в організмі людини, наприклад, у тканинах, що підлягають впливу тютюнових речовин. Як наслідок, можливе порушення регенерації клітин уражених органів. Речовини, що містяться у тютюні, можуть спричиняти значні порушення функціонування організму, серед яких: органічні ураження мозку, серцево-судинної системи, дихальних органів, нейроендокринні розлади, а канцерогенна дія речовин, що виділяються під час куріння, провокує розвиток онкологічних захворювань.

Тютюнокуріння як фактор забруднення довкілля є глобальною проблемою, яка потребує не лише особистої відповідальності, а й суспільної підтримки. Зусилля, спрямовані

на боротьбу з цією звичкою, такі як заборона реклами тютюнових виробів, підвищення податків на таку продукцію, проведення освітніх кампаній, мають велике значення для зменшення поширеності куріння.

Необхідно чітко усвідомлювати, що немає безпечного рівня впливу вторинного тютюнового диму, а є прихована загроза, про яку не варто мовчати. Профілактика тютюнокуріння має багато аспектів і потребує участі кожного.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мегалінська Г. П. та ін. Антибактеріальна та цитостатична активність лунарії однорічної (*Lunaria annual L.*). *Граль науки*. 2023. № 26 (квітень). С. 157–164.
2. Effects of tobacco on health. URL: <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/effects-of-tobacco-on-health> (дата звернення: 20.10.2025).
3. Revealed: air pollution may be damaging ‘every organ in the body’. URL: <https://www.theguardian.com/environment/ng-interactive/2019/may/17/air-pollution-may-be-damaging-every-organ-and-cell-in-the-body-finds-global-review> (дата звернення: 20.10.2025).
4. Shishova M. F. Metabolomic Analysis of *Nicotiana tabacum* BY-2 Cells. URL: https://www.researchgate.net/publication/386519667_From_Division_to_Death_Metabolomic_Analysis_of_Nicotiana_tabacum_BY-2_Cells_Reveals_the_Complexity_of_Life_in_Batch_Culture (дата звернення: 20.10.2025).

■ **Соломія Казанко,**
учениця 9 класу Приватного закладу
загальної середньої освіти II–III ступенів
«Гімназія А+»

■ **Науковий керівник:**
Ромець Т. М.,
вчителька біології Приватного закладу
загальної середньої освіти II–III ступенів
«Гімназія А+»

Синій кит: як забруднення впливає на його біоритми

Синій кит (*Balaenoptera musculus*), або Смугач великий – найбільший ссавець і загалом тварина на планеті. Свого часу його популяція внаслідок китобійного промислу потрапила під загрозу – у XX ст. було знищено понад 90 % відсотків особин цього виду. Наразі, хоч полювання на синього кита заборонене законом і засновано достатньо природоохоронних зон, все ж розширення популяції відбувається вкрай повільно. За дослідженнями вчених, на повноцінне відновлення може знадобитися майже 200 років, до того ж забруднення океанів є одним з головних факторів повільного приросту чисельності цього виду.

Є кілька типів забруднення, які суттєво впливають на синіх китів: шумове, хімічне (наприклад, мінеральні добрива, пестициди, нафтопродукти, важкі метали), біологічне (біотоксини, патогени) й забруднення мікропластиком.

Шумове забруднення відбувається переважно через судноплавство. Сині кити для комунікації використовують низькі частоти (10–40 Гц), а судна, пропливаючи повз, можуть глушити їхні сигнали, що погіршує орієнтування на місцевості, зумовлює зіштовхування китів з кораблями, впливає на контактування особин між собою і пошук партнерів. Крім того, вчені, провівши певні спостереження й аналіз фекалій китів, пов'язують шумове забруднення із рівнем кортизолу.

Ще у 2010-х роках науковці помітили, що сині кити відхиляються від звичного маршруту під час міграцій, щоби обійти забруднені фоновим шумом ділянки, а це демонструє, наскільки сині кити вразливі до шуму.

Понад 1500 видів морських тварин, споживаючи звичну їжу, заковтують разом з нею мікропластик та пластикові мікроволокна. До цього переліку входять і сині кити, які потрапляють в зону ризику через свій раціон. Найбільш розповсюджений шлях потрапляння дрібних частинок пластику – трофічне перенесення, тобто ненавмисне заковтування пластику, що прикріплений до харчового продукту кита. Це відбувається через подібність частинок пластику і зоопланктону чи кормових риб, яких споживають кити. Крім того, часом пластик потрапляє в організми морських тварин під час фільтрації води, яку постійно здійснює кит.

Вчені, досліджуючи поверхневі води, виявили, що у кожному кубічному метрі міститься часточка мікропластику, але на глибині, де харчуються кити (від 200 м до 600 м), цей показник в десять разів більший. Також частинки пластику були знайдені в крилі та кормовій рибі, що є основою харчування синього кита. Таким чином, протягом сезону годівлі в регіоні західних берегів США, що проаналізували вчені (90–120 днів інтенсивного годування), великий синій кит може поглинути понад мільярд шматочків мікропластику.

Якщо розглядати цей ланцюжок далі й розбиратися, що стається з мікропластиком в організмах китів, то слід перейти до хімічного і біологічного забруднення. Отже, разом з їжею кити заковтують частинки пластику, що містять адсорбовані важкі метали, їх ще у 1994 році американські вчені виявили у м'язах тварин (ртуть, кадмій, свинець), і токсини, наприклад, поліхлоровані біфеніли (ПХБ), органохлоровані сполуки (ОСПs) і поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ). До того ж сам пластик містить токсичні добавки (фталати, антипірени) і стабілізатори. Коли мікропластик осідає в шлунку, всі ці токсини вивільняються, проникають крізь слизову оболонку й далі транспортуються у підшкірний жир (блайбер), який слугує китам губкою, що збирає всі шкідливі речовини й капсулює їх на роки. Втім, коли кит переживає

голод і починає спалювати жир, усі ці токсини потрапляють у кров і негативно впливають на імунну систему ссавця, що навіть може спричинити смерть. Також, коли самиці вигодовують дитинчат, шкідливі речовини можуть перейти з підшкірного жиру в молоко й вплинути на розвиток дитинчати.

Усі типи забруднення, спричинені діяльністю людини, впливають на синього кита. Через зміну харчового складу, маршрутів міграції та звичних засобів орієнтування на місцевості кити потрапляють у вразливе становище, а їх біоритми докорінно змінюються.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Kahane-Rapport S. R., Czapanskiy M. F., Fahlbusch J. A., and oth. Field measurements reveal exposure risk to microplastic ingestion by filter-feeding megafauna. *Nature communications*. 2022. January, 14. URL: https://www.researchgate.net/publication/364992735_Field_measurements_reveal_exposure_risk_to_microplastic_ingestion_by_filter-feeding_megafauna (дата звернення: 20.10.2025).
2. Noise. Monterey Bay. *NOOA group*. URL: https://sanctuaries.noaa.gov/science/sentinel-site-program/monterey-bay/noise.html?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 20.10.2025).
3. Thomas J. O'Shea, Robert L. Brownell Jr. Organochlorine and metal contaminants in baleen whales: a review and evaluation of conservation implications. *The Science of the Total Environment*. 1994. No 154. P. 179–200. URL: https://www.researchgate.net/profile/Thomas-Oshea-3/publication/266391054_O'Shea_T_J_and_R_L_Brownell_Jr_1994_Organochlorine_and_heavy_metal_contaminants_in_baleen_whales_a_review_and_evaluation_of_conservation_implications_Science_of_the_Total_Environment_154_179-200/links/565b3e7a08ae4988a7ba7691/O'Shea-T-J-and-R-L-Brownell-Jr-1994-Organochlorine-and-heavy-metal-contaminants-in-baleen-whales-a-review-and-evaluation-of-conservation-implications-Science-of-the-Total-Environment-154-179-200.pdf (дата звернення: 20.10.2025).

- **Юлія Ситник,**
учениця 10 класу Комунального закладу
«Харківський ліцей № 49 Харківської міської ради»,
слухачка гуртка «Фізична географія» Комунального закладу
«Харківська обласна Мала академія наук
Харківської обласної ради»
- **Науковий керівник:**
Панкратьєва В. В.,
керівниця гуртка «Фізична географія» Комунального закладу
«Харківська обласна Мала академія наук
Харківської обласної ради»

Процес наближення диких тварин до міського середовища (на прикладі Немишлянського району м. Харкова)

У XXI столітті простежується стійка тенденція до зростання кількості диких і синантропних тварин у межах великих міст. Цей процес пов'язаний зі зменшенням площ природних ландшафтів, урбанізацією, кліматичними змінами та зниженням рівня людської активності під час воєнних дій.

Харків — друге за величиною місто України — є цікавим прикладом взаємодії людини й дикої природи. У різних районах мегаполіса, зокрема в Немишлянському, була зафіксована поява тварин, які раніше уникали урбанізованих територій.

В умовах війни, зменшення транспортного руху та часткового зниження людської активності спостерігається помітне наближення диких тварин до міського середовища.

Метою роботи є вивчення процесу наближення диких і синантропних тварин до міського середовища, визначення умов, що сприяють їхній адаптації, та складання план-схеми місць, де їх можна спостерігати у Немишлянському районі м. Харкова.

Під час дослідження зафіксована наявність як диких, так і синантропних видів, які пристосувалися до життя поруч із людиною. У зелених зонах та поблизу водойм Немишлян-

ського району м. Харкова (вул. Л. Каденюка, парк Юр'єва, територія вздовж річки Немишля) можна побачити:

- *типових синантропних тварин*: сизий голуб, горобець хатній, галка, ворона сіра, сойка, шпак звичайний, крижень;
- *ссавців*: вивірка, їжак білочеревий, миша хатня, пацюк сірий, безпритульні кішки та собаки;
- *амфібій та рептилій*: жаба гостроморда, тритон звичайний, ящірка прудка, черепаха червоновуха.

Останнім часом мешканці різних районів міста дедалі частіше фіксують наявність у місті інших представників дикої фауни. Так, у зелених зонах і на прибудинкових територіях можна зустріти птахів припутнів, сову хатню. Почастішали випадки поселення вивірок поза межами зелених зон та парків, фіксуються зустрічі з лисицями, зайцями, бобрами.

На основі проведених спостережень, за результатами опрацювання інформації з відкритих джерел мережі Інтернет і опитування мешканців району, було складено план-схему місць, де у Немишлянському районі м. Харкова можна спостерігати представників синантропної та дикої фауни.

Аналіз отриманих даних засвідчив, що у Харкові формується стійка система міської фауни, яка поєднує дикі та синантропні види. Немишлянський район є прикладом співіснування урбанізованих і природних елементів, що створює умови для появи вивірок, зайців, диких птахів. Багато з цих видів виконують важливу роль у міських екосистемах, беруть участь у регулюванні чисельності комах і гризунів, а також є показником стану довкілля. Основними умовами адаптації тварин до життя в місті є наявність зелених насаджень, водойм, доступ до їжі та зниження рівня шуму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дикі тварини в місті: рекомендації та поради. *Всесвітній фонд природи WWF Україна*. URL: <https://wwf.ua> (дата звернення: 20.10.2025).
2. Матеріали про взаємодію людей і диких тварин у містах. *UAnimals*. URL: <https://uanimals.org> (дата звернення: 20.10.2025).

3. Офіційна інформація про природні зони та зелені насадження Немишлянського району. *Харківська міська рада*. URL: <https://kharkivcity.gov.ua> (дата звернення: 20.10.2025).
4. Повідомлення та звіти щодо появи диких тварин у населених пунктах. *Державна екологічна інспекція України*. URL: <https://dei.gov.ua> (дата звернення: 20.10.2025).

■ **Михайло Мануйло,**
учень 11 класу Кременчуцького ліцею № 11 «Гарант»
Кременчуцької міської ради
Кременчуцького району Полтавської області

■ **Науковий керівник:**
Оробей Н. А.,
вчителька біології Кременчуцького ліцею № 11 «Гарант»
Кременчуцької міської ради
Кременчуцького району Полтавської області

Роль мухи Чорна львинка у переробці органічних відходів

Нагромадження органічних відходів у величезних кількостях на звалищах є великою проблемою для багатьох міст і населених пунктів у всьому світі [1]. На відміну від паперу, пластику, скла та металу, які можна переробити й успішно використовувати повторно, залишки страв, зіпсовані овочі та фрукти переробити неможливо. Запропонований нами спосіб допоможе позбутися такої органіки ще на рівні невеликих підприємств і приватних садиб [2].

Застосування мухи Чорна львинка як один з пріоритетних засобів утилізації органічних відходів досліджували такі науковці: Кашиф Ур Рехман, Метью Дузелл, Кемаль Аганович, Лейтул Фердусі, Руді Агунг Нугрохо, Клаус В. Ланге,

Т. Ю. Маркіна, О. Д. Молчанова, В. П. Баркар. Проте їх дослідження ґрунтуються на досвіді боротьби з відходами в містах і цілих країнах, що в масштабах малих підприємств не є доцільним.

Актуальність. Запропонований автором спосіб утилізації органічних відходів з використанням чорної львинки вбачається актуальним, бо відходів можна позбутися ще на рівні підприємств.

Мета роботи – визначити доцільність використання мухи Чорна львинка в переробленні органічних відходів.

Вивчаючи науковий досвід зі всього світу, я з'ясував, що доцільність використання пропонованого методу в порівнянні з країнами, що входять до ареалу розповсюдження мухи, знижується, адже в кліматичних умовах нашої країни ці проекти потребують додаткового фінансування [3]. Отже, використовувати цей метод для боротьби з органічними відходами на рівні цілої країни нераціонально, проте для малих підприємств і приватних садиб його можна успішно застосовувати, бо перероблення малого обсягу органічних відходів вже не потребуватиме окремих приміщень і додаткових грошових витрат [4].

Личинки чорної львинки – це унікальний продукт, що застосовується як високобілкова харчова добавка до тваринних кормів. Завдяки наявності мікроелементів (Fe, Cu, Se, Zn, Cr) та макроелементів (K, Ca, Mg, P, Na) він забезпечує засвоєння білків та вуглеводів, стимулює гормони росту та підвищує продуктивність [5]. Але найголовніше, що ці личинки виступають як біологічні асенізатори у переробленні органічних відходів, утворюючи гумус для ефективного вирощування рослин [6].

Для дослідження доцільності використання личинок чорної львинки для перероблення органічних відходів в домашніх умовах використано 200 особин зі штучно виведеної колонії [7].

Під час експерименту було виявлено, що процес перероблення органічних відходів триває 14 діб. Овочі та інша органіка повністю утилізуються. Середня маса однієї личинки становить 200 мг, а життєздатність її – 93 %. Утримання личинок

не потребує великих затрат на обслуговування та технологічність.

Пропонований спосіб навіть уможливорює перероблення кормових субстратів з високим вмістом целюлози, що пов'язано з особливостями травлення личинок мухи Чорна львинка (*Hermetia illucens*).

Отже, ефективність використання мухи Чорна львинка для перероблення органічних відходів рослинного походження доведено.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Виробництво личинки мухи Чорний солдат. *Best Agro Market*. URL: <https://bam.in.ua/article/zhivotnovodstvo/proizvodstvo-lichinki-chnoj-muhi-dlya-chego> (дата звернення: 06.09.25).
2. Evaluation of Growth Performance and Environmental Impact of *Hermetia illucens* Larvae Reared on Coffee Silverskin Enriched with *Schizochytrium limacinum* or *Isochrysis galbana* Microalgae. *Preprints.org*. URL: <https://www.preprints.org/manuscript/202310.0931/v1> (дата звернення 12.11.25).
3. Маркіна Т. Ю., Шаламова І. С., Молчанова О. Д. Перспективи використання *Hermetia illucens* Linnaeus, 1758 (Diptera: Stratiomyidae) в умовах України. Одеса : ПП «Фенікс», 2018. С. 224–230.
4. Молчанова О. Д., Маркіна Т. Ю., Баркар В. П. Переробка відходів рослинного походження личинками мухи Чорна львинка (*Hermetia illucens* L.). *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. № 3. С. 66–74.
5. Energy and Land Constraints in Food Protein Production. *Science.org*. URL: <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.190.4216.754> (дата звернення: 09.10.25).
6. Баркар В. П., Трібунцова О. Б. Використання відходів ентомологічного виробництва для вирощування мухи Чорна львинка. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 12 (837). С. 48–53.
7. Розповсюдження мухи Чорна львинка. *GBIF*. URL: <https://www.gbif.org/species/1577153> (дата звернення: 03.09.25).

- **Ярослав Фігура,**
учень 10 класу Комунального закладу
«Харківський ліцей № 49
Харківської міської ради»,
слухач гуртка «Фізична географія»
Комунального закладу «Харківська обласна
Мала академія наук
Харківської обласної ради»
- **Науковий керівник:**
Панкратьєва В. В.,
керівниця гуртка «Фізична географія»
Комунального закладу «Харківська обласна
Мала академія наук
Харківської обласної ради»

Виявлення зміни індексу хлорофілу на полях за супутниковими даними як індикатора белігеративного ландшафту Харківської області

Війна в Україні, яка розпочалася у 2014 році та загострилася з початком повномасштабного вторгнення у 2022 році, має серйозні наслідки не лише для людського населення, а й для довкілля. Воєнні дії супроводжуються руйнуванням інфраструктури, масштабними пожежами, забрудненням ґрунтів і вод, а також знищенням рослинного покриву. У результаті бойових дій 2022–2023 рр. на території Харківської області сформувалися белігеративні ландшафти – зони, де воєнні впливи спричинили деградацію природних та аграрних екосистем. Особливо помітні ці зміни в Ізюмському, Куп'янському, Чугуївському, Харківському районах [1].

Мета дослідження – виявити зміни індексу хлорофілу на полях Харківської області у 2022–2025 рр. за даними супутників «Landsat 2», «Landsat 3» для визначення масштабів деградації агроландшафтів області, пов'язаної з війною.

Сільськогосподарські угіддя цих районів охоплюють лісостепову та частково степову зони Харківщини,

характеризуються переважанням чорноземів звичайних і типових, які відзначаються високою родючістю. Основними культурами є озима пшениця, ячмінь, соняшник, кукурудза, ріпак, кормові трави, а в околицях Харкова – овочеві та садові насадження. До початку повномасштабної війни територія відзначалася інтенсивним землеробством і розвинутою агроінфраструктурою [2].

У 2022–2023 рр. значна частина угідь у східних і південних районах (особливо Ізюмському та Куп'янському) зазнала деградації через бойові дії, мінування та відсутність можливості збирання врожаю. Дослідження проведено за знімками супутника «Landsat 3» (<https://browser.dataspace.copernicus.eu>) з використанням індексу NDVI.

Аналіз знімків території Куп'янського та Ізюмського районів за серпень – вересень 2022 року (пік бойових дій) вказує на зниження показників індексу NDVI до 0,15–0,25, що свідчить про деградацію посівів і покинуті поля. На супутникових знімках фіксуються плями нерівномірного спектрального відбиття (згоріла або витоптана рослинність). Знімки території Чугуївського району фіксують показник індексу NDVI 0,25–0,35; на окремих ділянках виявлено ознаки незібраного врожаю (стабільний рівень NDVI протягом двох місяців). У межах Харківського району (околиці м. Харкова) – фрагментарне зниження NDVI, переважно в прифронтових зонах (с. Руські Тишки, Циркуни).

Аналіз знімків територій, що досліджуються за період серпень – вересень 2023 року, засвідчують, що в Ізюмському районі частина полів залишається не обробленою, але показник NDVI зріс до 0,30–0,45 на окремих ділянках. Переважна частина агроландшафтів у Куп'янському районі має стабільно низькі значення NDVI (0,20–0,30), що можна пояснити небезпекою мінування.

Супутникові знімки за 2024 рік вказують на поступове відновлення сільськогосподарських угідь у Чугуївському районі (показник NDVI 0,45–0,55). На території Ізюмського району фіксується часткове повернення обробітку, але на південному сході залишаються «плями» з низьким NDVI (0,25–0,35). Такі показники отримано і в межах територій Куп'янського району – ймовірно, незібраний урожай 2022 року.

Дослідження показників індексу NDVI за супутниковими знімками за 2025 рік демонструють найвищі показники NDVI (0,60–0,70) у Харківському районі, що може свідчити про повне відновлення агровиробництва. Території Куп'янського та Ізюмського районів лишаються зонами з неоднорідним спектральним сигналом – сліди деградації видно навіть через три роки після активних бойових дій.

Аналіз показників індексу хлорофілу NDVI за супутниковими знімками підтверджує високу ефективність для оцінювання стану бєлігеративних агроландшафтів. Найбільші площі деградованих угідь Харківської області у 2022–2023 рр. зафіксовано в Ізюмському та Куп'янському районах, де наслідки воєнних дій спричинили значне погіршення рослинного покриву. З 2024 р. спостерігається часткове відновлення, однак просторові сліди руйнувань зберігаються у вигляді низькохлорофільних смуг і мозаїчної структури ландшафтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Крайнюк Олена, Буц Юрій, Барбашин Віталій, Нікітченко Ольга, Сухов Валерій. Деградація екосистем у Харківській області під час війни: супутниковий аналіз. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2024. Вип. 61. С. 329–343. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2024-61-26>
2. Соколовський О. Ю., Кравченко В. В. Геоінформаційний аналіз агроландшафтів Харківської області. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна*. 2021.
3. Природа Харківської області / за ред. В. С. Мельниченка. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020.

- **Дарина Куліш,**
студентка I курсу Державного навчального закладу
«Решетилівський професійний аграрний ліцей
імені І. Г. Боровенського»
- **Науковий керівник:**
Сук Л. В.,
викладачка хімії та біології Державного навчального закладу
«Решетилівський професійний аграрний ліцей
імені І. Г. Боровенського»

Оцінка ролі зоофільтрів у самоочищенні води річки Говтва (м. Решетилівка)

Сучасний стан малих річок України, зокрема на Полтавщині, характеризується поєднанням маловоддя, кліматичних змін і посилення антропогенного навантаження. За даними гідрометеорологічних служб, рівень води в річках Хорол, Говтва, Ворскла наближається до критичних показників, що ускладнює природні процеси відновлення екосистем. На цьому тлі особливого значення набуває вивчення природних механізмів самоочищення водойм, пов'язаних із біофільтрами — гідробіонтами та прибережною рослинністю.

Річка Говтва — типова мала річка Лівобережної України з площею водозбору — 573 км² та довжиною річища — близько 68 км. Її назва пов'язана з давньослов'янським словом, що означає місцевість з густою рослинністю, що історично є відбитком ролі заплав, прибережних лісів і водної рослинності у підтриманні екологічної рівноваги. У межах міста Решетилівки Говтва несе потрібне навантаження: виконує природоохоронну, рекреаційну та естетичну функції, але при цьому зазнає негативного впливу стічних вод і побутових відходів, а також берегоукріплювальних змін.

Об'єктом дослідження є водна екосистема річки Говтва в межах м. Решетилівки, а предметом — зоофільтри (водні тварини, що фільтрують воду) і частково рослинні біофільтри, їхня роль у процесах природного самоочищення води.

Мета роботи — визначити стан забруднення річки Говтва й оцінити внесок зоофільтрів у підтримання якості води.

Для досягнення мети були поставлені завдання:

- проаналізувати літературу з проблеми біофільтрації у водоймах;
- провести візуальний моніторинг стану води;
- здійснити відбір і аналіз проб;
- ідентифікувати основні види зоофільтрів;
- зіставити біоіндикаційні показники з фізико-хімічними параметрами води.

Дослідження проводилися впродовж травня — серпня 2025 року на трьох контрастних ділянках річки Говтва в межах міста: біля мосту на вул. Покровській (зона з помірною течією), біля міського парку (ділянка з густою прибережною рослинністю) та поблизу аграрного ліцею, нижче за течією (зона приватної забудови з наявністю потенційних скидів стічних вод). Такий вибір точок дав можливість порівняти ділянки з різним рівнем антропогенного впливу та різною щільністю прибережної рослинності.

Методична база дослідження охоплювала:

- польові спостереження (візуальне оцінювання кольору, прозорості, запаху, рівня води, наявності цвітіння);
- біоіндикаційний метод (визначення стану водойми за видовим складом і чисельністю водних організмів);
- фізико-хімічний аналіз (визначення рН, густини, каламутності, органолептичних показників);
- порівняльний аналіз (зіставлення результатів між ділянками з різною щільністю рослинності);
- фотодокументування як основа для подальшої інфографіки й екологічної просвіти.

Органолептичний аналіз проб води засвідчив відмінності між досліджуваними ділянками.

Проба № 1. На ділянці біля мосту вода мала блідо-жовтий колір, нейтральну або слабокислу реакцію середовища (рН 6,6), без відчутного запаху.

Проба № 2. Біля міського парку спостерігався слабкий трав'янистий запах, водневий показник рН 7,4, вода блідо-жовтого кольору.

Проба № 3. У зоні поблизу приватного сектору вода набула блідо-зеленого відтінку, мала виражений запах та лужну реакцію середовища (рН 8), що свідчить про органічне забруднення.

Густина води на всіх ділянках залишалася на рівні $1,0 \text{ г/см}^3$, однак саме органолептичні відмінності та запах вказують на вплив побутових стоків і надлишок органіки.

Ключовим індикатором діяльності природних біофільтрів стала чисельність молюсків та інших зоофільтрів. На ділянці з густою прибережною рослинністю (біля парку) зафіксовано найбільшу щільність заселення молюсками – 15 особин/м^2 , тоді як у зоні помірної течії – 11 особин/м^2 , а поблизу приватної забудови – лише 3 особини/м^2 . Такі дані підтверджують, що зоофільтри чутливо реагують на забруднення та якість середовища: у відносно чистій воді, під захистом рослинних заростей, їх популяції є стабільними, а у зонах антропогенного навантаження – різко скорочуються.

Результати фізико-хімічного аналізу, проведеного Ново-санжарською СЕС, засвідчили, що вода річки Говтва містить достатній рівень розчиненого кисню, а показник БСК (біохімічне споживання кисню) перебуває в межах норми, що вказує на відносно хороший загальний стан води. Разом із тим було зафіксовано незначне підвищення окиснюваності, що вказує на наявність органічного забруднення, та доволі високий вміст цинку й марганцю, тоді як інші метали залишалися в межах норми. Така ситуація дає змогу класифікувати стан річки як помірно забруднений, де природні біофільтри ще здатні компенсувати частину антропогенних впливів, але потребують посиленої охорони.

У процесі дослідження було ідентифіковано основні групи зоофільтрів річки Говтва: річковий равлик (*Viviparus viviparus*), двостулкові молюски – зокрема перлівниця звичайна (*Unio pictorum*), дафнія (*Daphnia magna*), бокоплав (*Gammarus pulex*), личинки ручайників (*Trichoptera*) і поденок (*Ephemeroptera*), річкові раки (рід *Astacus*), а також всієї види риб (короп, лящ, карась, сом). Кожна з цих груп виконує очисну функцію: молюски та дафнії фільтрують воду, затримуючи дрібні завислі частинки й бактерії; бокоплави

й личинки комах утилізують детрит, зменшуючи процеси гниття; раки та риби працюють як санітари дна, поїдаючи органічні залишки й запобігаючи вторинному забрудненню.

На особливу увагу заслуговує перлівниця звичайна як один із найефективніших природних зоофільтрів: доросла особина здатна пропускати крізь себе до 10–12 літрів води на добу, очищуючи її від фітопланктону, бактерій та завислих частинок. Скорочення чисельності перлівниці можна вважати тривожним сигналом деградації екосистеми, оскільки цей вид потребує відносно чистої та добре насиченої киснем води. Водночас наявність раків, личинок поденок і ручайників свідчить, що на окремих ділянках Говтва зберігає ознаки екологічно стабільної річки, здатної до самоочищення.

Важливу роль у формуванні якості води відіграють і рослини біофільтри – очерет, рогіз, лепеха й інша прибережно-водна рослинність. Вони не лише затримують завислі частинки та зменшують каламутність води, а й поглинають надлишок нітратів і фосфатів, виділяють природні бактерицидні речовини, які стримують розвиток патогенних мікроорганізмів. Порівняльний аналіз ділянок із густою рослинністю та майже голими берегами засвідчив, що саме зарості слугують буферною зоною, яка пом'якшує наслідки антропогенного навантаження та сприяє збереженню популяцій зоофільтрів.

За отриманими результатами доходимо **висновку**, що система природного самоочищення річки Говтва є комплексною взаємодією рослинних і тваринних біофільтрів. Зоофільтри зменшують кількість завислих частинок, посилюють прозорість води, сприяють насиченню її киснем, а також виконують роль біоіндикаторів, чутливо реагуючи на рівень забруднення. Зменшення їх чисельності, особливо поблизу джерел антропогенних викидів, є попереджувальним сигналом, який потребує уваги місцевих громад, екологічних служб і органів влади.

Перспективним напрямом подальших досліджень є поєднання природних механізмів самоочищення з елементами сучасних біотехнологій: штучне розведення ефективних видів молюсків у контрольованих умовах, створення прибережних фітоочисних смуг, використання інноваційних сис-

тем біоіндикації. Світова наука вже працює над створенням гібридних систем очищення, де рослини, тварини та мікроорганізми доповнюють одне одного, а результати локальних досліджень на річці Говтва можуть стати підґрунтям для впровадження подібних рішень у масштабі громади.

Підбиваючи підсумки проведеної роботи, стверджуємо, що у процесі дослідження:

- поглиблено знання про зоофільтри та їх екологічне значення;
- проведено візуальний моніторинг, а також органолептичний, біоіндикаційний і фізико-хімічний аналіз води на трьох ділянках річки;
- встановлено, що найкращі показники якості води спостерігаються там, де збережено густу прибережну рослинність та високий рівень біорізноманіття гідробіонтів;
- підтверджено помірний рівень забруднення річки Говтва та обґрунтовано необхідність збереження й підтримання популяцій природних біофільтрів як одного з найбільш безпечних і маловитратних способів покращення якості води.

Розумне поєднання охорони біорізноманіття, екологічної освіти молоді, відповідального ставлення до водних ресурсів та співпраці з профільними установами (Полтавським управлінням водних ресурсів, Новосанжарською СЕС, Полтавською МАН) може стати ключем до відновлення чистоти Говтви. Таким чином, локальне дослідження рідної річки набуває ширшого значення як модель сталого управління малими річками України та формування екологічної свідомості нового покоління.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атлас-визначник тварин, рослин, грибів. *Всеосвіта*. URL: <https://vseosvita.ua> (дата звернення 12.11.25).
2. Байрак О. М., Стецюк Н. О. Атлас рідкісних та зникаючих видів Полтавщини. Полтава : Верстка, 2005. 248 с.

3. Екологічний паспорт Полтавської області. 2023. URL: <https://eko.adm-pl.gov.ua/ekorasp23.pdf> (дата звернення 12.11.25).
4. Кучеренко О. Біоіндикація стану водойм України. Київ, 2020.
5. На Полтавщині у кількох річках зафіксували аномально низький рівень води. *Суспільне. Новини*. URL: <https://suspihne.media/poltava/1071499-na-poltavsini-u-kilkoh-rickah-zafiksuvali-anomalno-nizkij-riven-vodi/> (дата звернення 12.11.25).
6. Станкевич Т. Атлас тварин і рослин України. Харків : Талант, 2014. 64 с.

■ **Ельвіра Гольонко,**
учениця 7 класу
Люботинської загальноосвітньої школи І–ІІІ ступенів № 3
Люботинської міської ради Харківської області

■ **Науковий керівник:**
Сотнікова Є. В.,
вчителька хімії
Люботинської загальноосвітньої школи І–ІІІ ступенів № 3
Люботинської міської ради Харківської області

Залежність кольору квітів цикорію від температури навколишнього середовища

Цикорій звичайний (*Cichorium intybus*) – багаторічна рослина, поширена в Україні. Його квітки здебільшого мають блакитне забарвлення, але іноді зустрічаються рожеві або білі особини. Колір квітки може змінюватися під впливом зовнішніх факторів, серед яких важливою є температура. Вивчення цієї залежності – цікаве та може допомогти зрозуміти механізми утворення пігментів у рослин.

Мета дослідження — виявити, чи впливає температура навколишнього середовища на забарвлення квітів цикорію.

Завдання, поставлені перед початком роботи:

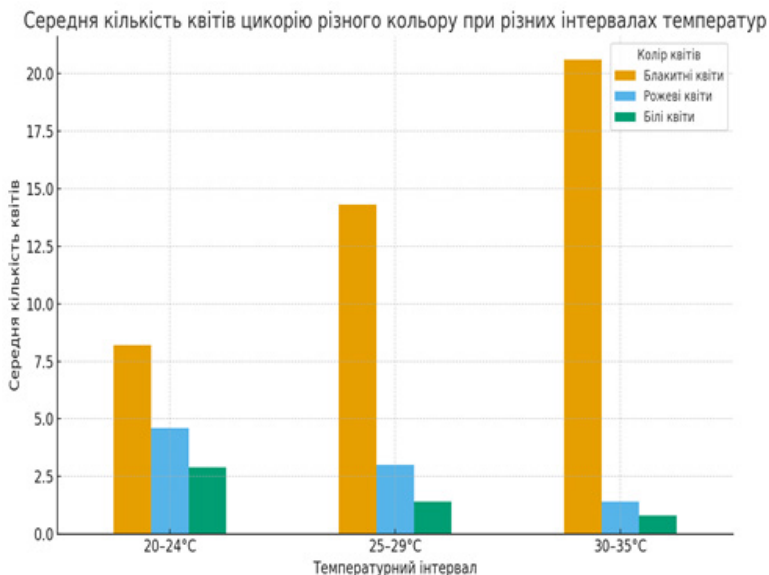
- ознайомитися з літературними даними про пігменти у квітках цикорію;
- провести спостереження за цикорієм у природних умовах у різні періоди літа (червень — серпень);
- порівняти забарвлення квітів за різних середньодобових температур;
- дійти висновків про залежність кольору від температури.

Об'єкт дослідження — квітки цикорію (*Cichorium intybus*).

Предмет дослідження — забарвлення квітів цикорію залежно від температури повітря.

Для дослідження було обрано кілька ділянок з цикорієм, вівся щоденник спостережень протягом літа, щодня фіксувалась температура повітря та кількість квіток різного кольору.

На основі спостережень було створено діаграми, за якими можна побачити, скільки квітів і якого забарвлення.



З отриманих даних отримали такі **результати**:

- блакитний колір домінує у спеку;
- за нижчих температур (прохолодні ранки, холодніші дні) можуть траплятися рожеві та білі квітки;
- різниця у забарвленні може бути пов'язана з активністю антоціанів та інших пігментів, які реагують на температуру. Дослідження допоможе зрозуміти:
- як температура впливає на прояв пігментів у рослин;
- чому цикорій частіше має блакитні квіти;
- як умови довкілля формують зовнішній вигляд дикорослих рослин.

Висновок. Забарвлення квітів цикорію може залежати від температури: у спекотні періоди переважають блакитні відтінки, у прохолодніші – частіше фіксуються рожеві або білі квіти.

■ **Діана Михайлюк,**
Маргарита Миронова,
учениці 11 класу Дніпровського ліцею № 31 «Пріоритет»
Дніпровської міської ради

■ **Науковий керівник:**
Черетун С. Є.,
вчителька біології Дніпровського ліцею № 31 «Пріоритет»
Дніпровської міської ради

Випалена земля: чи зникнуть рослини через війну в Україні

30 листопада відзначають День пам'яті зниклих видів – подію, що нагадує нам про проблему вимирання не лише тварин, а й рослин, та закликає берегти природні скарби планети.

Чим війна загрожує навколишньому природному середовищу і що ми можемо зробити, щоб відновити довкілля?

Повномасштабне вторгнення росії завдає серйозної шкоди українським степам: з серпня 2022 року більшість бойових дій російсько-української війни зосередилася саме у степовій зоні країни. Близько чверті природно-заповідних територій України опинилися під окупацією — це приблизно 900 природоохоронних об'єктів, серед яких 14 водно-болотних угідь міжнародного значення. Частина цих територій входить до Смарагдової мережі — загальноєвропейської системи охоронюваних природних зон поза межами ЄС, створеної для збереження рідкісних видів і місць їхнього існування, що перебувають під загрозою знищення.

Повною мірою оцінити масштаби негативного впливу війни на довкілля можна буде лише після її завершення, адже зараз провести комплексні дослідження неможливо через заборону відвідувати зони активних бойових дій, заміновані та небезпечні території.

Рослини дуже страждають під час війни через низку факторів, що негативно впливають на їхній ріст і стан.

Багато видів рослин можуть зазнати часткового або повного знищення через діяльність військової техніки, артилерійські обстріли та пожежі, що руйнують рослинний покрив і порушують природний баланс екосистем.

Крім того, на рослини негативно впливають хімічні забруднення: залишки вибухових речовин, витікання нафтопродуктів у ґрунт і воду призводять до токсичного впливу, порушують фотосинтез, гальмують розвиток рослин і зменшують врожайність.

Війна спричиняє серйозні зміни в природі. Руйнування інфраструктури й вибухи знищують рослинний покрив, що призводить до ерозії ґрунтів і робить їх малоприсадними для продукування нових рослин. Окрім цього, порушується водопостачання, через що рослини отримують недостатньо вологи або контактують із забрудненою, токсичною водою, що негативно впливає на їхній ріст.

Біорізноманіття також страждає: гинуть комахи, птахи, звірі, а разом із ними змінюються або зникають цілі види

рослин і тварин. Це порушує природний баланс, ускладнює відновлення екосистем і може мати наслідки для клімату та місцевих екологічних умов.

Ми провели дослідження, опрацювали інформацію з різних джерел і знайшли 20 рослин, яким загрожує зникнення. Ці види перебувають під серйозною загрозою, адже воєнні дії поєднують кілька факторів, що згубно впливають на рослинність:

- руйнівна дія вибухів, переміщення військової техніки, будівництво фортифікацій;
- пожежі, що виникають і лишаються неконтрольованими в умовах бойових дій;
- хімічне забруднення (передусім ґрунтів) сіркою, яка у разі контакту з водою утворює сірчану кислоту, що знищує насіння та коріння рослин;
- фізичні впливи вибухів і техніки, які навіть незначні створюють додаткові загрози: ерозію ґрунту, зміну гідрологічного режиму, появу зон для швидкого розповсюдження інвазійних рослин, які захоплюють пошкоджені ділянки швидше, ніж відновлюється природна рослинність.

Отже, війна безпосередньо знищує рослинність і опосередковано руйнує природне середовище. Для ендемічних і малопоширених видів, які потребують специфічних умов зростання, ці зміни можуть бути фатальними. Руйнування саме тих місць, де зростає кожен із цих видів, може призвести до його повного зникнення на певній території. Особливо це стосується степових видів, які через масштабне розорювання втратили майже всі природні ареали — сьогодні в Україні залишилося менше ніж 3 % колишніх степових екосистем.

Про деяких представників варто розповісти окремо.

Ковила. Море з ковили — саме таким уявляється наш степ. Проте зараз така картина рідкісна, її можна побачити лише на нерозораних схилах степових балок і в долинах річок. Зазвичай це ковила волосиста. В Україні зростає 27 видів ковили: пірчаста, найкрасивіша, пухнастолиста тощо — усі занесено в Червону книгу. Наразі трапляються лише невеликими поодинокими групами.

Півонія тонколиста. Ця рослина — справжня окраса весняного степу. Цвіте з середини квітня до кінця червня. На відміну від садових півоній, степові види мають тонке розсічене листя, від якого рослина й отримала назву. Окрім материкової частини України степові півонії також трапляються в окупованому Криму, зокрема, на гірських і степових ділянках Чатир-Дагу.

Рябчик руський. Доволі велика, схожа на тюльпан рослина. Росте на узліссях і в чагарниках, а також на кам'янистих схилах. Квітне ранньою весною. Перші екземпляри рябчика руського було зібрано в XIX столітті на півдні України. Ботанік, який описав цей вид латиною, назвав його *Fritillaria ruthenica*, щоб точніше вказати на походження та ареал виду. Рутенія — традиційна назва України доби Середньовіччя. Квіти рябчика руського дуже красиві, його часто зривають на букети або пересаджують на грядки. Це скорочує популяцію рідкісного виду та призводить до його локальних зникнень. Проте, якщо не нівечити рослину, розростається вона доволі швидко.

Орхідеї-плодоріжки. Покровське орхідне поле на Кінбурнській косі — маловідоме, хоча абсолютно дивовижне місце, площею понад 60 га, де на 1 м² тут може зосереджуватися до 100 особин п'яти різних видів орхідей-плодоріжок (зозулинців). Нині не відомо, чи вціліло орхідне поле. А воно є найбільшим скупченням степових орхідей у Європі, адже зазвичай ці рослини ростуть поодинокі. З початку вторгнення рф на Кінбурнській косі точаться жорстокі бої, звідти російські обстрілюють Очаків та Миколаїв, а українські бійці у відповідь намагаються знищити ракетні системи ворога.

Волошка короткоголова (Centaurea breviceps) і *волошка Пачоського (Centaurea paczoskii)* також ростуть на Кінбурнській косі, а *волошка несправжньооблідолускова (Centaurea pseudoleucolepis)* і *деревій голий (Achillea glaberrima)* трапляються лише на маленькій території заповідника «Кам'яні могили» на Донеччині.

Як відновлювати природу після війни й боротися з її наслідками?

Насамперед необхідно регулярно спостерігати за станом рослинності на постраждалих територіях і оцінювати

втрати — постійний моніторинг допомагає зрозуміти масштаби пошкоджень і виявити причини змін в екосистемах.

Наступним кроком є розмінування та очищення земель і водних ресурсів або тимчасова консервація територій до приведення їх у безпечний стан.

Після цього слід застосувати науково обґрунтовані методи боротьби з ерозією та забрудненням, що дають можливість відновлювати рослинність і природний баланс екосистем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 20 рослин, які можуть зникнути через війну росії в Україні. *Еко.Район*. URL: <https://eco.rayon.in.ua/news/528336-20-roslin-yaki-mozhut-zniknuti-cherez-viynu-rosii-v-ukraini> (дата звернення 12.11.25).
2. Головні загрози для рослинного світу під час війни. *Екологія. Право. Людина*. URL: <https://epl.org.ua/announces/golovni-zagrozy-dlya-roslynnogo-svitu-pid-chas-vijny/> (дата звернення 12.11.25).

- **Аріна Нікіфорова,**
учениця 11 класу Кременчуцького ліцею № 11 «Гарант»
Кременчуцької міської ради
Кременчуцького району Полтавської області
- **Науковий керівник:**
Головко О. О.,
вчителька хімії та біології
Кременчуцького ліцею № 11 «Гарант»
Кременчуцької міської ради
Кременчуцького району Полтавської області

Дослідження видового складу річки Крива Руда методом секвенування

Визначення видового складу річки є провідним етапом дослідження, що дає можливість отримати повне уявлення про структуру її екосистеми, взаємодію живих організмів із середовищем та антропогенний вплив на водойму. Це завдання виконується з багатьох причин, актуальних для сучасної екологічної науки, природоохоронної діяльності та управління водними ресурсами. Збереження біорізноманіття є надзвичайно важливим, адже воно забезпечує стабільність і ефективне функціонування екосистем, які підтримують життя різноманітних рослин, тварин і мікроорганізмів. Кожний вид виконує унікальну функцію, тому втрата навіть одного з них може спричинити значні порушення в екосистемах.

Малі річки надзвичайно вразливі до антропогенних впливів, і через природні та природно-антропогенні фактори десятки тисяч малих водойм повністю або частково зникли [1]. Біорізноманіття також має велике значення для сільського господарства, медицини й економіки, на його основі створюються лікарські препарати, різний генетичний матеріал рослин і мікроорганізмів.

Зміни в річковій системі стали наслідком природних і антропогенних процесів. За 100 років (1888–1987) у басейні річки Сухий Кагамлик загальна довжина річкової мережі скоротилася на 30 %. Подібна ситуація й у басейні Кривої

Руди та Сухого Омельника. Таке скорочення відбулося через відмирання верхніх частин річкової мережі, пересихання річищ нижче гребель і загат, а також через зміни гідрологічного режиму.

Наприклад, у 1888 році Крива Руда як ліва притока Сухого Кагамлика мала довжину 75 км і постійний стік, проте до 1990 року її довжина скоротилася до 57 км, виникли три ставки, а річище стало пересихати. Така трансформація річки є відбитком загальної тенденції щодо деградації малих річок в умовах активного господарського використання та зміни клімату [2].

Річка Крива Руда, що протікає через Кременчук, потерпає від значного антропогенного впливу, що призводить до її забруднення, основними джерелами якого є стоки промислових підприємств і неефективне очищення побутових стічних вод. Зливові води містять нафтопродукти, важкі метали та інші шкідливі речовини, що потрапляють у річку під час дощів.

Людська діяльність — будівництво, промислове виробництво, сільське господарство, неналежне поводження з відходами — посилює рівень забруднення та негативно впливає на екологічний стан водойми [3]. Додатковий негативний вплив справляє сільськогосподарська діяльність: змивання добрив із прилеглих угідь перевантажує річку поживними речовинами, що спричиняє бурхливий ріст водоростей та зниження кисню у воді.

Основним джерелом питного водопостачання для Кременчука є міське водосховище, яке забезпечує містян водою протягом року. Однак у літній період система водопостачання наражається на значні проблеми. Це пов'язано з погіршенням якості води у водосховищі, що залежить від погодних умов і сезонних змін.

Спостереження за станом забруднення поверхневих вод свідчать, що для Кам'янського водосховища рівень забруднення є помірним, з періодичними перевищеннями допустимих норм у літні місяці. Але малі річки міста зазнають значного забруднення через скиди неочищених зливових вод. Важливим фактором є також порушення природного гідрологічного режиму, що знижує здатність річок до самоочищення. Якість води в річках міста протягом останніх років залишається стабільно незадовільною, із сезонними

коливаннями, особливо під час масового цвітіння ціано-бактерій, яке триває 80–120 днів та є наслідком надмірної евтрофікації води, спричиненої забрудненням фосфатами.

У цьому контексті **мета дослідження** — визначити ступінь і характер забруднення річки Крива Руда, з'ясувати джерела впливу на біоту та запропонувати шляхи ревітації.

Об'єктом дослідження є річка Крива Руда (наразі — ліва притока Дніпра), а **предметом** — визначення рівня її забруднення. Для дослідження застосовано описовий та емпіричний методи, ПЛР, гель-електрофорез та секвенування нанопорами. **Новизна** полягає у використанні методів біоінженерії для визначення видового складу.

Практичне значення полягає в аналізі забрудненості водойми з використанням сучасних методів, оцінюванні її екологічного стану, виявленні факторів, що сприяють погіршенню якості води, визначенні їхнього впливу на екосистему та можливості розробки ефективних заходів для її відновлення.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що річка Крива Руда зазнає значного антропогенного навантаження, яке проявляється у погіршенні якості води. Джерелами забруднення є промислові та побутові стоки, зливові води, а також сільськогосподарські змиви. Отримані результати засвідчують необхідність впровадження комплексних заходів ревітації, посилення контролю за скидами та відновлення природного гідрологічного режиму, що сприятиме покращенню екологічного стану річки та її здатності до самоочищення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Малі річки та їх охорона. *Екологія. Право. Людина*. URL: <https://epl.org.ua/human-posts/mali-richky-ta-yih-ohorona/> (дата звернення: 21.11.2025).
2. Крива Руда (притока Дніпра). *Вікіпедія*. URL: <https://surl.li/zgwdfe> (дата звернення: 21.11.2025).
3. Екологічний паспорт Кременчука : моногр. / упоряд.: С. Бойченко, О. Ігнатенко, В. Карамушка. Кременчук, 2020. 98 с.

- **Сніжана Скворцова,**
учениця 10 класу Криворізького ліцею № 123
Криворізької міської ради,
членкиня учнівського лісництва «Дубочок»,
гуртка «Біологія» Комунального позашкільного
навчального закладу «Мала академія наук
учнівської молоді» Дніпропетровської обласної ради»
- **Науковий керівник:**
Шведун Г. Г.,
вчителька біології Криворізького ліцею № 123
Криворізької міської ради

Віталітетна та онтогенетична структура ценопопуляцій *Quercus robur* L. як едифікатора Карачунівського лісу

Ліс — один із найважливіших компонентів біосфери, що забезпечує і підтримує екологічну рівновагу на планеті. Лісові екосистеми виконують функції стабілізації середовища, є незамінним фактором забезпечення сталого розвитку. Віталітетна структура популяції забезпечує її існування у мінливих умовах та під впливом антропогенних чинників.

Мета роботи — оцінювання віталітетної та онтогенетичної структури ценопопуляцій *Quercus robur* L. та виявлення характерних ознак.

Була висунута **гіпотеза**, що самопідтримання штучного фітоценозу Карачунівського лісу залежить від життєвості та здатності до самовідновлення його едифікаторів.

Проект сприяє досягненню ЦСР № 15 «Життя на суші», оскільки його результати дають можливість оцінити стійкість, здатність до самовідновлення та життєвий стан лісових екосистем, що є ключовим для їх раціонального використання та збереження.

Для досягнення мети були використані геоботанічні та фітоценотичні методи, в тому числі обстеження 10 пробних майданчиків площею 10×10 м² кожен. Життєвість видів

визначали за шкалою І. Браун-Бланке. Віталітетну структуру дорослих особин визначали за методикою Ю. Злобіна [1], використовуючи три кількісні ознаки: висота дерева, діаметр в основі та діаметр на висоті 1,3 м. Проростки досліджувалися за методикою В. Скляр та Ю. Злобіна [2], де морфопараметрами слугували висота, діаметр стебла та кількість листків.

Виявили, що едифікатором на всіх пробних майданчиках штучного фітоценозу Карачунівського лісу є дуб звичайний (*Quercus robur* L.), індекс життєвого стану едифікаторів переважно ослаблений і лише на трьох майданчиках з десяти характеризується як здоровий [3].

За інтегральною оцінкою віталітету дорослих особин, у популяціях переважають особини високого класу віталітету «а», а тип віталітету дорослих популяцій на всіх майданчиках визначений як «процвітаючий».

Природне поновлення едифікаторів відбувається переважно насінним шляхом. Серед досліджених проростків переважають ювенільні (j) та іматурні (im) стадії. Тип популяцій проростків на всіх майданчиках відповідає категорії «процвітаюча» [4].

Онтогенетичне обстеження структури ценопопуляцій засвідчило, що в угрупованнях з листяним опадом переважають ювенільні особини, а якщо в підстилці наявні злаки, то іматурні.

З огляду на отримані результати пропонуємо впровадити такі заходи, які спонукатимуть дію природних сил лісових культур — фітоценозів та їх позитивний розвиток [5; 6].

Висновки

1. Такі морфометричні показники едифікатора, як висота дерева, діаметр прикореневої шийки, діаметр стовбура на висоті 1,3 м, дають можливість виконати віталітетний аналіз ценопопуляцій едифікаторів у штучному фітоценозі Карачунівського лісу.

2. Віталітетний та онтогенетичний спектри є об'єктивними інтегральними критеріями стану ценопопуляцій, а їх дослідження дає змогу оцінити стійкість угруповання до антропогенного впливу.

3. Природне поновлення едифікаторів відбувається переважно насінним шляхом; серед досліджених проростків переважають ювенільні та іматурні стадії.

4. Виконана робота підтвердила висунуту гіпотезу щодо здатності штучного фітоценозу Карачунівського лісу до самопідтримання та самовідновлення його едифікаторів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Злобін Ю. А. Алгоритм оцінки віталітету особин рослин і віталітетної структури фітопопуляцій. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2018. Том 14, № 3. С. 213–226.
2. Скляр В. Г., Злобін Ю. А. Внутрішньопопуляційна структура та методика її вивчення у деревних лісоутворюючих видів. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2013. Том 9, № 3. С. 316–329.
3. Горелов О. М., Горелов О. О. Життєвість деревних рослин (визначення, критерії та оцінка). *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2017. Вип. 76. С. 105–111.
4. Дегтярьов В. М., Скляр В. Г. Віталітетна структура та її динаміка у *Quercus robur* на початкових етапах онтогенезу. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Біологія, екологія»*. 2015. Вип. 23 (2). С. 105–111.
5. Квітко М. О., Савосько В. М. Екологічні особливості відносного життєвого стану лісових культур — фітоценозів Криворіжжя. *Питання біоіндикації та екології*. 2018. Вип. 23, № 2. С. 36–54.
6. Шевчук Н. Ю., Коршиков І. І. Флористична і ценотична характеристика рослинних угруповань штучних лісових насаджень Південного Криворіжжя (Україна). *Чорноморський ботанічний журнал*. 2015. Т. 11, №3. С. 307–316.

- **Ярина Олена Петраш,**
учениця 9 класу Ліцею № 5
Івано-Франківської міської ради
- **Науковий керівник:**
Гайда В. В.,
вчителька біології та екології Ліцею № 5
Івано-Франківської міської ради

Стан інвазії урбоекосистеми м. Івано-Франківська самшитою вогнівкою (*Cydalima perspectalis*)

В умовах глобалізації та інтенсивної торгівлі рослинним матеріалом роль інвазійних видів зростає, оскільки вони швидко адаптуються до нових умов та витісняють аборигенні організми [1; 2; 3].

Самшитою вогнівка – інвазійний чужорідний вид, який активно поширюється Європою з 2006 року, завдаючи неабиякої шкоди декоративним насадженням рослин роду Самшит (*Buxus*) [4; 5; 6].

У зв'язку з тим, що самшит вічнозелений є одним із найпоширеніших видів декоративних насаджень у ландшафтному дизайні Івано-Франківська, інвазія самшитою вогнівки становить значну небезпеку для міських зелених насаджень. Це зумовило потребу у комплексному дослідженні стану популяції шкідника, картуванні уражених територій та з'ясуванні ключових біотичних і абіотичних факторів, які визначають динаміку його поширення [7; 8].

Метою дослідження є вивчення масштабів інвазії самшитою вогнівки (*Cydalima perspectalis*) на території м. Івано-Франківська, аналіз факторів, що сприяють її поширенню, та оцінювання екологічних наслідків цього процесу.

Ідея роботи також полягає у створенні практичних методичних підходів для моніторингу інвазійних комах в урбанізованих екосистемах. Також розроблено інструменти оцінювання ступеня ураження насаджень, шкалу для визна-

чення стану кущів та матрицю, придатну для побудови теплокарт поширення вогнівки на території міста. Такі методи можуть бути використані й для дослідження інших чужорідних інвазійних видів комах.

Дослідження проводились з 2023 до 2025 року, і було встановлено, що на території м. Івано-Франківська сформувалася стійка популяція самшитової вогнівки. За даними літератури, цей вид здатний давати два або три покоління на рік [4; 5], що підтверджено і польовими спостереженнями. Під час картування було обстежено основні локації зростання самшиту в центральній і периферійних частинах міста. Понад 90 % мали ознаки ураження, що свідчить про високий рівень інвазії та швидке поширення популяції.

За результатами польових спостережень, найбільш пошкодженими виявилися кущі в районах із високою щільністю забудови, що може бути пов'язано як з мікрокліматичними умовами, так і з більшою кількістю завезених декоративних рослин у центральну частину міста. Дані з літератури також підтверджують, що основним шляхом проникнення самшитової вогнівки є імпорту рослинного матеріалу та торгівля декоративними рослинами [9; 6]. Можливе і вторинне природне проникнення шкідника з території Угорщини, Словаччини чи росії [10].

Завдяки геоінформаційним системам була створена карта поширення самшитової вогнівки території Івано-Франківська, розроблена шкала оцінювання стану насаджень (0–5 балів) та матриця ступеня ураження, що дало змогу побудувати теплокарту з найбільш інтенсивними зонами інвазії. Найвищий ступінь ураження зафіксовано у центральних районах міста, де декоративні насадження висаджені щільніше.

Також були досліджені фактори, що впливають на поширення самшитової вогнівки. Серед абіотичних чинників основним є клімат, зокрема температура та рівень вологості, які визначають успішність перезимівлі та виживання личинок [10]. Серед біотичних — наявність рослин-господарів, а також щільність їх розташування. За результатами спостережень доходимо висновку, що шкідник краще закріплюється у районах зі стабільними зеленими насадженнями та меншою кількістю природних хижаків.

Також проаналізовано причини швидкого розширення ареалу вогнівки в Україні. За науковими даними [6], перші підтверджені випадки появи виду фіксувалися у різних областях країни майже одночасно, що виявляє глобальний характер інвазії та активний вплив антропогенного фактора.

Отже, проведене дослідження дало можливість встановити реальний стан інвазії самшитової вогнівки (*C. perspectalis*) на території Івано-Франківська, визначити фактори її поширення та розробити практичні інструменти для моніторингу інвазійних видів у міських екосистемах. Отримані результати можуть бути використані для планування заходів контролю над інвазійними комахами та збереження декоративних насаджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Armstrong S. Rare plants protect Cape's water supplies. *New Scientist*. 1995. Vol. 11. P. 8.
2. Liebhold A. M. Alien Species as Agents of Global Change Ecology and Management of the Gypsy Moth in North America as a Case History. *Proceedings International Symposium of the Kanazawa University 21st Century COE Program* / ed., N. Kamata. 2003. Vol. 1. P. 71–75.
3. Wilcove D. S., Rothstein D., Bubow J., Phillips A., Losos E. Quantifying threats to imperiled species in the United States. *Bioscience*. 1998. Vol. 48(8). P. 607–615.
4. Baur B., Jung J., Rusterholz H. Defoliation of wild native box. 2023.
5. Bras A., Avtzis D. N., Kenis M., Li H., Véték G., Bernard A., Courtin C., Rousselet J., Roques A., Auger-Rozenberg M.-A. A complex invasion story underlies the fast spread of the invasive box tree moth (*Cydalima perspectalis*) across Europe. *Journal of Pest Science*. 2023.
6. Shparyk V. Yu., Zamoroka A. M. A brief overview of *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) distribution in Ukraine evidence from professional and citizen Science. 2023.

7. Budashkin Yu. I. Boxwood moth – *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera, Pyraustidae) – a new for the fauna of Ukraine and Crimea species of a dangerous pest of forestry and greenery. *Ecosystems*. 2016. Vol. 5. P. 36–39.
8. Göttig S., Herz A. The box tree pyralid *Cydalima perspectalis*: New results of the use of biological control agents and pheromone traps in the field. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2014. Vol. 121. P. 98–99.
9. Leuthardt F. L. G., Billen W., Baur B. Spread of the box-tree pyralid *Diaphania perspectalis* (Lepidoptera: Pyralidae) in the region of Basel – a pest species new for Switzerland (Ausbreitung des Buchsbaumzünslers *Diaphania perspectalis* (Lepidoptera, Pyralidae) in der Region Basel – eine für die Schweiz neue Schädlingsart). *Entomo Helvetica*. 2010. No 3. P. 51–57.
10. Jenkins J. C., Aber J. D. & Canham C. D. Hemlock woolly adelgid impacts on community structure and N cycling rates in eastern hemlock forests. *Canadian Journal of Forest Research*. 1999. Vol. 29. P. 630–645.
11. Agasyeva I., Ismailov V., Fedorenko E., Nefedova M. Biological control of boxwood fire. *Zakhist i quarantine roslin*. 2017. Vol. 8. P. 21–23.
12. Ayres M. P. & Lombardero M. J. Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. *The Science of the Total Environment*. 2000. Vol. 262. P. 263–286.
13. Bale J., Masters G., Hodkinson I., Awmack C., Bezemer T., Brown V., Butterfield J., Coulson J., Farrar J., Good J., Harrington R., Hartley S., Jones T., Lindroth R., Press M., Symnioudis I., Watt A. & Whittaker J. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*. 2002. Vol. 8. P. 1–16.
14. Callaway R., Miao S. & Guo Q. Are trans-Pacific invasions the new wave? *Biological Invasions*. 2006. Vol. 8. P. 1435–1437.
15. Carroll S. P. & Dingle H. The Biology of Post-Invasion Events. *Biological Conservation*. 1996. Vol. 78. P. 207–214.
16. Carter D. J. Pest Lepidoptera of Europe with special reference to the British Isles. Dordrecht, Boston, Lancaster : Dr. W. Junk, 1984. 431 p.

17. Clavero M. & García-Berthou E. Invasive species are a leading cause of animal extinctions. *Trends in Ecology & Evolution*. 2005. Vol. 20 (3). P. 110.
18. Dwyer G. Combining population-dynamic and ecophysiological models to predict climate-induced insect range shifts. *American Naturalist*. 2006. Vol. 167. P. 853–866.
19. Elton C. S. Periodic Fluctuations in the Numbers of Animals: Their Causes and Effects. *Journal of Experimental Biology*. 1924. Vol. 2. P. 119–163.
20. Hanski I. Metapopulation dynamics. *Nature*. 1998. Vol. 396. P. 41–49.
21. Heikkilä J. & Peltola J. Analysis of the Colorado potato beetle protection system in Finland. *Agricultural Economics*. 2004. Vol. 31. P. 343–352.
22. Holt R. D. & Lawton J. H. Apparent competition and enemy-free space in insect-host parasitoid relationship. *American Naturalist*. 1993. Vol. 142. P. 623–645.
23. Kalkhan M. & Stohlgren T. Using Multi-Scale Sampling and Spatial Cross-Correlation to Investigate Patterns of Plant Species Richness. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2000. Vol. 64. P. 591–605.
24. Kolbe J. J., Glor R. E., Schettino L. R., Lara A. C., Larson A. & Losos J. B. Genetic variation increases during biological invasion by a Cuban lizard. *Nature*. 2004. Vol. 431. P. 177–181.
25. Leuthardt F. L. G., Baur B. Oviposition preference and larval development of the invasive moth *Cydalima perspectalis* on five European box-tree varieties. *Journal of Applied Entomology*. 2013. DOI: 10.1111/jen.12013
26. McCullough D. G., Work T. T., Cavey J. F., Liebhold A. M., & Marshall D. Interceptions of nonindigenous plant pests at US ports of entry and border crossings over a 17-year period. *Biological Invasions*. 2006. Vol. 8. P. 611–30.
27. MacFarlane D. W. & Meyer S. P. Characteristics and distribution of potential ash tree hosts for emerald ash borer. *Forest Ecology and Management*. 2005. Vol. 213 (1–3). P. 15–24.
28. Pimentel D., Lach L., Zuniga R. & Morrison D. Update on the environmental and economic costs associated with alien invasive species in the United States. *Bioscience*. 2004. Vol. 50 (1). P. 53–67.

29. Price P. Insect Ecology. 3rd edition. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1971. 874 p.
30. Oelschläger H. Ein Fund von *Aeolesthes sarta* (Solsky, 1871) am Neusiedler See. *Entomologische Blätter*. 1997. Vol. 3. P. 132–136.
31. Sailer R. I. Our Immigrant Insect Fauna. *Bulletin of the Entomological Society of America*. 1978. Vol. 24 (1). P. 3–11.
32. Thomas C. D., Bodsworth E. J., Wilson R. J., Simmons A. D., Davies Z. G., Musche M. & Conradt L. Ecological and evolutionary processes at expanding range margins. *Nature*. 2001. Vol. 411. P. 577–581.
33. Turys E. V. Records and biological features of the development of the box tree moth *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera, Crambidae) in the Transcarpathian region of Ukraine. *Proceedings of the 15th International Scientific Conference «Uzhgorod Entomological Readings – 2015»* (September 25–27, 2015). P. 81–82.
34. Uzhevskaya S. P. & Korytnianska V. G. A new records of *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera, Crambidae) in the South of Ukraine. *Ukrainska entomofaunistyka*. 2018. Vol. 9 (1). P. 5–7.
35. Vermeij G. J. An Agenda for Invasion Biology. *Biological conservation*. 1996. Vol. 78. P. 3–9.
36. Veteli T. O., Kuokkanen K., Julkunen-Tiitto R., Roininen H. & Tahvanainen J. Effects of elevated CO₂ and temperature on plant growth and herbivore defensive chemistry. *Global Change Biology*. 2002. Vol. 8. P. 1240–1252.
37. Volney W. J. A. & Fleming R. A. Climate change and impacts of boreal forest insects. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2000. Vol. 82 (1–3). P. 283–294.
38. Wan H., Haye T., Kenis M., Nacambo S., Xu H., Zhang F., Li H. Biology and natural enemies of *Cydalima perspectalis* in Asia: is there biological control potential in Europe? *Journal of Applied Entomology*. 2014. Vol. 138 (10). P. 715–722.
39. Williamson M. & Fitter A. The Varying Success of Invaders. *Ecology*. 1996. Vol. 77 (6). P. 1661–1666.
40. Wittenberg R., Cock M. J. W. CAB International, on behalf of the Global Invasive Species Program. 2001.

41. Work T., McCullough D. G., Cavey J. G. & Komsa R. Arrival rate of nonindigenous insect species into the United States through foreign trade. *Biological Invasions*. 2005. Vol. 7. P. 323–332.
42. Yan X., Zhenyuu L., Gregg W. & Dianmo L. Invasive species in China – an overview. *Biodiversity and Conservation*. 2001. Vol. 10. P. 1317–1341.

■ **Філа Глотова,**
учениця 9 класу Приватного закладу
загальної середньої освіти II–III ступенів
«Гімназія А+»

■ **Науковий керівник:**
Тимощук О. Б.,
вчителька хімії Приватного закладу
загальної середньої освіти II–III ступенів
«Гімназія А+», кандидатка хімічних наук

Оцінка екотоксичності засобів побутової хімії на прикладі ряски (*Lemna minor*): моделювання впливу на ріст у лабораторних умовах

Надмірне використання побутової хімії призводить до значного забруднення стічних вод: активні компоненти засобів (ПАР, фосфати, відбілювачі) потрапляють у природні водні об'єкти й становлять пряму загрозу для водних екосистем.

Дослідження присвячене експериментальному оцінюванню та порівнянню токсичного впливу різних видів побутових мийних засобів (ПМЗ) на ріст та життєздатність ряски малої (*Lemna minor*) – ключового первинного продуцента та чутливого біоіндикатора [1].

Мета дослідження – визначення та порівняльна оцінка рівня гострої та хронічної екотоксичності різних типів ПМЗ

на ріст та розвиток водної рослини в умовах лабораторного моделювання.

Об'єктом дослідження обрано ряску малу (*Lemna minor*), яка завдяки своїй високій чутливості та швидкому вегетативному розмноженню є ідеальною для біотестування. Методологія базувалася на міжнародному протоколі біотестування OECD 221 (тест на пригнічення росту ряски) [2].

Досліджувалися шість типів ПМЗ, які регулярно потрапляють у стічні води: засіб для миття посуду, рідкий пральний порошок, засіб для миття ванни, шампунь, засіб для миття туалету та суміш усіх зазначених розчинів. Для кожного зразка методом логарифмічного розведення готувалася серія робочих концентрацій. Тривалість біотестування становила 7 днів (168 годин). Оцінювання токсичного впливу проводилося шляхом вимірювання ключових морфометричних показників, насамперед кількості фрондів та візуальної фіксації фізіологічних порушень (хлороз, некроз) [3].

Результати та обговорення

Експеримент чітко продемонстрував виражену дозозалежну негативну кореляцію між концентрацією всіх досліджуваних ПМЗ та швидкістю росту ряски. У контролі ріст фрондів збільшився в середньому в 5,5 раза, тоді як у тестових варіантах зафіксовано статистично значуще пригнічення.

Порівняльний аналіз токсичності ПМЗ, попри однакову концентрацію, виявив значну різницю в їхньому впливі.

1. Найбільш токсичним виявився рідкий пральний порошок, який проявив надзвичайно високу екотоксичність. За концентрації 0,5 мл/л зафіксовано летальний ефект (100 % пригнічення) вже на четвертий день експозиції. Це пов'язано, ймовірно, з високим вмістом агресивних аніонних і катіонних поверхнево-активних речовин (ПАР), ензимів та оптичних відбілювачів, що руйнують клітинні мембрани та фотосинтетичний апарат.

2. Другим за токсичністю виявився засіб для миття туалету.

3. На наступному місці – суміш усіх розчинів, яка також чинила сильний, але дещо повільніший та менш руйнівний ефект, ніж рідкий пральний порошок, взятий окремо.

4. Найменш токсичний вплив справляв шампунь, що може бути пояснено використанням м'якших, біорозкладних

компонентів та амфотерних ПАР, орієнтованих на прямий контакт зі шкірою.

У варіантах із середніми та високими концентраціями спостерігався яскраво виражений хлороз та некроз фронтів, що підтверджує пошкодження фотосинтетичного апарату та порушення метаболічних процесів.

Висновки та рекомендації

Дослідження засвідчило, що рідкий пральний порошок становить найбільшу екологічну загрозу поміж досліджених ПМЗ. Ряска (*Lemna minor*) виявилася ефективним і чутливим біоіндикатором.

На основі результатів сформовано такі рекомендації:

- закликати споживачів використовувати екологічно сертифіковані мийні засоби без фосфатів та з біорозкладними ПАР;
- звернути увагу виробників та регулятивних органів на необхідність зменшення концентрації найбільш агресивних компонентів (зокрема, у рідких пральних порошках), які демонструють високу токсичність засобів;
- продовжити дослідження з метою оцінювання хронічної токсичності (довготривалий моніторинг впливу низьких концентрацій) та дії на інші водні організми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Войтюк В. Ю., Кульбацька В. Ю. Хімія побутових мийних засобів та їх вплив на довкілля. *Екологічні науки*. 2018.
2. Каплаушенко А. Г. та ін. Поверхневі явища. Сорбційні процеси та їх застосування у фармації : навч.-метод. посіб. Запоріжжя, 2013.
3. Коцюба І. Ю. Про прискорене отримання біомаси деяких вищих водних рослин і перспективи її використання. *Вісник ДАУ*. 2006. № 1 (16). С. 294–301.

- **Слизова Яскевич,**
учениця 10 класу Комунального закладу
«Харківський ліцей № 49 Харківської міської ради»,
слухачка гуртка «Фізична географія»
Комунального закладу «Харківська обласна
Мала академія наук Харківської обласної ради»
- **Науковий керівник:**
Панкратьєва В. В.,
керівниця гуртка «Фізична географія»
Комунального закладу «Харківська обласна
Мала академія наук Харківської обласної ради»

Визначення залежності асиметрії меланізованого малюнка передньоспинки *Pyrrhocoris apterus* (L., 1758) від інтенсивності забруднення міського середовища

У зв'язку з посиленням впливу людської діяльності на природні комплекси найважливішим завданням сучасних екологічних досліджень стає розроблення методів контролю за реакціями живих організмів на динамічні процеси в екосистемах в умовах антропогенного впливу.

Стабільність існування природних популяцій клопа безкрилого (*Pyrrhocoris apterus* (L., 1758)) є показником здатності організму розвиватися в процесі взаємодії онтогенезу окремих особин з факторами популяції та середовища без будь-яких відхилень від умовної норми. Поява асиметрії меланізованого малюнка може свідчити про порушення ембріональних процесів, що відбуваються в організмі клопа безкрилого під впливом різних факторів, у тому числі антропогенного (рис. 1, 2).

Мета дослідження – визначити залежність асиметрії меланізованого малюнка передньоспинки *Pyrrhocoris apterus* від інтенсивності забруднення середовища Немишлянського району м. Харкова.

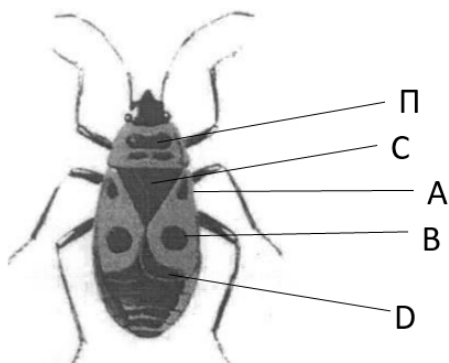


Рисунок 1. Зовнішній вигляд
Pyrrhocoris apterus (L, 1758)
П, С, А, В, D – елементи меланізованого
малюнка покривів

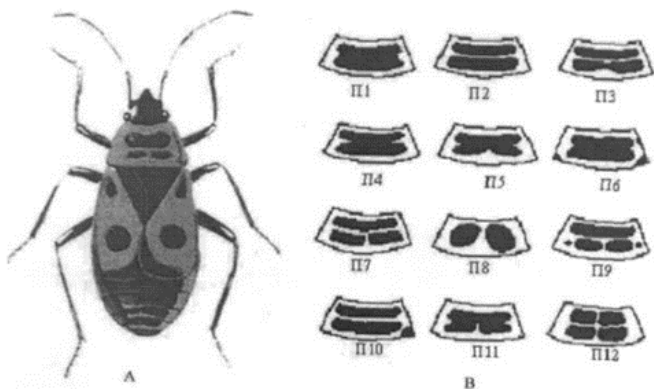


Рисунок 2. Варіанти асиметрії меланізованого
малюнка передньоспинки *Pyrrhocoris apterus* (L, 1758)
(за Батлуцькою, 2003)

Матеріали та методи. Для проведення дослідження на території Немишлянського району було обрано 5 ділянок, які відрізняються віддаленістю від автодоріг та інтенсивністю руху автотранспорту. Основним матеріалом дослідження є колекція клопів безкрилих, сформована влітку 2023 року методом ручного збирання. Клопів висушено на ватних матрацках і розміщено в колекційних коробках. Загалом було зібрано 638 статевозрілих особин, що жили в різноманітних локалітетах (табл. 1).

Таблиця 1.

Загальні показники частоти асиметрії меланізованого малюнка покривів *Pyrrhocoris apterus* (L, 1758) за результатами дослідження

Ділянка	Місце розташування ділянки	Кількість відібраних особин	Кількість особин з асиметричним малюнком	Домінантні варіації малюнка передньоспинки	Частота асиметрії
№ 1	вул. Бригади «Хартія»	72	21	П4, П25, П9	0,2917
№ 2	проспект Героїв Харкова	64	34	П4, П9, П25, П8	0,5312
№ 3	парк «Зустріч»	88	9	П4, П7, П29	0,1477
№ 4	р. Немишля	52	18	П4, П25, П9	0,3462
№ 5	п. Західний	76	16	П4, П2, П5	0,1842
Загальні показники		352	98	П4	0,2784

Визначення частоти різних варіацій асиметрії меланізованого малюнка передньоспинки *Pyrrhocoris apterus* виконали за формулою:

$$ЧА = \sum Xi / n,$$

де Xi – число асиметричних особин у вибірці, n – загальна кількість відібраних особин.

На основі сукупності популяційних зборів було виділено 29 варіацій меланізованого малюнка передньоспинки *Pyrrhocoris apterus* (див. рис. 3, 4).

Варіація П4 домінує на усіх дослідних ділянках, тоді як варіація П9, П15 – субдомінантна для ділянки № 3. На ділянках № 2, № 4, № 5 субдомінантними можна назвати варіації П2, П5, П7, П8, П26.



Рисунок 3. П16 – симетричний малюнок (верхня смужка суцільна, нижня складається з двох прямокутників, щільно притиснутих один до одного).
Фото автора



Рисунок 4. П23 – асиметричний малюнок (верхня смужка суцільна, нижня складається з двох закруглень, і те, що ліворуч, більше).
Фото автора

Результати досліджень

Аналіз асиметрії малюнка передньоспинки особин клопа безкрилого свідчить, що на ділянці № 1 (вул. Бригади «Хартія») асиметричними є 7 варіацій, це відповідає 9,8 %

загальної кількості особин; частота асиметрії на ділянці становить 0,2917. У вибірці з ділянки № 2 (липові алеї проспекту Героїв Харкова) асиметричними виявились 11 варіацій, що відповідає 17,8 %; частота асиметрії у цій вибірці найвища серед досліджених ділянок і становить 0,5312. У чагарникових насадженнях (парк «Зустріч») ділянки № 3 асиметричними є 3 варіації, що відповідає 3,4 %; частота асиметрії найнижча – 0,1477. У вибірці з чагарникових насаджень біля р. Немишля (ділянка № 4) асиметричними виявились 5 варіацій, що відповідає 9,61 %; частота асиметрії становить 0,3462. У межах п. Західний (ділянка № 5) асиметричними є 5 варіацій, що відповідає 6,57 % загальної кількості особин; частота асиметрії – 0,1842.

Висновок. Отримані результати дають змогу дійти висновку про сильний антропогенний вплив і наявність прямої кореляції між збільшенням відхилень під час формування меланізованого малюнка передньоспинки *Pyrrhocoris apterus* (L., 1758) та інтенсивністю забруднення міського середовища автотранспортом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Gyuris E., Feró O., Tartally A., Barta Z. Individual behaviour in firebugs (*Pyrrhocoris apterus*). *Proc. R. Soc.B.* 2011. № 278. P. 628–633.

- **Марія Мартинюк,**
учениця 9 класу Нетішинського академічного ліцею
Нетішинської міської ради
Шепетівського району Хмельницької області
- **Науковий керівник:**
Шостак І. Ю.,
вчителька хімії Нетішинського академічного ліцею
Нетішинської міської ради
Шепетівського району Хмельницької області

Використання рослинних відходів як джерела природних барвників для створення екологічно безпечних текстильних виробів

За даними Програми ООН з охорони довкілля (UNEP), щороку у водні екосистеми потрапляє 200 000 тонн синтетичних барвників, які, розкладаючись на токсичні речовини, перешкоджають фотосинтезу у водоростях [1]. Вчені з Кембриджського університету (2023 р.) встановили, що деякі азобарвники здатні спричиняти мутагенні та канцерогенні ефекти у людини [2]. Відтак у контексті сучасних тенденцій «зеленого виробництва» зростає інтерес до пошуку природних барвників для фарбування тканин.

Мета роботи — дослідити можливість використання рослинних відходів для виготовлення барвників і фарбування ними тканин.

Методи дослідження: теоретичні, експериментальні, емпіричні.

Вивчалось питання виготовлення барвників з рослинних відходів, можливість пофарбувати ними тканини, ефективність природних протравлювачів і екологічну безпечність.

Під час експериментів з'ясували, що з рослинних відходів можливо приготувати барвники. Для колорування тканини слід використовувати:

- червоний колір — екстракт буряка з попереднім протравлюванням у розчині оцтової кислоти;

- жовтий, жовтогарячий — лушпиння цибулі без протравлювання;
- фіолетовий — екстракт чорниці без протравлювання;
- синій — екстракт чорниці з додаванням харчової соди;
- червоно-коричневий — екстракт буряка без протравлювання;
- світло-зелений — листя шпинату [3].

Аналіз впливу протравлювачів та їх видів на формування колірної гами, світло-, термо- та хімічної стійкості пофарбованих зразків, засвідчив, що цибулиння забезпечує кращу стійкість до прання, жом чорниці дає яскравий колір, проте низьку стійкість до прання, барвники на основі буряка та чорниці мають низьку стійкість до світла.

Світлостійкість природних барвників — показник, який визначає термін використання пофарбованих полотен, довговічність збереження їх зовнішнього естетичного оформлення. Під час дослідження виявлено, що на світлостійкість забарвлення досліджуваних зразків впливає не лише вид, а й свіжість рослинного барвника, вид протравлювача, який при цьому використовувався. Найменші зміни забарвлення помічені у зразків, що були пофарбовані ягодами чорниці з попереднім протравлюванням у розчині оцтової кислоти. Трішки знизилась інтенсивність забарвлення у зразків, пофарбованих лушпинням цибулі. Найбільші зміни забарвлення були зафіксовані у зразків, які були пофарбовані буряком. Крім цього, повторне використання барвника на основі буряка не дало бажаних результатів — колір тканини став жовто-коричневий, а не червоний.

У процесі вивчення впливу розчинів кислот та лугів на зразки з'ясовано, що всі, крім зразків, пофарбованих лушпинням цибулі, не стійкі. На початку експерименту спостерігали зміну червоного і фіолетового забарвлення на синє — дія розчину натрій гідрокарбонату, а також знебарвлення від дії розчину лимонної кислоти [4].

Отримані результати рН стоків перебувають у межах 6–8, тобто є безпечними для навколишнього середовища, але стоки, що попередньо оброблялись розчином оцтової кислоти, перед зливанням необхідно нейтралізувати розчином соди.

Найкращим і найстійкішим барвником виявилось лушпиння цибулі. Жом чорниці, хоча і дає яскравий колір, проте має низьку стійкість до прання, тому виріб потребує дбайливого догляду. Барвники на основі буряка і чорниці мають низьку стійкість до світла, прання, дії кислот і лугів. Фарбування барвником на основі шпинату дало найгірші результати.

Висновки

Щоб пофарбувати бавовняну тканину у жовтий колір, необхідно використати екстракт лушпиння цибулі. Для закріплення кольору варто застосувати попереднє протравлювання у розчині оцтової кислоти. Прихильникам червоної гами кольорів слід використати екстракт буряка, фіолетової — барвник з плодів чорниці, синьої — його ж з додаванням розчину соди.

Варто зазначити, що використання правильно підбраного протравлювача може суттєво зменшити фотодеструкцію отриманих забарвлень. Крім цього, добираючи до кожного виду барвника різні протравлювачі, можете формувати бажану колірну гаму та їхню світлостійкість, однак врахуйте конкретні умови експлуатації виробів.

Подальші дослідження слід спрямувати на поінформування людей про можливість використання рослинних відходів для фарбування тканин і тим самим зменшити використання синтетичних барвників, а також пошук кращого фіксатора кольору та рослин, екстракти яких можуть забезпечити фарбування тканин у яскраві кольори (зокрема, зелений).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Текстильні барвники: процес фарбування та вплив на навколишнє середовище. URL: <https://www.intechopen.com/chapters/41411> (дата звернення: 05.09.2025).
2. Чому не слід носити хімічно пофарбований одяг. URL: <https://ua.zjmeixin.com/info/why-you-should-not-wear-chemically-dyed-clothi-17187169181852672.html> (дата звернення: 10.09.2025).

3. Галик І. С., Концевич О. Б. та ін. Екологічна безпека та біостійкість текстильних матеріалів. Львів : Вид-во Львів. комерц. академії, 2006. 232 с.
4. Толстов О. Л., Бей І. М. Промислова біотехнологія : метод. рекомендації щодо виконання лабораторних робіт. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2024. 148 с.
5. Харчові барвники можуть сприяти розвитку раку. URL: <https://news24.in.ua/zdorovya/harchovi-barvniki-mozhut-spriyati-rozvitku-raku-2.html> (дата звернення: 13.10.2025).

■ **Анна Стафєєва,**
учениця 9 класу Комунального закладу
«Харківський ліцей № 1 Харківської міської ради»

■ **Науковий керівник:**
Роппе-Тенеїшвілі О. В.,
вчителька біології, методистка
Комунального закладу «Харківський ліцей № 1
Харківської міської ради»

**Проектна діяльність учнів у процесі вивчення
та збереження фіторізноманіття рекреаційних
зон загальноосвітніх закладів мегаполіса
(на прикладі Комунального закладу
«Харківський ліцей № 1 Харківської
міської ради»)**

Трансформація пришкільних територій направлена на створення багатофункційних зон [1; 2], які об'єднують освітню, виховну та практичну функції. Питання організації пришкільних ділянок мегаполісів у системі забезпечення формування еколого-практичних навичок, екосвідомості

та екологічного виховання учнів не отримало потрібного визнання [3], тому тема цього дослідження є актуальною.

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати й експериментально перевірити ефективність моделі організації проєктної діяльності учнів, спрямованої на формування екологічної культури, дослідницьких навичок, практичної діяльності учнів і збереження фіторізноманіття рекреаційної зони Комунального закладу «Харківський ліцей № 1 Харківської міської ради» (ХЛ № 1) в умовах мегаполіса.

Об'єкт дослідження – процес організації проєктної діяльності учнів у контексті еколого-практичного виховання. **Предметом дослідження** є ефективність моделі та сучасних методик організації проєктної діяльності учнів, спрямованих на збереження фіторізноманіття урбаністичних екосистем України [4] на прикладі пришкільної рекреаційної території ХЛ № 1.

Для досягнення мети були поставлені наступні **завдання**:

- дослідити з літературних джерел попередню практику трансформації рекреаційних зон мегаполісів, стан розробленості методик, засобів і способів еколого-практичної діяльності учнів, спрямованих на розв'язання реальних освітніх проблем у галузі екології;
- розробити профільну анкету для структурованого збирання необхідних даних про значення екологічної проєктної діяльності зі застосуванням критерію Пірсона (χ^2);
- зробити методичне (комплекс проєктних завдань, рекомендацій) та практичне (біометричні показники саджанців дуба черешчатого як символу незламності м. Харкова) забезпечення реалізації запропонованої авторської моделі позашкільної екологічної діяльності учнів;
- обґрунтувати ефективність застосування структурно-функційної моделі позашкільної екологічної діяльності учнів – участі у конференціях, турнірах, олімпіадах, диспутах, конгресах, форумах, аналізу друкованих статей, проведення тематичних екскурсій.

Методи дослідження: системного підходу до цілісних педагогічних процесів; еколого-практичного виховання; локального моніторингу; статистичного аналізу даних.

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується посиленням антропогенного впливу на навколишнє середовище, що зумовлює необхідність формування високого рівня екологічної культури та свідомості громадян, починаючи зі шкільного віку [5; 6]. Особливої гостроти ця проблема набуває в умовах мегаполісів, де природні екосистеми є фрагментованими, а зв'язок людини з природою часто опосередкований. Пришкільні території загальноосвітніх закладів мають значний, але часто недооцінений потенціал [3].

Дослідження здійснювалось із застосуванням методу еколого-практичного виховання у сфері позашкільної освіти й з метою спостереження за розвитком екологічної свідомості учнів та аналізу їхнього ставлення до попередньо висаджених мікропопуляцій дуба черешчатого (*Quercus robur*) у створеному Музеї червонокнижних рослин просто неба (2016 р., далі – Музей рослин) за допомогою створеної моделі акумуляції компонентів еколого-практичного виховання.

Дуб – частина природного середовища Харкова, його парків і скверів, тому у мешканців особливе ставлення до нього – не лише природного, а і як історичного та культурного символу міста.

Спочатку були зібрані й пророщені жолуді (жовтень – червень 2024–2025 рр.), потім їх висадили у відкритий ґрунт на території Музею рослин (73 од.). Веліся фенологічні спостереження не тільки за цими екземплярами, а й раніше висадженими представниками *Quercus robur* у північній, південній та західній ділянках (13 од. віком до чотирьох років). У результаті дослідження біометричних показників цих зразків було з'ясовано, що спочатку розвивається стрижневий корінь, а абсолютна довжина стебла досліджуваних дерев залежить від вікової категорії та варіюється від 36 см (у найстаршого) до 17 см (у наймолодшого). Розмір листової пластини коливався у межах стандартної похибки 1 см (від 11,5 до 13,5 см відповідно), що було зафіксовано у таблицях, графіках, на фотографіях. Також з метою збереження та реінтродукції рідкісних видів Музею рослин на практичних заходах з учнями було досліджено фіторізноманіття дуба.

Для з'ясування ставлення учнів до позашкільної освіти та еколого-практичної діяльності була розроблена анкета для структурованого збирання відповідей та розподілення їх за критерієм Пірсона [7]. Опитування засвідчило переважання низького рівня сформованості розуміння в учнів, які не займалися еколого-практичною діяльністю, на відміну від наукової команди «Екомісто», в якій зафіксовано середній та високий рівні.

Отже, під час дослідження було виявлено несформоване розуміння зв'язку між особистою дією та наслідками для природи, згубності пріоритету короткострокових рішень у порівнянні довгостроковим екологічним добробутом і збереженням фіторізноманіття й екосистем, а також недостатнє впровадження в освітній процес еколого-практичного виховання учнів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабаєв В. М., Семенов В. Т. та ін. Проектування міських територій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 449 с.
2. Безлюбенко О. С., Завальний О. В., Черноносова Т. О. Планування і благоустрій міст : навч. посіб. Харків : ХНАМГ, 2013. 204 с.
3. Кузнєцов М. С., Летягіна Є. Н. Роль та функції зелених насаджень для покращення екології сучасних міст. *Актуальні проблеми управління*. 2016. С. 173–176.
4. Запорожець О. та ін. Елементи сучасної урбоекології. Київ : НАУ, 2015. 265 с.
5. Бисарчук Е. А., Кухта А. М. Екологічне виховання учнів. Київ : Радянська школа, 1980. 87 с.
6. Скробала В. М. Оптимізація урбанізованих та техногенних ландшафтів засобами озеленення. *Науковий вісник УДЛУ*. 2003. Вип. 13 (5). С. 415–421.
7. Kendall M., Stuart A. The Advanced Theory of Statistics. Vol. 2: Inference and Relationship. 4th ed. 1997. 899 p.

Для нотаток

[illegible]

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

