

ЦИФРОВА АВТОМАТИЧНА МЕТЕОРОЛОГІЧНА СТАНЦІЯ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОГО МИСЛЕННЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ В ПОЗАУРОЧНІЙ РОБОТІ

DIGITAL AUTOMATIC METEOROLOGICAL STATION AS A MEANS OF DEVELOPING STUDENTS' ENVIRONMENTAL THINKING IN EXTRACURRICULAR ACTIVITIES

УДК 371.388.6
DOI <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2024/75.58>

Шершень Б.С.,
студент II курсу факультету математики,
природничих наук та технологій
Центральноукраїнського державного
університету
імені Володимира Винниченка

Садовий М.І.,
докт. пед. наук, професор,
професор кафедри математики
та цифрових технологій
Центральноукраїнського державного
університету
імені Володимира Винниченка

Соменко Д.В.,
канд. пед. наук,
ст. викладач кафедри математики
та цифрових технологій
Центральноукраїнського державного
університету
імені Володимира Винниченка

Трифонов О.М.,
докт. пед. наук, професор,
завідувач кафедри математики
та цифрових технологій
Центральноукраїнського державного
університету
імені Володимира Винниченка

Стаття присвячена дослідженню впливу цифрових технологій на формування екологічного мислення здобувачів освіти, що є надзвичайно важливим аспектом сучасної освіти. В епоху цифрових технологій необхідно не лише передавати знання про природу, але й формувати у здобувачів освіти глибоке розуміння екологічних процесів та їхній взаємозв'язок із людською діяльністю. З огляду на це, у статті розглянуто важливість інтеграції екологічних тем у всі рівні освітнього процесу, зокрема під час позаурочної роботи, для формування фахівців, здатних приймати відповідальні рішення в умовах екологічних викликів, а також впроваджувати екологічні інновації у різних галузях. Одним із ключових аспектів є розвиток критичного мислення та інтердисциплінарного підходу до вивчення екологічних проблем. Акцент зроблено на важливості розробки спеціальних курсів, що поєднують знання з різних галузей, та практичній підготовці здобувачів освіти через участь у лабораторних роботах, проєктах та дослідженнях, які проводяться в закладі освіти, так і під час позаурочної роботи. Також обговорено роль конструктивізму як методології, яка допомагає здобувачам освіти не лише отримувати знання, але й будувати власні концептуальні моделі стійкого розвитку. Окремо розглянуто приклади цифрових інструментів, таких як віртуальні екскурсії, моделювання екосистем, віртуальні лабораторії та додатки доповненої реальності (AR), які сприяють поглибленню розуміння здобувачами освіти екологічних проблем та можливих рішень. Дослідження показало, що застосування цифрових технологій не тільки підвищує рівень екологічної обізнаності та мислення здобувачів освіти, але й стимулює їхню активну участь у вирішенні екологічних проблем на практиці, що сприяє формуванню екологічно свідомих громадян.

Ключові слова: екологічне мислення, екологічна освіта, цифрові технології, віртуальні лабораторії, моделювання екосистем,

інтерактивні інструменти, професійна освіта.

The article is devoted to the study of the impact of digital technologies on the development of environmental thinking among students, which is an extremely important aspect of modern education. In the digital age, it is necessary not only to convey knowledge about nature but also to cultivate a deep understanding of environmental processes and their interconnection with human activities among students. In this context, the article discusses the importance of integrating environmental topics into all levels of the educational process, including extracurricular activities, to prepare professionals capable of making responsible decisions in the face of ecological challenges and implementing environmental innovations in various fields. One of the key aspects is the development of critical thinking and an interdisciplinary approach to studying environmental issues. The emphasis is placed on the necessity of developing specialized courses that combine knowledge from different areas, as well as practical training for students through participation in laboratory work, projects, and research, both in the educational institution and during extracurricular activities. The role of constructivism as a methodology that helps students not only acquire knowledge but also build their own conceptual models of sustainable development is also discussed. Specific examples of digital tools such as virtual tours, ecosystem modeling, virtual laboratories, and augmented reality (AR) applications are examined, which help deepen students' understanding of environmental problems and possible solutions. The research showed that the use of digital technologies not only increases the level of environmental awareness and thinking among students but also encourages their active participation in addressing environmental issues in practice, contributing to the formation of environmentally conscious citizens.

Key words: ecological thinking, ecological education, digital technologies, virtual laboratories, ecosystem modeling, interactive tools, professional education.

Постановка проблеми. У Законі України «Про освіту», в проєкті Закону України «Про професійну освіту», Концепції Сталого розвитку поставлено питання про необхідність встановлення балансу між задоволенням потреб людства і відновлювальних природних процесів.

У ході дослідження спеціальної літератури ми прийшли до висновку про недостатньо шанобливого відношення людства до навколишнього середовища [13]. Проблема екологічної кризи та сталого розвитку стає все більш актуальною та вимагає невідкладного вирішення. В цьому зв'язку одним із важливих напрямків є виховання нового

покоління з екологічним мисленням та відповідальним ставленням до навколишнього середовища. Введення цифрових технологій в освітній процес має стати ефективним інструментом у розвитку екологічної культури молоді.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Екологічні проблеми у найбільш розвинутих країнах світу набрали актуального значення 50-х роках минулого століття. До цього вважалося, що природа здатна подолати техногенні впливи на неї, проте практика показала хибність такого напрямку. На ці проблеми звертали увагу ООН, дослідники та громадські діячі.

У 1962 році американська біологиня та письменниця Рейчел Карсон опублікувала книгу «Мовчазна весна» (Silent Spring), яка привернула увагу громадськості до проблем забруднення навколишнього середовища хімічними пестицидами [11]. Ця книга вважається однією з найвпливовіших у історії екологічного руху, оскільки викликала великий резонанс і сприяла змінам у законодавстві щодо охорони довкілля.

На міжнародному рівні ООН почала активно включати екологічні питання до своєї порядку денного [13]. У 1972 році відбулася Стокгольмська конференція з питань довкілля людини, яка стала першою великою міжнародною зустріччю, присвяченою питанням екології. Ця конференція привела до створення Програми ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП), яка координує міжнародні зусилля з охорони довкілля.

Аналіз педагогічної літератури показав, що проблемою розвитку екологічної компетентності здобувачів освіти під час навчання займалися вітчизняні науковці М. Бауер [1], Н. Куриленко [4], І. Сяська [6], В. Шарко [9], І. Солошич [5] та ін. Вони наголошували на необхідності інтеграції екологічних знань у процес освіти для виховання екологічно свідомої особистості, яка зможе не тільки усвідомлювати існуючі загрози довкілля, а й активно впливати на їх мінімізацію. Особливо важливим вони вважали підвищення екологічної культури на всіх рівнях суспільства – від дошкільного віку до дорослого.

Проблемою екологічної освіти та виховання на філософському рівні займався В. Крисаченко; проблему екологічного виховання у процесі вивчення предметів природничого циклу досліджували О. Власенко, С. Горбулінська, В. Гузь; теоретико-методологічні основи екологічного виховання відображено у працях П. Бачинського, І. Павленко.

Марія Монтессорі [14], італійська лікарка і педагог, відома своїм інноваційним підходом до освіти, також зробила вагомий внесок у сферу екологічного виховання. Її методика акцентує увагу на зв'язку дітей з природою, розвиток їхньої самостійності і відповідальності за навколишнє середовище. У її закладах освіти діти з раннього віку вчать піклуватися про природу і розуміти свою роль у її збереженні.

Джон Дьюї [12], американський філософ і педагог, також відіграв значну роль у розвитку екологічної освіти. Його підхід до «навчання через діяльність» передбачає активну участь здобувачів освіти у практичних заняттях, що включають дослідження природи й екологічні проекти. Це сприяє глибшому розумінню екологічних проблем і формуванню відповідального ставлення до довкілля.

У ході узагальнення результатів виробничої за спеціалізацією та педагогічної практик, інших джерел ми прийшли до висновку, що важливим

мотиваційним напрямком залучення до збереження навколишнього середовища є використання засобів цифровізації.

Цифрові технології дозволяють забезпечити доступ до актуальної інформації про стан довкілля, відстеження змін клімату та розуміння причин і наслідків екологічних проблем. Також вони сприяють розвитку практичних навичок у вивченні та аналізі екологічних показників, формують критичне мислення та відповідальність стосовно довкілля.

Мета дослідження полягає у теоретичному обґрунтуванні, розробці методики розвитку екологічного мислення здобувачів освіти засобами цифрових технологій у позаурочній роботі.

Завданням дослідження є аналіз загальної характеристики цифрових технологій та можливості їх використання в позаурочній роботі; дослідження можливостей та переваг використання цифрових технологій в освітньому середовищі для розвитку екологічного мислення.

Методи дослідження.

Теоретичний: аналіз законодавчої, нормативної, спеціальної, психолого-педагогічної літератури, узагальнення педагогічного досвіду;

Емпіричні методи: проведення педагогічного експерименту, розробка методичних рекомендацій, анкетування та інше;

Статистичний: використання ймовірнісних і статичних підходів для аналізу отриманих емпіричних даних.

Виклад основного матеріалу. Екологічне мислення стає все більш важливим показником якості підготовки фахівців у закладах професійної освіти. Воно включає в себе розуміння взаємозв'язків між людиною та навколишнім середовищем, врахування екологічних аспектів у прийнятті рішень, відповідальне ставлення до ресурсів, а також здатність до екологічної інновації.

Акцентування уваги в освітньому процесі на розвиток екологічного мислення має включати такі аспекти:

1. Інтеграція екологічних тем в усі дисципліни. Наприклад, у сфері інженерії ми пропонуємо розглядати проблеми забруднення та ресурсозбереження при навчанні технологічних процесів, а у сфері економіки – розглядати екологічні витрати та прибутки [2].

2. Розробка спеціальних курсів, які допоможуть здобувачам освіти зрозуміти основні екологічні проблеми, їх причини та способи вирішення.

3. Практична підготовка має включати участь у проєктах із екологічного управління, розробці «зелених» технологій, а також участь в діяльності екологічних організацій.

4. Розвиток критичного мислення та робота над ставленням до екологічних проблем. Освіта повинна не лише надавати знання, але й формувати

відповідальне ставлення до екологічних проблем, зміцнювати розуміння важливості їхнього вирішення та стимулювати активну громадянську позицію.

5. Інтердисциплінарний підхід до освітнього процесу. Екологічні проблеми вимагають комплексного підходу, що об'єднує знання з різних дисциплін. Тому важливо залучати до процесу навчання спеціалістів різних напрямків.

6. Реалізація навчальних проєктів екологічного спрямування з використанням цифрових технологій. Наприклад, нами розроблений і впроваджений проєкт «Цифрова автоматична метеорологічна станція з власним web-сервером та передачею даних в мережу інтернет» [14].

Правильно підібрані цифрові технології дозволяють зробити процес навчання під час позаурочної роботи максимально вмотивованим і ефективним, у той час як неувага до них призводить до одноманітності, незацікавленості та витрати зайвих ресурсів (сил, енергії та часу) усіх учасників освітнього процесу [11].

Віртуальні лабораторії є сучасними інструментами для проведення навчального експерименту, що є важливою складовою наукової освіти. Перевагами віртуальних лабораторій, які використовують технологію онлайн-моделювання явищ та процесів, є:

- їх доступність для всіх учасників освітнього процесу в будь-який час;
- ефективно наочне представлення процесів і явищ;
- зменшення витрат на обладнання та реактиви;
- можливість організації змішаного навчання: у віртуальних лабораторіях студенти мають можливість застосовувати те, що вивчали, теоретично, експериментувати та практикувати;
- безпека проведення експериментів;
- постійно оновлення та вдосконалення контенту;
- вільний доступ до більшості безкоштовних ресурсів;
- необмежений час на проведення експериментів;
- можливість пояснити складні поняття та процеси через експеримент.

Приклади ресурсів для проведення експериментів у віртуальних лабораторіях:

- програмні продукти Yenka для демонстрації симуляцій з математики, фізики, хімії, природничих наук (<http://www.yenka.com>);
- інтерактивний сайт «Інтерактивні симуляції» Phet (Physics Education Technology <http://phet.colorado.edu>);
- ресурс з мультидисциплінарним контентом та технологічними інструментами з відкритим кодом, що допомагають виклада-

чам забезпечити навчання з використанням симуляцій CK-12 (<https://interactives.ck12.org/simulations/physics.html>)

– демонстраційний проєкт WOLFRAM – частина сімейства безкоштовних інтернет-ресурсів (<https://demonstrations.wolfram.com>).

Існує багато цифрових інструментів для створення 3D об'єктів. Прикладами ресурсів, де можна знайти готові моделі, є: Sketchfab (<https://www.sketchfab.com>), Grabcad (<https://www.grabcad.com>), Thingiverse (<https://www.thingiverse.com>). Інструменти для створення 3D моделей: Tinkercad (<https://www.tinkercad.com/>), Sketch Up (<http://www.sketchup.com>), Blender (<https://www.blender.org>). Після завантаження чи створення моделі потрібне програмне забезпечення для слайсингу об'єкта: Cura (<https://www.ultimaker.com/en/products/cura-software>), Repetier (<https://www.repetier.com/>), Slic3r (<http://www.slic3r.org/>). Під час 3D-друку інколи виникає проблема з об'єктом (неякісна модель, проблеми з програмним забезпеченням, тощо), тому потрібні програми, які перевіряють файли на типові помилки і допомагають виправити їх: Make printable (<https://makeprintable.com>), Netfabb Basic (<https://www.autodesk.com/products/netfabb/overview>).

До AR-додатків, які використовувались в навчанні, належать: енциклопедія з доповненою реальністю Spacecraft 3D, Star Walk 2, Amazing Space Journey, Atom Visualizer, Electricity AR, Da Vinci Machines AR, Landscap AR, Clever Books Geography, Clever Books Geometry, Skyscrapers AR, Bridges AR, Quiver – 3D Coloring App, AR Flashcards – Animal Alphabet, My Cardiac Coach тощо.

Методика впровадження навчального проєкту екологічного спрямування з здобувачами освіти на позаурочній роботі складається з двох модулів: теоретичного і практичного.

Теоретичний модуль розпочинається з визначення цілей проєкту. Здобувачі освіти мають ознайомитися з теоретичними основами метеорології та принципами роботи сенсорних систем. Окрім цього, вони повинні опанувати навички роботи з мікроконтролером Arduino, а також вивчити те, як це можна використовувати для збору даних про температуру, вологість, атмосферний тиск і швидкість вітру.

Практичний модуль полягає в проєктуванні та розробці цифрової станції. Здобувачі освіти повинні запрограмувати мікроконтролери для роботи із датчиками, налаштувати збирання й обробку даних, а також створити веб-сервер, де інформація буде публікуватися в реальному часі. Крім того, вони повинні інтегрувати систему з мережею Інтернет для віддаленого доступу до даних.

Частиною заключного заняття має стати перевірка проєктів, обговорення помилок та труднощів,

з якими здобувачі освіти стикалися під час виконання своїх проєктів.

В ході практики за спеціалізацією під час позаурочної роботи було проведено експеримент на тему «Вплив використання цифрових технологій на формування екологічного мислення здобувачів освіти».

Дослідницька група представлена здобувачами освіти з різним рівнем екологічного мислення. Також враховані вікові та інші характеристики учасників, щоб зробити висновки щодо того, які категорії здобувачів освіти найбільш ефективно реагують на використання цифрових технологій для формування екологічного мислення.

У рамках дослідження враховані такі характеристики учасників:

- здобувачі освіти різної вікової категорії (16–20 років).

- здобувачі освіти з різним рівнем екологічного мислення, щоб оцінити, як різні групи реагують на використання цифрових технологій.

- учасники, які вже мають досвід використання цифрових технологій у навчанні, і ті, хто рідше користується комп'ютерами, щоб оцінити, як це впливає на їх реакцію на використання цифрових технологій для навчання.

Експеримент проведено в декілька етапів. На початку експерименту здобувачі освіти пройшли тестування для визначення їхнього рівня екологічного мислення. Далі провели навчання



Рис. 1. Загальний вигляд метеорологічної станції без захисної сітки
(використані: платформа ESP32, датчик температури та вологості DHT11, датчик температури DS18B20, фоторезистор, датчик атмосферного тиску GY-68 BMP180)

з використанням цифрових технологій. Після закінчення навчання знову проводили тестування, щоб оцінити, наскільки добре учасники засвоїли матеріал.

Результати експерименту представлені у вигляді порівняльної таблиці, що містить результати тестування до та після навчання, а також оцінку ефективності використання цифрових технологій у формуванні екологічного мислення. Окрім того, можна зробити висновки щодо того, які види цифрових технологій є найбільш ефективними для формування екологічного мислення.

До участі в анкетуванні були залучені 10 респондентів, серед яких здобувачі освіти Кропивницького вищого професійного училища.

Нижче наведені результати тестування здобувачів освіти для визначення рівня екологічного мислення. Учасники склали тест до та після навчання для оцінки засвоєння матеріалу.

Таблиця 1
Рівень екологічного мислення в респондентів

Учасник	Оцінка до навчання	Оцінка після навчання
Учасник 1	70	93
Учасник 2	65	91
Учасник 3	80	99
Учасник 4	75	95
Учасник 5	60	84
Учасник 6	60	85
Учасник 7	55	79
Учасник 8	70	91
Учасник 9	65	85
Учасник 10	50	77

З таблиці 1 можна побачити те, що використання цифрових технологій допомагає краще засвоювати матеріал і покращувати рівень знань учасників.

Крім того, здобувачі освіти були більш зацікавлені у вивченні нового матеріалу, та вони більше пов'язували своє навчання з реальними екологічними проблемами. Можна відзначити, що цифрові технології стимулюють більш активну участь здобувачів освіти у процесі навчання та забезпечують більш якісне засвоєння матеріалу.

Також, було встановлено, що використання цифрових технологій може допомогти у формуванні здобувачів освіти екологічного мислення та підготувати їх до змін у житті. Зокрема, цифрові технології дозволяють швидко оновлювати матеріали та надавати інформацію про останні досягнення.

Результати дослідження свідчать про те, що використання цифрових технологій може бути дуже ефективним інструментом для формування екологічного мислення здобувачів освіти. Здобувачі освіти, які використовували ці системи, проявляли більшу зацікавленість у вивченні нового

Таблиця 2

Результати дослідження

Показник	Результат
Підвищення рівня екологічного мислення	+27%
Збільшення зацікавленості в розв'язанні екологічних проблем	+42%
Покращення екологічної поведінки	+18%
Зниження кількості використання паперу та інших недеградованих матеріалів	-25%

матеріалу та пов'язували своє навчання з реальними екологічними проблемами. Крім того, вони зменшували використання недеградованих матеріалів та покращували свою екологічну поведінку. Отже, використання цифрових технологій може бути дуже корисним для формування екологічного мислення та зміни поведінки здобувачів освіти в сторону кращої екологічної поведінки.

Також виявлено, що найбільш ефективними для формування екологічного мислення здобувачів освіти є цифрові технології, які містять інтерактивні елементи та мультимедійний зміст. Здобувачі освіти більш успішно засвоювали матеріал, коли використовували цифрові системи, які надавали візуальні та звукові елементи, а також можливість інтерактивної взаємодії з матеріалом.

Наприклад, інтерактивні пари з використанням анімації та звукових ефектів, інтерактивні підручники з можливістю перегляду відео та аудіо матеріалів, та ігрові програми, що дозволяють здобувачам освіти взаємодіяти з матеріалом та отримувати негайну зворотну відгуки.

Такі цифрові технології можуть бути корисними для використання як здобувачами освіти в самостійному навчанні, так і в класних кімнатах, де викладачі можуть використовувати їх як додатковий інструмент для покращення навчального процесу та формування екологічного мислення здобувачів освіти.

На таблиці 3 зображено результати дослідження ефективності різних видів цифрових технологій на формування екологічного мислення здобувачів освіти:

Таблиця 3

Вплив цифрових технологій на екологічне мислення

Вид цифрової системи	Середній бал формування екологічного мислення
Моделювання екосистем	8.9 з 10
Віртуальні екскурсії	7.5 з 10
Інтерактивні підручники	6.8 з 10
Геоінформаційні системи	5.2 з 10
Онлайн-ігри	4.1 з 10

Отже, результати дослідження показали, що найбільш ефективними для формування екологічного

мислення здобувачів освіти є цифрові технології, які забезпечують можливість моделювання екосистем та віртуальні екскурсії. Найменш ефективними є онлайн-ігри та геоінформаційні системи. Однак, слід зазначити, що використання будь-якої цифрової системи у навчанні може мати позитивний вплив на формування екологічного мислення здобувачів освіти, тому рекомендується їх використання в освіті.

Розробка практичних рекомендацій щодо використання цифрових технологій у формуванні екологічного мислення здобувачів освіти може бути корисною для викладачів, які бажають включити ці технології у свої заняття та курси.

Пропонуємо кілька практичних рекомендацій:

– Використовувати цифрові інструменти для моніторингу навколишнього середовища: це може бути корисно для вивчення параметрів повітря, води та ґрунту, а також для вимірювання рівня шуму та вібрацій [10].

– Використовувати цифрові картографічні інструменти для вивчення екосистем. Це може бути корисно для вивчення географії, біології та інших природничих наук. Сучасні цифрові інструменти дозволяють створювати 3D-моделі та інтерактивні карти, що забезпечує більш глибоке розуміння теми.

– Використовувати відео та інтерактивні мультимедійні інструменти для розуміння екологічних проблем.

Висновок. Дослідження показало, що використання цифрових технологій у навчанні може значно покращити рівень знань та здобувачів освіти про екологічні проблеми та вплив людини на навколишнє середовище. Зокрема, було встановлено, що використання інтерактивних цифрових ігор та програм дозволяє залучати здобувачів освіти до активного вивчення теми, збільшує їхню мотивацію та зацікавленість у темі, а також сприяє формуванню екологічного мислення [5].

Однак, для досягнення максимальної ефективності використання цифрових технологій у навчанні, необхідно враховувати вікові та інші характеристики учасників, щоб забезпечити їх оптимальну адаптацію до використання таких систем. Також, важливо розробити спеціальні програми та ігри, які будуть відповідати віковим та іншим характеристикам здобувачів освіти та дозволять ефективно формувати їхнє екологічне мислення.

Дослідження доцільно продовжити у напрямку створення методики «Цифрові технології для розвитку екологічного мислення учасників освітнього процесу».

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Бауер М. Й. Методологія екологічної освіти. Чернівці: Крайова освіта, 2000. 320 с.

2. Бойчук Ю.Д., Бугай О.В., Солошенко Е.М. Екологія і охорона навколишнього середовища: підручник. К.: ВЦ «Університетська книга», 2018. 315 с.
3. Костенко Ю. В. Міждисциплінарні зв'язки у викладанні екології в системі вищої освіти. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. 2012. Вип. 2 (51). С. 184–188.
4. Куриленко Н. В. Методична система формування екологічної компетентності учнів основної школи у процесі навчання фізики. *Педагогічні науки*: зб. наук. пр. 2014. Вип. 66. С. 142–150.
5. Солошич І. О. Дидактичні засади формування науково-дослідницької компетентності студентів екологічних спеціальностей. Дис. ... д-ра пед наук: 13.00.09. Полтава, 2020. 581 с.
6. Сяська І. О. Теоретичні і методичні засади формування екологічної компетентності майбутніх учителів природничих дисциплін у процесі професійної підготовки. Дис. ... д-ра пед наук: 13.00.14. Рівне, 2021. 566 с.
7. Трифонова О.М., Садовий М.І., Вплив інформаційно-цифрових технологій на ефективність навчання. *Актуальні проблеми неперервної освіти в інформаційному суспільстві*: зб. матер. конф. Київ, 29–30 трав. 2020 р. Київ, НПУ імені М.П. Драгоманова, 2020. С. 227–229.
8. Чепелева, Н. В., Іванова, Н. В. Використання ІКТ на уроках біології в контексті формування екологічної культури студентів. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної та технологічної освіти*. 3(39), С. 82–88.
9. Шарко В. Д. Використання інформаційних технологій у процесі формування екологічної компетентності учнів на уроках фізики. *Інформаційні технології в освіті*: зб. наук. пр. 2011. Вип. 10. С. 41–49.
10. Шершень Б.С., Соменко Д.В., Цифрова автоматична метеорологічна станція з власним web-сервером та передачею даних в мережу інтернет в рамках вивчення дисципліни «Технологія створення мультимедійних web-програм». *Зб. тез конф., м. Кропивницький, 13–28 червня 2022 р. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка*, 2022. С. 209–211.
11. Carson R. *Silent Spring*. Houghton Mifflin, 1962. 336 p.
12. Dewey, J. *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*. New York: WLC Books.
13. United Nations. URL: <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972> (дата звернення: 17.06.2024).
14. Who Was Maria Montessori? *Montessori Resources for Schools, Teachers, Families and Parents | American Montessori Society*. URL: <https://amshq.org/About-Montessori/History-of-Montessori/Who-Was-Maria-Montessori> (date of access: 25.06.2024).