

Савчук-Баловсяк Г. Д.,
викладач фізики та астрономії,
Вище професійне училище № 3 м. Чернівці,

**ТЕМА НАУКОВОЇ СТАТТІ:
ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, МОБІЛЬНОГО
НАВЧАННЯ, ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ, ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ДОПОВНЕНОЇ
РЕАЛЬНОСТЕЙ НА УРОКАХ ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ**

Розглянуто реалізацію інтерактивних технологій для виконання завдань з фізики та астрономії на платформі Learningapps із використанням технологій мобільного навчання. Описано способи використання віртуальної та доповненої реальностей на платформі «AR book», принципи побудови тривимірних моделей в програмі OpenSCAD. Розглянуто можливості використання в освітньому процесі засобів штучного інтелекту, зокрема, інструменту штучного інтелекту Werik.

Ключові слова: *інтерактивні завдання, віртуальна реальність, доповнена реальність, тривимірні моделі, штучний інтелект, мобільне навчання.*

Сучасний здобувач освіти для активної життєдіяльності в суспільстві має володіти певною сумою знань, умінь, навичок. Потреби господарської діяльності та розумового розвитку довели необхідність фізико-математичної підготовки. Вагомість дисципліни «Фізика та астрономія» зумовлена тим, що вона є важливим науковим засобом пізнання матеріальної основи реального світу. Досягнення комплексу фізичних наук лежать в основі сучасної техніки і технологій. Проблема полягає в тому, що багато здобувачів освіти не усвідомлюють світоглядної значущості змісту курсу фізики та астрономії, то це спонукає викладача до постійних пошуків раціональних шляхів організації навчання, відкриття його об'єктивних закономірностей, які знайшли б своє відображення в принципах і методах навчання.

Підвищення ефективності уроків фізики та астрономії можливе за допомогою різних прийомів активізації пізнавальної діяльності здобувачів освіти: проблемне навчання, інформаційні технології, дистанційне та мобільне навчання, демонстраційний, віртуальний та фронтальний експерименти, експериментальні задачі, творчі завдання, навчальні проекти, самостійно-пошукові роботи здобувачів освіти [1-4]. Важливо, щоб під час навчання здобувачам освіти був зрозумілим зміст та практична необхідність вивченого матеріалу з курсу фізики та астрономії, його значимість та зв'язок з оточуючою дійсністю, щоб кожен здобувач освіти на своєму рівні міг побачити перспективу професійного застосування набутих знань.

Застосування нових інформаційних технологій та технологій мобільного навчання є одним із головних шляхів активізації освітнього процесу вивчення фізики та астрономії, оскільки дозволяє ефективніше використовувати творчий потенціал здобувачів освіти, відкриває ширші можливості для їх самореалізації [5-8]. В сучасних умовах треба удосконалювати зміст викладання, урізноманітнювати методи, форми навчальних знань, висувати на перший план активні форми навчання, залучати здобувачів освіти до роботи з сучасним програмним забезпеченням. Ефективність освітнього процесу можливо підвищити з використанням інтерактивних завдань, віртуальної та доповненої реальностей, тривимірних моделей досліджуваних об'єктів, а також засобів штучного інтелекту, що описано в ряді робіт. Інтерактивні завдання з фізики та астрономії зручно розробляти на платформі Learningapps [9, 10], що дозволяє застосовувати їх під час мобільного навчання. Впровадження віртуальної та доповненої реальностей в освітній процес реалізовано з використанням платформи «AR book» [11, 12]. Побудова тривимірних моделей об'єктів виконується в програмі OpenSCAD [13-16]. Інструмент штучного інтелекту Werik дозволяє генерувати зображення, пов'язані з тематикою занять. Тому метою роботи є використання мобільного навчання, інтерактивних завдань, штучного інтелекту, віртуальної та доповненої реальностей на уроках фізики та астрономії з метою підвищення ефективності освітнього процесу.

Мобільне навчання

Мобільне навчання невіддільне від системи дистанційного навчання, що передбачає доступ до локального та віддаленого контенту. Мобільне навчання дає можливість учасникам освітнього процесу взаємодіяти в реальному часі, використовуючи для цього не тільки комп'ютери, але й смартфони та інші мобільні гаджети [5-8].

Важливою характеристикою мобільного навчання є те, що за мобільною технологією не потрібне фізичне з'єднання пристроїв із кабельною мережею. Мобільне навчання (mobile learning, M-learning) є різновидом як дистанційного навчання, так й електронного (E-learning) (рис. 1). У порівнянні з електронним та дистанційним навчанням мобільне надає здобувачам освіти більшу свободу дій.

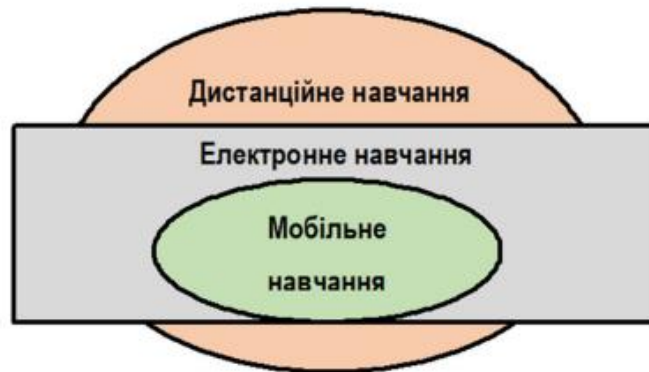


Рис. 1. Сфери використання дистанційного, електронного та мобільного навчання

До основних сфер мобільного навчання належать:

- обмін інформацією між здобувачами освіти та викладачем (комунікація);
- фотографування завдань, таблиць, графіків (фотографування);
- доступ до сайтів (мобільний браузер);
- засіб для перекладу текстів іноземними мовами та ін.

Завдяки гнучкості та доступності мобільної освіти здобувачі освіти навчаються у зручний для себе час.

На даний час переваги мобільного навчання полягають в наступному:

1. Організація лекційних, практичних і лабораторних занять у віртуальному режимі завдяки віддаленому мережевому доступу.
2. Сучасні гаджети дають можливість організувати освітній процес незалежно від місця. Завдяки хмарному зберіганню забезпечується доступ до освітніх ресурсів з різноманітних мобільних пристроїв, незалежно від їх географічного положення.
3. Постійний доступ здобувачів освіти до навчальних матеріалів, перевірка і контроль знань. Завдяки цьому здобувачі освіти можуть виконувати завдання у будь-який зручний для них час, а викладач може виносити навчання за межі аудиторій.
4. Самостійний вибір здобувачами освіти навчального матеріалу та форми його відображення. Це дозволяє кожному вивчати матеріал у найбільш зручній формі – за допомогою смартфона, планшетного комп'ютера, електронної книги та ін.
5. Інтерактивна діалогова взаємодія викладача і здобувачів освіти у режимі діалогу. Викладачу легше відстежувати обсяг, вчасність та рівень виконання завдань, коригувати їх у процесі виконання.

На даний час існує два основних способи застосування мобільних технологій:

- 1) використання мобільних додатків (програм, платформ, сервісів), наприклад, платформи Learningapps;
- 2) використання мобільних і портативних пристроїв (наприклад, смартфонів, планшетних комп'ютерів).

Створення інтерактивних завдань з фізики та астрономії на платформі Learningapps

Цифровізація освіти потребує розробки та використання інтерактивних завдань із різних предметів, що дозволяє зацікавити здобувачів освіти й активізувати їх пізнавальну діяльність. Проте, не для всіх тем із дисципліни фізика та астрономія існують інтерактивні завдання, які у повній мірі відповідають запитам здобувачів освіти. Тому для створення інтерактивних завдань використано сервіси платформи LearningApps для підтримки освітнього процесу [9], яка також містить загальнодоступну бібліотеку готових інтерактивних завдань (модулів) різної складності. Такі модулі можуть використовуватись безпосередньо як навчальні ресурси або для самостійної роботи. Перевагою платформи є можливість модифікації інтерактивних завдань, а також розробка завдань на основі шаблонів. Платформа LearningApps є безкоштовною, а її інтерфейс підтримує українську мову.

Для повноцінної роботи на платформі LearningApp потрібно створити обліковий запис користувача – ввести електронну пошту, логін і пароль. Платформа пропонує завдання для всіх навчальних дисциплін, але розглянемо детальніше розробку завдань з фізики та астрономії. Створення нових завдань значно спрощується за рахунок використання шаблонів. Сервіси платформи пропонують 8 основних шаблонів (Знайти пару, Класифікація, Числова пряма, Проте упорядкування, Вільна текстова відповідь, Фрагменти зображення, Вікторина, Заповнити пропуски) та ряд додаткових (Аудіо- та відео- контент, Пазл, Кросворд, Знайти слова та ін.).

Шаблон «Знайти пару» є ефективним, якщо потрібно встановити відповідність між певними поняттями. При цьому поняття можуть описуватися не тільки текстом, але й зображеннями, аудіо та відео. Наприклад, у фізиці шаблон «Знайти пару» можна використати для встановлення відповідності між зображенням елемента електричного кола та його назвою; відповідно до цього шаблону розроблено власну інтерактивну вправу «Елементи електричного кола» (рис. 2).

В астрономії шаблон «Знайти пару» можна застосувати для встановлення відповідності між зображенням сузір'я та його назвою (що особливо ефективно при попередньому використанні віртуального планетарію Stellarium).

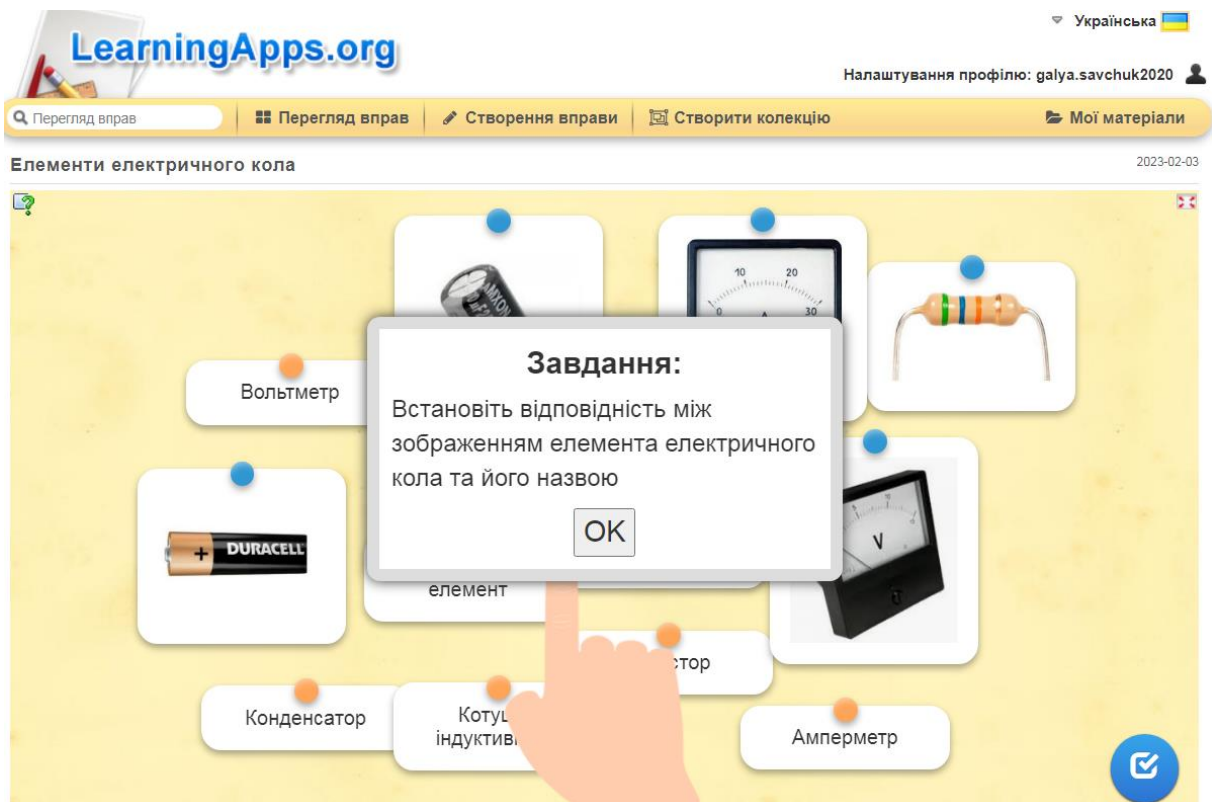


Рис. 2. Початок інтерактивної вправи «Елементи електричного кола»;
<https://learningapps.org/display?v=pdm3e8env23>

Шаблон «Класифікація» доцільно використовувати для впорядкування певних понять, виявлення їх спільних і відмінних характеристик. Наприклад, у фізиці такий шаблон можна застосувати, наприклад, для класифікації кристалічних та аморфних речовин або для класифікації деформацій; на основі даного шаблону розроблено інтерактивну вправу «Основні види деформацій» (рис. 3).

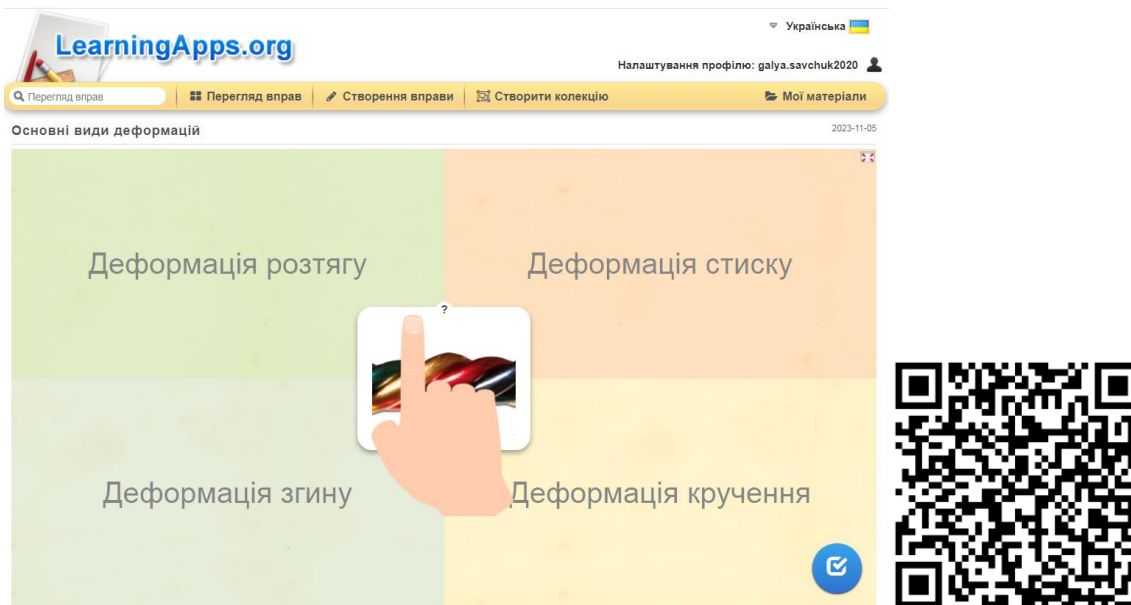


Рис. 3. Початок інтерактивної вправи «Основні види деформацій»;
<https://learningapps.org/display?v=po1ueogac23>

Шаблон «Числова пряма» дозволяє впорядковувати об'єкти за певною характеристикою: часом, масою, швидкістю, температурою та ін. Наприклад, в астрономії такий шаблон може застосовуватися для впорядкування планет за їх відстанню до Сонця. У фізиці такий шаблон може застосовуватися для впорядкування мінералів за їх твердістю (рис. 4).

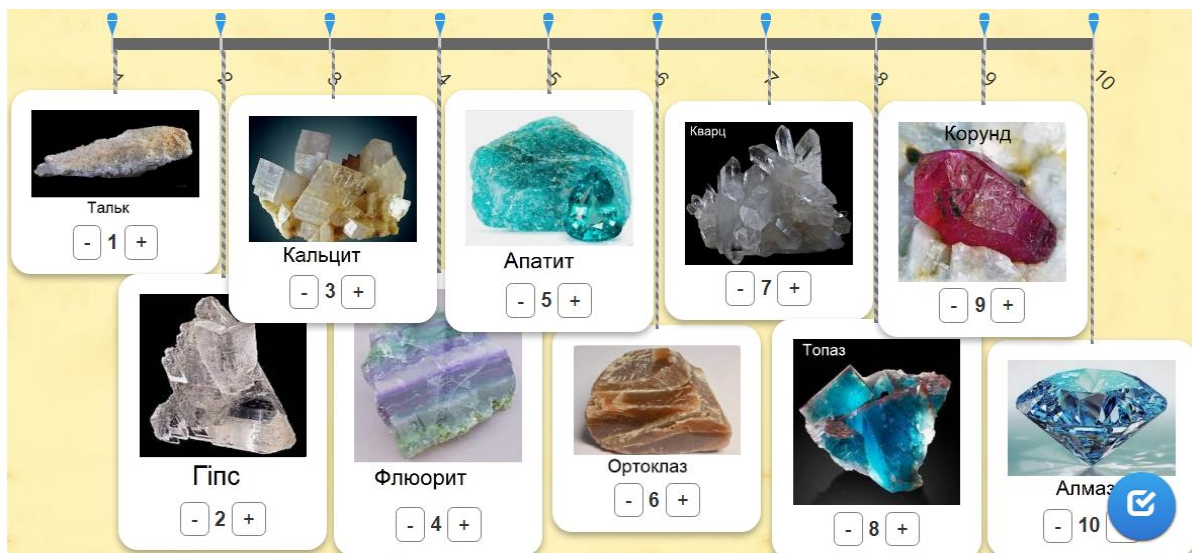


Рис. 4. Інтерактивна вправа «Впорядкування мінералів за твердістю»

Таким чином, інтерактивні вправи ефективні при вивченні, повторенні та закріпленні навчального матеріалу, а також для візуалізації уявлень з навчальних дисциплін, розвитку творчого потенціалу та ключових компетентностей. За допомогою сервісів LearningApp можливо створювати різноманітні інтерактивні завдання, які призначені для вивчення певних тем з фізики та астрономії [10].

Використання віртуальної та доповненої реальності на уроках фізики та астрономії

На даний час сфера застосування технологій доповненої реальності (Augmented Reality – AR) та віртуальної реальності (virtual reality – VR) є надзвичайно широкою: освіта, медицина, будівництво та архітектура, авіація, служби безпеки, комп'ютерні ігри та ін. Також дуже перспективним є використання технологій VR та AR на уроках фізики та астрономії. Завдання віртуальної реальності полягає у візуалізації тривимірних (3D) віртуальних об'єктів та у взаємодії користувача з такими об'єктами. Наприклад, досить ефективно можна використовувати віртуальну та доповнену реальність за допомогою платформи AR book [11]. Існуючі програми для реалізації віртуальної та доповненої реальності у більшості випадків використовують готові 3D-моделі або дозволяють створювати моделі з використанням шаблонів. Проте, можливо створювати і власні 3D-моделі об'єктів, зокрема, методами параметричного моделювання та фотограмметрії.

Параметричне моделювання базується на використанні параметрів і правил для створення 3D об'єктів. У даному методі 3D модель складається з геометричних примітивів, для яких вказуються параметри: розміри, пропорції, кути та ін. Параметричне моделювання застосовується в системах автоматизованого проєктування (CAD-системах), зокрема, в AutoCAD, SolidWorks, OpenSCAD. Розглянемо принципи побудови тривимірних моделей в програмі OpenSCAD [13-15], в якій моделі будуються за допомогою програмного коду (скрипту). Геометричні фігури (примітиви) будуються командами: «cube» (паралелепіпед), «sphere» (сфера), «cylinder» (циліндр), «polygon» (полігон) та ін. Геометричні перетворення фігур виконуються функціями «difference» (різниця фігур), «translate» (зсув), «rotate» (поворот) та ін., а колір об'єктів встановлюється функцією «color». Можливості програми OpenSCAD розглянемо на прикладі створення моделі кристалічної ґратки Натрій хлориду (NaCl) з кубічною гранецентрованою ґраткою (рис. 5).

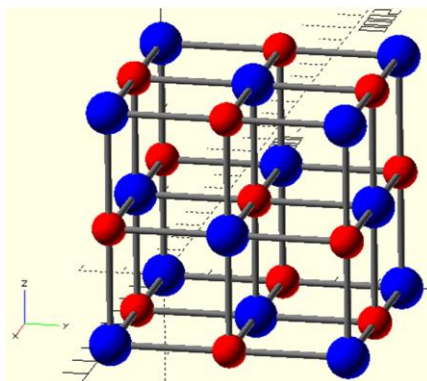


Рис. 5. Тривимірна модель елементарної комірки іонної кристалічної ґратки NaCl; червоними (меншими) сферами показано іони Na^+ , синіми сферами – іони Cl^- [15]

Розроблена 3D модель NaCl може використовуватися в освітньому процесі, наприклад, у фізиці – при вивченні будови кристалів.

Метод фотограмметрії полягає в побудові 3D моделі об'єкта на основі серії його фотографій [16]. Таким методом можна створювати досить реалістичні моделі різноманітних об'єктів, за винятком прозорих та напівпрозорих. У методі фотограмметрії важливо отримати фотографії об'єкту з усіх ракурсів, що є необхідною умовою для побудови точної моделі. Для побудови 3D моделей об'єктів застосовується, зокрема, програма 3DF Zephyr.

Процес побудови 3D моделі в програмі 3DF Zephyr містить такі етапи:

1. Обчислення на основі серії початкових зображень розрідженої хмари точок (Sparse Point Cloud), визначення параметрів фотокамер камер (координат, орієнтації, фокусної відстані та ін.). Для цього програма визначає спільні ключові точки (keypoints) зображень.
2. Побудова щільної хмари точок (Dense Point Cloud) на основі попередньо визначених параметрів фотокамер і початкових фотографій.

3. Побудова тривимірної поверхні або сітки полігонів (Meshes) на основі щільної хмари точок (Dense Point Cloud) шляхом триангуляції. Отримана триангуляційна сітка полігонів (полігональна модель) апроксимує поверхню досліджуваного об'єкта множиною трикутників.

4. Побудова текстури /текстурної сітки/ (Textured Meshes) для отриманої полігональної моделі. Текстура кожного трикутника зчитується в відповідного фрагменту зображення.

Побудовану модель можна редагувати і зберігати у файлах формату .zep, .ply, .Obj/Mtl та ін. Можливості програми 3DF Zephyr розглянемо на прикладі побудови 3D моделі мушлі (черепашки) (рис. 6), яка характеризується досить складною формою.

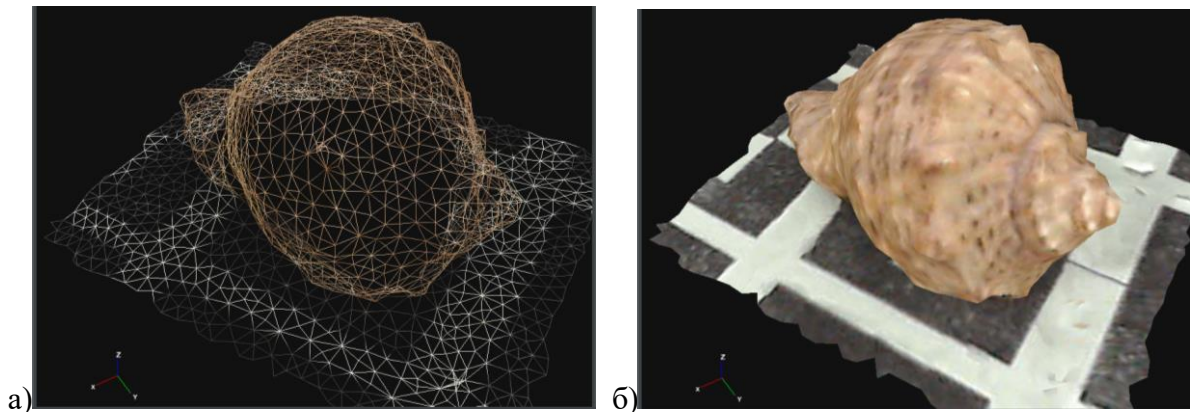


Рис. 6. 3D модель мушлі, побудована в програмі 3DF Zephyr: а) сітки полігонів (Meshes); б) текстурна сітка (Textured Meshes) моделі

Створена 3D модель мушлі може використовуватися, наприклад, у фізиці – при дослідженні питання міцності матеріалів та будови резонаторних камер. Побудовані тривимірні моделі можливо не тільки переглядати у різних ракурсах та масштабах, але й імпортувати в системи віртуальної та/або доповненої реальності.

На платформі «AR book» проведено ряд віртуальних фізичних експериментів із використанням тривимірних моделей (3 Dimensions, 3D), віртуальної реальності (Virtual Reality, VR) та доповненої реальності (Augmented Reality, AR). Наприклад, при проведенні віртуального експерименту «Закон Гука» здобувачі освіти можуть використовувати віртуальну або доповнену реальність (рис. 7).

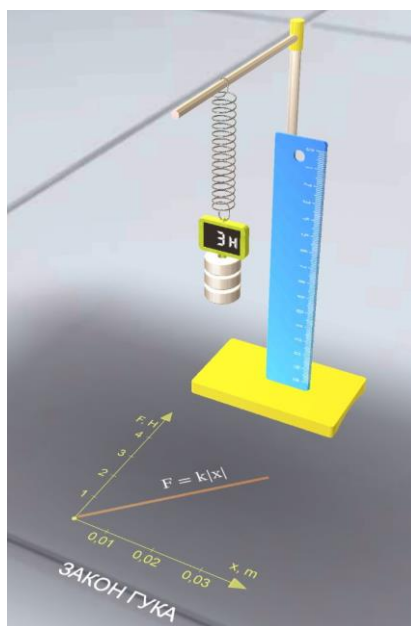


Рис. 7. Під час проведення віртуального експерименту «Закон Гука» на платформі «AR book» з використанням віртуальної реальності

За допомогою сенсорного екрану свого смартфона вони можуть переглядати всі об'єкти у різних масштабах і ракурсах, виконувати завдання експерименту: підвішувати тягарці на пружині та ін. У результаті експерименту здобувачі освіти отримують залежність деформації пружини від прикладеної сили, що дозволяє їм краще зрозуміти закон Гука.

Використання засобів штучного інтелекту в освітньому процесі

Штучний інтелект є перспективним напрямом, який використовується в сучасних освітніх технологіях. Застосування засобів штучного інтелекту (ШІ) в освітньому процесі має великий потенціал для поліпшення навчання та розвитку здобувачів освіти. ШІ може бути використаний в освіті, зокрема, у таких напрямках:

1. Індивідуалізація навчання. Системи ШІ можуть адаптувати навчальні програми до потреб кожного здобувача освіти, враховуючи його темп навчання, рівень розуміння та індивідуальні потреби.
2. Оцінювання та звітність. Системи ШІ можуть автоматизувати процеси оцінювання та аналізу результатів, забезпечуючи швидке та об'єктивне звітування про навчальний прогрес здобувачів освіти.
3. Віртуальні асистенти. ШІ може бути використаний для створення віртуальних асистентів, які можуть відповідати на питання здобувачів освіти, надавати додаткову інформацію та ведучи діалог для покращення засвоєння матеріалу.
4. Особистий та професійний розвиток. Системи ШІ можуть стежити за індивідуальними досягненнями та навичками здобувачів освіти, рекомендуючи додаткові матеріали та курси для особистого та професійного розвитку.
5. Моделювання та симуляція. Використання ШІ для створення віртуальних середовищ може допомогти у навчанні складних концепцій, наприклад, при вивченні фізичних та астрономічних явищ, де можна створити симуляції реальних ситуацій.
6. Автоматизація рутинних завдань. ШІ може використовуватися для автоматизації рутинних завдань, що дозволяє викладачу та здобувачам освіти більше часу приділяти творчому та поглибленому навчанню.
7. Мовні технології. Технології обробки природної мови можуть бути використані для розвитку мовленнєвих та писемних навичок здобувачів освіти через автоматизовані вправи та перевірку.
8. Застосування віртуальної реальності (Virtual Reality – VR) та розширеної реальності (Augmented Reality – AR). VR та AR можуть створювати іммерсивні навчальні середовища, де здобувачі освіти можуть взаємодіяти з 3D-моделями та іншими об'єктами для кращого розуміння матеріалу.

Застосування ШІ в освіті вимагає уважного планування, забезпечення етичності та врахування вимог до конфіденційності та безпеки даних. Використання цих технологій може значно покращити якість освіти та зробити її більш доступною й ефективною.

Засоби ШІ, наприклад інструмент штучного інтелекту *Wepik* [17], можуть генерувати зображення певних фізичних явищ. Інструмент ШІ *Wepik* був використаний здобувачами освіти під час роботи над спільним проектом «Як штучний інтелект бачить фізичні явища?». Результати проекту, а саме зображення фізичних явищ, розміщено на платформі Padlet: <https://padlet.com/galyasavchuk2020/padlet-96e0vg2uhv5ahjou>.

Метою проекту було узагальнення та систематизація фізичних знань, формування інтересу здобувачів освіти до предмету «Фізика та астрономія» шляхом використання елементів мобільного навчання, штучного інтелекту (ШІ) та формування ключових компетентностей (основних компетентностей у природничих науках і технологіях, інформаційно-цифрової, математичної, спілкування державною мовою, уміння вчитися упродовж життя, ініціативність і підприємливість) під час вивчення фізики та астрономії. Здобувачі освіти створили більше 70 електронних плакатів за задану тематику (рис. 8 – рис. 9).

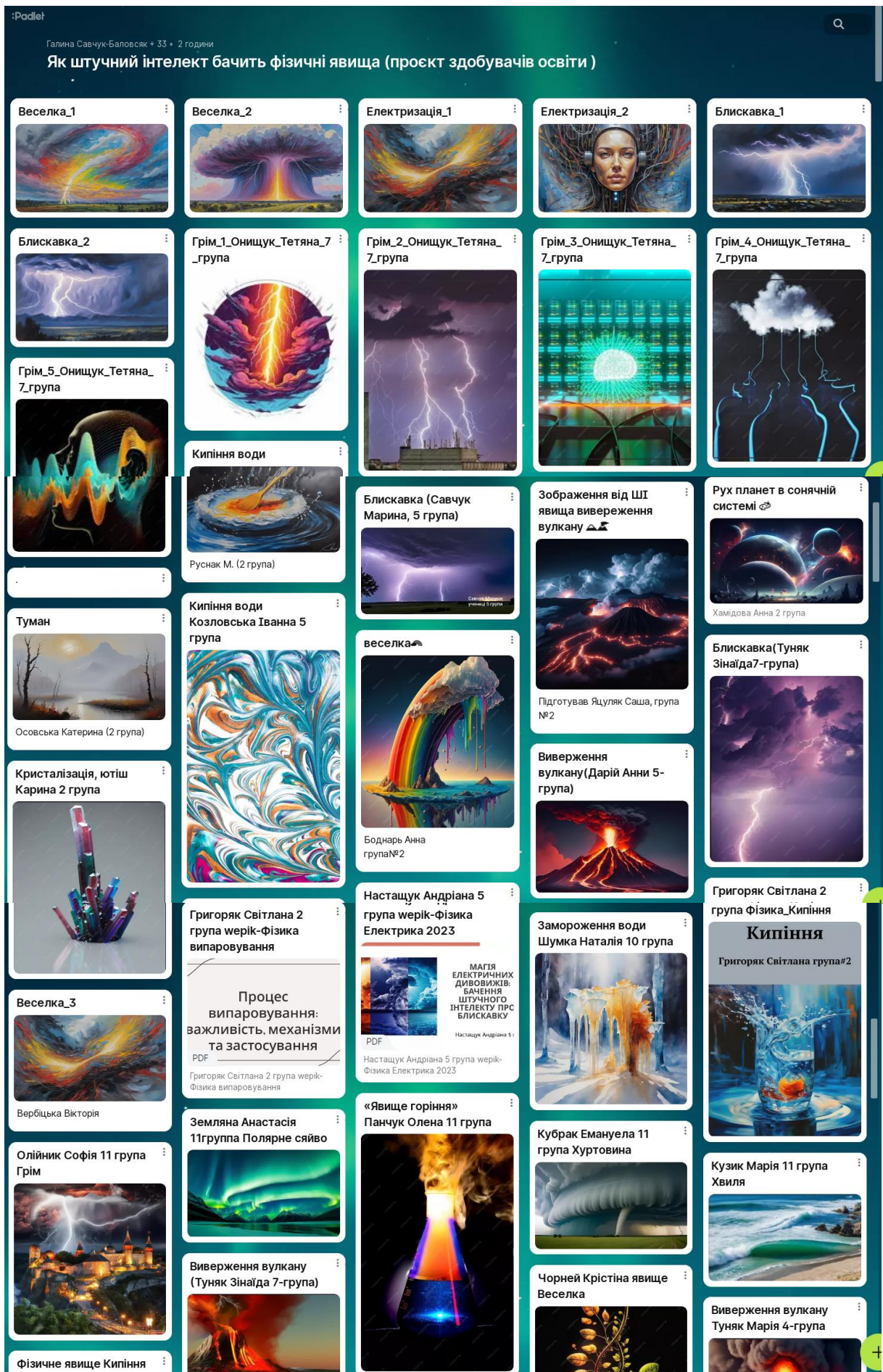




Рис. 8. Зображення № 1-33 фізичних явищ, створені інструментом ШІ Perik

Конденсація — процес переходу газу або насиченої пари в рідину чи тверде тіло внаслідок охолодження або стиснення їх. Швидкість процесу залежить від зовнішніх умов — тиску, температури, інколи — наявності інших речовин.




Демчук Тетяна група №10

Блискавка (Мотреску Елена 5 група)




Бачинська Вікторія

Явище веселка




Бачинська Вікторія

Кристалізація




Бізовий Філофтея група №7

Вулкан Фарбатюк Анна 5 група



Бізовий Філофтея група №7

«Полярне сяйво» намальоване штучним інтелектом, Пукай Евеліна 5 група



Як штучний інтелект бачить фізичні явища

Ми намагаємося наповнити цей світ життям. Але ми не можемо побачити це очима. Ми можемо побачити це тільки за допомогою штучного інтелекту. Штучний інтелект може бачити фізичні явища, які ми не можемо побачити очима. Штучний інтелект може бачити фізичні явища, які ми не можемо побачити очима. Штучний інтелект може бачити фізичні явища, які ми не можемо побачити очима.

Зараз світ стоїть на початку нового етапу історії. Успіх ChatGPT відкрив для всіх нові можливості генеративного штучного інтелекту (ШІ). Цей ринок продемонструє значне зростання і до 2030 року досягне майже 2 трлн дол.

Онецьук Віталіна 5-група

Магія дощу


Магія дощу: Поетичне піднесення над Україною

werik.com

Магія дощу: Поетичне піднесення над Україною by user128133771


молоча куля з група

Виверження вулкану




Демчук Тетяна група №10

Блискавка




Намені Дамаріс 4 група

Таяння снігу




Романчук Ірина 1 група

Обертання Землі навколо Сонця



Бізовий Філофтея група №7

Плавлення (топлення) — перехід тіла з твердого стану в рідкий. Зворотний процес — твердіння (кристалізація). Плавлення відбувається з поглинанням теплоти і є фазовим переходом першого роду. Щоб обчислити кількість теплоти, необхідну для плавлення кристалічної речовини, узятій за температури плавлення, потрібно питому теплоту плавлення цієї речовини помножити на її масу: Q — кількість теплоти, яку поглинає тверда кристалічна речовина; λ — питома теплота плавлення; m — маса речовини



Демчук Тетяна група №10

Теплове розширення

Теплове розширення — це теплова деформація матеріалу, коли його частинки отримують енергію та рухаються в певному напрямку. Це відбувається тому, що молекули в твердому стані мають певну енергію, яка збільшується при нагріванні. Це збільшення енергії призводить до збільшення об'єму матеріалу.

Найбільше теплове розширення, що відбувається, спостерігається при нагріванні рідких речовин. Матеріали з високим коефіцієнтом теплового розширення розширюються більше, ніж матеріали з низьким коефіцієнтом теплового розширення.

Граничне теплове розширення. Маса. Маса визначається кількістю атомів, які входять до складу тіла. Маса не змінюється при зміні температури. Швидкість розширення. Швидкість розширення визначається швидкістю, з якою частинки рухаються в певному напрямку. Швидкість розширення пропорційна зміні температури. Тіло розширюється швидше, коли температура зростає.

Онецьук Віталіна 5-група


Кристалізація

Кристалізація — процес створення кристалів з розплаву або розчину в певній температурній області. Кристалізація відбувається тому, що молекули в розплаві мають певну енергію, яка зменшується при охолодженні. Це зменшення енергії призводить до збільшення порядку в системі, що призводить до утворення кристалів.

Інформація кристалізація займається процесом створення кристалів з розплаву або розчину в певній температурній області. Кристалізація відбувається тому, що молекули в розплаві мають певну енергію, яка зменшується при охолодженні. Це зменшення енергії призводить до збільшення порядку в системі, що призводить до утворення кристалів.

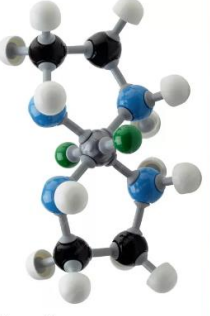
Демчук Тетяна група №10

Кристалізація




Сирбу Міріам 4 група

Розчинення



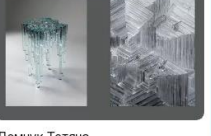
Жукова Єлизавета

Блискавка




Бізовий Філофтея група №7

Кристалізація




Демчук Тетяна група №10

Клемчук Анастасія, 11 група Кіпіння




Демчук Тетяна група №10

Виверження вулкану Рибак Сніжана 1-група




Демчук Тетяна група №10

Цунами



Добровольська Єльвіра 1 група

Цунами



Ферчук Вікторія, 4 група

Рис. 9. Зображення № 34- 60 фізичних явищ, створені інструментом ШІ Werik

Інструментом ШІ *Wepik* може застосовуватися для створення зображень на різноманітну тематику, а також презентацій.

Тематичні зображення та презентації також можна створювати на платформі *Gamma* (<https://gamma.app/>), яка використовує можливості штучного інтелекту (ШІ) для автоматизації структури, контенту та візуалізації.

Отримати коректну довідку на певну тему можна за допомогою чат-боту зі штучним інтелектом *ChatGPT* (<https://chat.openai.com/>). Чат-боту можна задавати запитання на природній мові, а за потреби задавати уточнюючі запитання.

Використання вищеописаних засобів ШІ в освітньому процесі підвищує інтерес здобувачів освіти до вивченні фізики та астрономії, сприяє кращому розумінню ними фізичних та астрономічних явищ [18].

ВИСНОВКИ

Фізика та астрономія є фундаментом для перетворюючої діяльності людини, найважливішим джерелом знань про навколишній світ, невід'ємним компонентом загальної та професійної освіти. В умовах реформування освіти питання активізації пізнавальної діяльності здобувачів освіти є актуальною проблемою сучасної педагогічної науки та практики. Важливим питанням є, також, цифровізація освітнього процесу [10-20].

Практичний досвід показує, що під час вивчення фізики та астрономії можна ефективно використовувати інформаційні технології, технології дистанційного та мобільного навчання, застосування яких дає змогу:

- Формувати природничо-наукову картину світу, інформаційно-цифрову компетентність, компетентності у природничих науках.
- Розвивати образне та творче мислення здобувачів освіти завдяки використанню сучасних інформаційних технологій.
- Підвищувати інтерес здобувачів освіти до фізики та астрономії шляхом використання інтерактивних завдань на платформі *Learningapps* та їх застосування під час мобільного навчання; віртуальної та доповненої реальності на платформі «AR book», програми *OpenSCAD* для побудови тривимірних моделей досліджуваних об'єктів, інструменту штучного інтелекту *Wepik*.
- Розробляти нові методи навчання, орієнтовані на індивідуальні пізнавальні особливості особистості.

Розглянуті форми роботи зі здобувачами освіти допомагають їм швидше адаптуватися до проходження національного мультипредметного тесту, до навчання у закладах вищої освіти, до уміння вчитися упродовж життя. Цьому сприяє мобільне навчання, яке використовує мобільні технології як окремо, так і спільно з іншими інформаційними та комунікаційними технологіями, для організації освітнього процесу незалежно від місця і часу.

Використання інформаційних технологій та технологій мобільного навчання розвиває стійкий інтерес здобувачів освіти до вивчення фізики та астрономії, самостійної дослідницької роботи з використанням мережі Інтернет, під час позаурочної та науково-пошукової роботи, сприяє розвитку їх творчості, ініціативності, підприємливості, практичних життєвих навичок отримання інформації, дозволяє викладачам реалізувати власні педагогічні ідеї та задуми, підвищувати якість знань здобувачів освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Соловйова О.Ю. Використання комп'ютерних технологій у курсі фізики // Фізика в школах України. – 2009. – № 3. – С. 20.
2. Князев С.Г. Комп'ютер на уроці астрономії / С.Г. Князев // Фізика в школах України. – 2010. – №19. – С. 2-3.
3. Сірик Е.П. Організація постановки та проведення фізичного практикуму із загального курсу фізики для студентів нефізичних спеціальностей / Е.П. Сірик // Наукові записки. Серія : педагогічні науки. – Кіровоград: КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. – Вип. 108. – С. 276 – 280.
4. Саган О., Лазарук В. Трансформації освітніх технологій на основі принципів цифрової дидактики // Збірник наукових праць «Педагогічні науки». – 2020. – № 92. – С. 91-95. URL: <https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865/2020-92-15>.
5. Анедченко Є., Гончаренко Т. Досвід використання мобільних технологій під час навчання учнів фізики. Виховання дітей та молоді: теорія і практика: зб. наук. праць / за ред. Орести Карпенко. Дрогобич: Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2020. – С. 9-16.
6. Анедченко Є.В., Гончаренко Т.Л. Мобільні технології як засіб навчання фізики. Пошук молодих. Випуск 19: Збірник матеріалів Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції [«STEM – освіта як напрям модернізації методик навчання природничоматематичних дисциплін у середніх і вищих навчальних закладах»], (Херсон, 18-19 квітня 2019 р.) / укл. В.Д. Шарко: ПП Вишемирський В.С., 2019. – 105 с.
7. Кузьменко А. Мобільне навчання як спосіб організації і оновлення новітніх методик // Фахова передвища освіта. – 2022. – № 4. – С. 17-19.
8. Ткачук Г.В. Особливості впровадження мобільного навчання: перспективи, переваги та недоліки // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2018. – Т. 64, №2. – С. 13-22.
9. Платформа для підтримки освітнього процесу Learningapps. URL: <https://learningapps.org>.
10. Буркут Б.Д., Савчук-Баловсяк Г.Д., Савчук Т.Д. Створення інтерактивних завдань з фізики, астрономії, хімії, біології та географії у сервісі Learningapps // Міжнародна наукова інтернет-конференція "Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення", 6-7 лютого 2023 р. – Вип. 74. – Тернопіль, 2023. – С. 13-15. – <http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-964/>
11. Платформа для вчителів та шкіл AR book. URL: <https://arbook.info>.
12. Баловсяк С.В., Буркут Б.Д., Савчук-Баловсяк Г.Д., Савчук Т.Д. Способи створення тривимірних моделей для систем віртуальної та доповненої реальності // Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки» „ПКТ – 2023”, 10-12 листопада 2023. – Чернівці: Черн. нац. ун-т, 2023. – С. 109-111.
13. Програма для створення суцільних тривимірних об'єктів OpenScad. The Programmers Solid 3D CAD Modeller. URL: <http://www.openscad.org>.
14. Буркут Б.Д., Савчук-Баловсяк Г.Д., Савчук Т.Д. Тривимірне моделювання кристалічних ґраток засобами OPENSCAD // Міжнародна наукова інтернет-конференція "Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення", 15-16 листопада 2022 р. – Вип. 72. – Тернопіль, 2022. – С. 22-24. – <http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-755>.
15. Буркут Б.Д., Савчук-Баловсяк Г.Д. Тривимірне моделювання молекул засобами OpenSCAD // Міжнародна наукова інтернет-конференція "Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення", 4-5 липня 2022 р. – Вип. 69. – Тернопіль, 2022. – С. 3-7. – <http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-597>.
16. Баловсяк С.В., Васільєв В.Є., Савчук-Баловсяк Г.Д. Інформаційна система для підтримки побудови тривимірних моделей об'єктів методом фотограмметрії // Міжнародна наукова інтернет-конференція "Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні

аспекти становлення", 8-9 червня 2023 р. – Вип. 78. – Тернопіль, 2023. – С. 26-27. URL: <http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-1201/>

17. Інструмент штучного інтелекту Wepik. URL: <https://wepik.com>.
18. Савчук-Баловсяк Г.Д. Активізація пізнавальної діяльності учнів на уроках фізики та астрономії : збірник авторських статей. – Чернівці : Видавничий дім „РОДОВІД”, 2019. – 72 с. –<https://naurok.com.ua/publ/340028>.
19. Савчук-Баловсяк Г.Д. Використання мультимедійних технологій на уроках фізики : методична розробка. – Чернівці : Видавничий дім „РОДОВІД”, 2014. – 44 с. – <https://naurok.com.ua/publ/340045>.
20. Савчук-Баловсяк Г.Д. Формування інформаційно-цифрової компетентності на уроках фізики та астрономії : методична розробка. – Чернівці : Видавничий дім „РОДОВІД”, 2019. – 52 с. –<https://naurok.com.ua/publ/340036>.