



**ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:**  
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

## **ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ**

**УДК 378.147**

**DOI** <https://doi.org/10.5281/zenodo.14177740>

### **Інтерактивні симуляції як елемент комп'ютерного моделювання при викладанні природничо-математичних дисциплін**

**Кайдан Вадим Петрович**

старший викладач кафедри природничо-наукових та загальноінженерних дисциплін ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 80, Південне шосе, м. Запоріжжя, 69008, Україна; старший викладач циклової комісії з інженерії програмного забезпечення Хмельницький фаховий економіко-технологічний коледж Університету економіки і підприємництва, 13, вулиця Героїв Майдану, м. Хмельницький, 29000, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-2008-3539>

**Кайдан Наталія Володимирівна**

кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри природничо-наукових та загальноінженерних дисциплін ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 80, Південне шосе, м. Запоріжжя, 69008, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-4184-8230>

**Колесников Сергій Олексійович**

кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри природничо-наукових та загальноінженерних дисциплін ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 80, Південне шосе, м. Запоріжжя, 69008, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-9538-8858>



**Прийнято: 18.10.2024 | Опубліковано: 29.10.2024**

*Анотація.* Однією з найбільш актуальних навчально-методичних проблем є підвищення ефективності навчання в умовах сучасних змін, які мають як позитивний, так й негативний вплив на процес здобуття освіти. Вимушене застосування дистанційної освіти має багато недоліків, на відміну від сценарію, коли вона мала б стати результатом еволюційних змін в світовій педагогічній практиці. Позитивним моментом на даний час є те, що впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій навчання дозволяє організувати навчання на іншому якісному рівні. Можливість застосування комп'ютерного моделювання та симуляцій при викладанні природничо-математичних предметів та дисциплін забезпечує педагогічну спільноту потужним інструментом, який здатен допомогти здобувачам освіти не тільки отримати готову спрощену модель для візуалізації певного процесу чи закону, але й забезпечує їх потужним апаратом для вивчення матеріалу та самостійної науково-пошукової роботи.

В даній роботі підкреслюється, що використання комп'ютерного моделювання та симуляцій позитивно впливає на результативність освітнього процесу, оскільки спрощує шлях опанування відповідною інформацією природничо-математичних предметів та дисциплін. Здебільшого, це реалізується завдяки тому, що за умов класичного навчання, потрібна інформація мала бути отримана здобувачем освіти, усвідомлена, проаналізована, опрацьована, а за наслідками такої діяльності, в свою чергу, в уяві та розумінні створювалась відповідна модель. Недоліком такого процесу було те, що за умови помилок на багатьох етапах результуюча модель могла бути хибною, що призводило до необхідності корекції. Використання комп'ютерного моделювання та симуляцій дозволяє з самого



*початку забезпечити наявність необхідного результату, чим дозволяє отримати виграти в часі, який використовується для більш глибокого розуміння того самого процесу або явища.*

*Метою роботи є проведення аналізу різноманітних засобів комп'ютерного моделювання та симуляцій, що є доступними для процесів викладання та вивчення фізики та забезпечують можливості науково-пошукової роботи. Відповідно до вказаної мети було розглянуто сервіси, що дозволяють використовувати в навчальному процесі симуляції, що відповідають як різним розділам фізики, так й різним рівням підготовки здобувачів освіти.*

***Ключові слова:** інформаційно-комунікаційні технології, комп'ютерне моделювання, симуляції, природничо-математичні дисципліни, фізика.*

## **Interactive simulations as an element of computer modeling for teaching natural and mathematical disciplines**

**Kaidan Vadym**

senior lecturer of the Department of Natural Sciences and General Engineering Disciplines «Technical University «METINVEST POLYTECHNIC», METINVEST HOLDING LLC, 80 Pivdenne Hwy, Zaporizhzhia, 69008, Ukraine, Senior Lecturer of the Cycle Commission on Software Engineering Khmelnytsky Professional College of Economics and Technology of the University of Economics and Entrepreneurship, 13, Heroiv Maidanu Street, Khmelnytskyi, 29000, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-2008-3539>

**Kaidan Nataliia**

Candidate of Physical and Mathematical Sciences (Ph. D.), Docent, Associate Professor of the Department of Natural Sciences and General Engineering



**ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:**  
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

Disciplines «Technical University «METINVEST POLYTECHNIC», METINVEST HOLDING LLC, 80 Pivdenne Hwy, Zaporizhzhia, 69008, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-4184-8230>

### **Kolesnykov Sergiy**

Candidate of Physical and Mathematical Sciences (Ph. D.), Docent, Associate Professor of the Department of Natural Sciences and General Engineering Disciplines «Technical University «METINVEST POLYTECHNIC», METINVEST HOLDING LLC, 80 Pivdenne Hwy, Zaporizhzhia, 69008, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-9538-8858>

***Abstract.** One of the most relevant educational and methodological problems is the improvement of learning efficiency in the context of modern changes that have both positive and negative impact on the process of education. The forced use of online education has many disadvantages, unlike the scenario when it should be the result of evolutionary changes in the world's pedagogical practice. At the moment, a positive aspect is that the introduction of modern information and communication technologies allows us to organize training at a different quality level. The possibility of using computer modeling and simulations in teaching natural and mathematical subjects and disciplines provides the pedagogical community with a powerful tool that can help students not only get a pre-made simplified model for visualizing a certain process or law, but also provides them with a powerful apparatus for studying the material and independent research work.*

*This paper emphasizes that the use of computer modeling and simulations has a positive impact on the effectiveness of the educational process, as it simplifies the way to master the relevant information of natural and mathematical subjects and disciplines. This is mainly due to the fact that in classical education, the necessary*



*information had to be received by the student, understood, analyzed, processed, and based on the results of such activities, in turn, a corresponding model was created in the imagination and understanding.*

*The disadvantage of this process was that if errors were made at many stages, the resulting model could be incorrect, which would require correction. The use of computer modeling and simulations allows to ensure the availability of the required result from the very beginning, which allows to save time, which is used for a deeper understanding of the same process or phenomenon.*

*The aim of this work is to analyze various computer modeling and simulation tools that are available for teaching and learning physics and provide opportunities for research. In accordance with this goal, we have considered services that allow the use of simulations in the educational process that correspond to both different sections of physics and different levels of training of students.*

***Keywords:** information and communication technologies, computer modeling, simulations, natural and mathematical disciplines, physics.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями (Вступ).** Інформаційна культура є не тільки характеристикою розвитку інформаційних технологій в суспільстві, але й, певним чином, характеристикою, що відображає готовність суспільства та його членів до опанування новими технологіями, рівень бажання опанувати ці технології та безпосередньо оцінку рівня інформаційної діяльності членів суспільства. Впевнене володіння комп'ютерною технікою та супроводжуючими технологіями є важливою складовою інформаційної культури. Слід розуміти, що одночасно з інформаційною культурою слід відстежувати цифрову компетентність



особистості, яка показує усвідомлене використання цифрових інструментів відповідно до потреб особистого, професійного та соціального життя.

До обов'язкових навичок, які має опанувати сучасна людина є здатність до пошуку й обробки інформації. Також, обов'язкове розуміння шляхів використання отриманих даних та розуміння сутності цих результатів, зокрема, для ефективного спілкування та співпраці з іншими. Це потрібно через те, що в такому ракурсі ми можемо й оцінити правильність самих даних, й оцінити правильність наших дій з цими даними, що в свою чергу надає можливість оперативно редагувати алгоритм дій для отримання потрібного кінцевого результату.

Найбільш цікаві шляхи отримання необхідних навичок пов'язані з моделюванням, яке в навчальному процесі використовується для вивчення певних процесів і явищ, коли проведення реальних дій та експериментів є неможливим. Під моделлю ми розуміємо спеціально створений об'єкт, якому притаманні певні характеристики досліджуваного об'єкта з метою його аналізу, а під моделюванням – спосіб відтворення характеристик досліджуваного об'єкта. Такий підхід, враховуючи застосування інформаційних технологій, доцільно використовувати у випадках, коли досліджувані нами об'єкти занадто складно вивчати без застосування комп'ютерної техніки заради великої кількості обчислень. На даний момент часу, такий підхід є актуальним, оскільки можливості, що є доступними як для науковців, так й для осіб, що здобувають освіту, дозволяють створювати моделі, складність яких забезпечує доволі точне відтворення більшості процесів, що, в свою чергу, забезпечує високу якість результату. [1]

Якщо розглядати комп'ютерне моделювання як складову навчального процесу, то воно притаманно широкому спектру дисциплін та предметів від природничо-математичних до гуманітарних. Самі принципи моделювання



дають змогу отримати, значною мірою, універсальні освітні середовища в яких здобувачі освіти мають змогу набути навички аналізу та критичного мислення, навички пошуку шляхів вирішення проблем, що постають перед ними, та, що певною мірою є головним аспектом, можливість провести необхідні експерименти. Таким чином, якщо в наукових дослідженнях комп'ютерне моделювання відіграє ключову роль у вирішенні різноманітних задач і дослідженні складних систем, то в навчальній діяльності воно є ключовим елементом для підготовки до майбутньої професійної та наукової діяльності.

У випадку процесу вивчення фізики комп'ютерне моделювання дозволяє використовувати як симуляції фізичних процесів, так й аналізувати великі обсяги даних. Таким чином йде розширення можливостей вивчення процесів та явищ за рахунок проведення розрахунків на основі складних взаємозв'язків. В результаті ми отримуємо можливість проводити навчання більш ефективно, запобігаючи використанню класичних моделей навчання й використовуючи моделі активного навчання. По суті, використання комп'ютерного моделювання дозволяє здобувачу освіти відійти від позиції спостерігача й зайняти позицію дослідника.

В найпростішому випадку до навчального процесу слід ввести використання готових симуляцій фізичних явищ, процесів та пристроїв, принципи роботи яких вивчаються у відповідному курсі. Це дозволяє розширити спектр можливостей здобувачів освіти та, відповідно, забезпечити більш якісні результати навчання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Загальні питання створення моделі для обчислень під час вивчення фізики розглядає колектив авторів А.М. Phillips, E.J. Gouvea та інші [2]. Дослідники зазначають, що, незважаючи на свою дисциплінарну важливість, інтеграція обчислень у фізичну освіту



залишається складним завданням і, до того ж, часто розглядається у вузькій перспективі.

Важливість графічного моделювання як важливого етапу вирішення фізичної задачі показано у публікації авторами якої є Лимарева Ю.М., Масич В.В., Єкімов Є.О. [3]. В статті зазначено, що проблема візуалізації вхідної інформації є важливою педагогічною проблемою у навчанні фізики. Її вирішення полягає в необхідності якісно обробляти різні види графічної інформації, комбінувати їх між собою, представляти фізичні явища і процеси в графічній формі (створювати фізичні моделі) та навчати використовувати візуальну інформацію для пошуку відповідей на запитання.

У дослідженні Н.В. Кайдан та Т.М. Мельнічук висвітлено процес створення умов вдосконалення і покращення результатів навчально-виховного процесу за допомогою комп'ютерного моделювання на уроках фізики з використанням системи MathCad [4]. Автори стверджують, що за допомогою комп'ютерного моделювання на уроках фізики загальноосвітньої школи з використанням системи MathCad є можливість вирішити більшість проблем які виникають в процесі навчання

**Формулювання цілей статті.** Метою даної роботи є аналіз різноманітних засобів комп'ютерного моделювання та симуляцій, доступних для вивчення природничо-математичних дисциплін. Відповідно до мети були розглянуті сервіси, що дозволяють використовувати в навчальному процесі симуляції, які відповідають різним розділам фізики та рівням підготовки здобувачів освіти.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням здобутих наукових результатів (Результати дослідження).** Певною мірою, результати навчання та опанування навчальною інформацією залежать від того, як здобувач освіти зможе внести отриману інформацію до власної



системи знань. А це, в свою чергу, значною мірою залежить від того, з якою ефективністю здобувач буде сприймати нову інформацію. Сприйняття нової інформації залежить не лише від життєвого досвіду особистості, але й від того, як ця особистість навчена взаємодіяти з оточуючим середовищем. Не тільки від її розумових здібностей, але й від виховання та соціальної адаптації. Таким чином, симуляції, як елемент освітнього процесу, мають бути також напрямлені на покращення процесу сприйняття інформації враховуючи індивідуальні потреби даної особистості.

Окрім того, що метою курсу фізики, як шкільного, так й вищого навчального закладу, є отримання ґрунтовних знань з відповідного курсу, слід пам'ятати, що фізика є певним фундаментом для загальнотехнічних та спеціальних технічних дисциплін. Крім того, не слід забувати про створення бази для таких дисциплін як «Охорона праці», які по суті створюють умови для збереження життя людини завдяки опануванню певного обсягу як теоретичних, так й практичних знань, що базуються на знаннях з фізики. В процесі вивчення фізики, здобувачі освіти формують адекватне логічне мислення та систему взаємопов'язаних цілісних знань, необхідних для прийняття обґрунтованих рішень під час вирішення проблем виробничого або наукового характеру.

Застосування будь-яких симуляцій в освітньому процесі розуміє під собою наявність елементів практичного навчання та вирішення реальних завдань. Такий підхід здатен зробити віртуальні симулятори невід'ємною частиною освітнього-виховного процесу, оскільки показує нерозривний зв'язок теоретичної частини (модель даного процесу чи пристрою) з практичним навчанням (отримання даних, аналіз даних, отримання необхідних результатів), що, в свою чергу, допомагає забезпечити здобувачів



освіти необхідними навичками та адаптацією до майбутньої професійної діяльності. [5]

Віртуальні симулятори вже не слід розглядати як технологічну новацію. Їх значення переросло в стан важливого, але, в той же час, доступного інструменту, що піднімає результативність навчання та робить підготовку студентів до викликів реального життя більш якісною. Базою для такого впливу на процес навчання є те, що симуляції допомагають візуалізувати контент, тобто, навчальний контент стає наочним. Таким чином, наскільки зображення сприймається краще за текст, а, відповідно, відео краще сприймається за статичне зображення, так само симуляція стала наступним кроком в еволюції освітнього процесу. Подача навчального матеріалу стає більш яскравим процесом не тільки з точки зору сприйняття кольорів, але й з точки зору отриманих емоцій, що робить освітній процес більш природнім, оскільки є змога «доторкнутись» до перебігу процесів, отримувати власні результати й власні емоції щодо своєї діяльності. Такий перебіг перетворює використання візуалізації під час занять від елементів шоу до осмисленої діяльності.

Таким чином, симуляції в цілому та інтернет-симуляції зокрема є елементом освітнього процесу, що має під собою наукову базу та використовує найбільш ефективні технології комп'ютерних анімацій, в результаті чого отримуємо ефективний інструмент для вивчення реальних фізичних явищ та відповідних до них процесів.

Дуже часто виникає питання щодо негативного впливу інтернет-симуляції на реальний досвід через можливість заміни реальних дослідів та процесів на уявні. Здебільшого така точка зору ґрунтується на наявності «заміни». Але, в такому випадку, це означає, що віртуальний досвід має повністю витиснути реальний, що за умови коректного проведення



навчального процесу не є можливим. Слід не забувати, що будь яка педагогічна технологія при її неправильному застосуванні здатна призвести до шкідливих наслідків.

А щодо застосування симуляцій, то слід зауважити, що інтернет-симуляції мають нести значення одного з можливих способів, а не єдиного, що застосовується в навчальному процесі. За таких умов вони можуть стати тим самим елементом, що зробить будь-які заняття більш цікавими та видовищними, чим здатні привернути більшу увагу здобувачів освіти як до окремої теми чи питання, так й до дисципліни чи предмету в цілому. Можливість «бачити» процеси, що протікають, наприклад, в мікросвіті, значною мірою забезпечує адекватне сприйняття цих процесів та зменшує кількість помилкових уявлень та висновків за результатами навчання. Замість того, щоб уявляти щось невідоме, надається змога унаочнити це й показати саме так, як воно відбувається. Так само, простішим стає ознайомлення та сприйняття процесів, що відбуваються за відносно короткі проміжки часу (з відносно великими швидкостями), пов'язаних із змінами станів (зміна агрегатного стану речовини) тощо. Можливості візуалізації дають змогу побачити одне й те саме явище з точки зору різних дисциплін, а саме таким чином йде використання міждисциплінарних зв'язків.

З іншого боку, інтернет-симуляції дозволяють опрацьовувати матеріал будь де, а не тільки в навчальній аудиторії, що робить їх незамінним інструментом під час дистанційного та/або змішаного навчання. Виконання лабораторних робіт, передбачених програмою, демонстраційні досліди стають доступними в будь який зручний для здобувача освіти час. Крім того, за допомогою інтернет-симуляцій можна відносно легко проводити перевірку результатів розв'язку якісних та кількісних задач, або робити певне накопичення експериментальних даних (коли здобувач розв'язує завдання).



Таке накопичення даних буде корисним й у випадках, коли слід встановити залежність протікання процесів від різних фізичних величин. З точки зору навчального процесу, перевагою інтернет-симуляції є те, що її можна провести за умови відсутності реального обладнання. А перевагою для здобувача освіти буде й те, що таким чином забезпечується можливість дослідження з обраної теми або окремого питання проводити абсолютно самостійно.

Далі розглянемо приклади інтернет-ресурсів, які дозволяють ефективно впроваджувати в навчальний процес інтернет-симуляції на заняттях з фізики. Слід зауважити, що дані ресурси доцільно використовувати як при проведенні занять з фізики в загальноосвітній школі, так й у вищих навчальних закладах та закладах фахової передвищої освіти.

Перший приклад – <https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=ua>. То є англomовний сайт, але в наявності є переклад декількома мовами, в тому числі українською. На ньому представлено безкоштовні наукові інтернет-симуляції з фізики, астрономії, хімії. Реєстрація на сайті не потрібна. Так само немає потреби в додатковому програмного забезпеченні, а використовувати можливо на комп'ютерах та мобільних пристроях (Android, iOS). Перевагою є те, що зображення приладів є не символічним, а наближеним до реального, тому можна використовувати для проведення лабораторних робіт (в тому числі й дистанційно). [6]



Рис. 1. Сторінка <https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=ua>



Наступний приклад – <http://www.falstad.com/>. Англomовний сайт (в браузері Google Chrome можна отримати переклад українською мовою). Безкоштовна наукова інтернет-симуляція з фізики, астрономії, математики; не потребує реєстрації на сайті, не потребує додаткового програмного забезпечення. Є можливість повноекранних демонстрацій. Перевагою є відсутність реклами. Можливо використовувати на персональних комп'ютерах та мобільних пристроях (Android, iOS). [7]

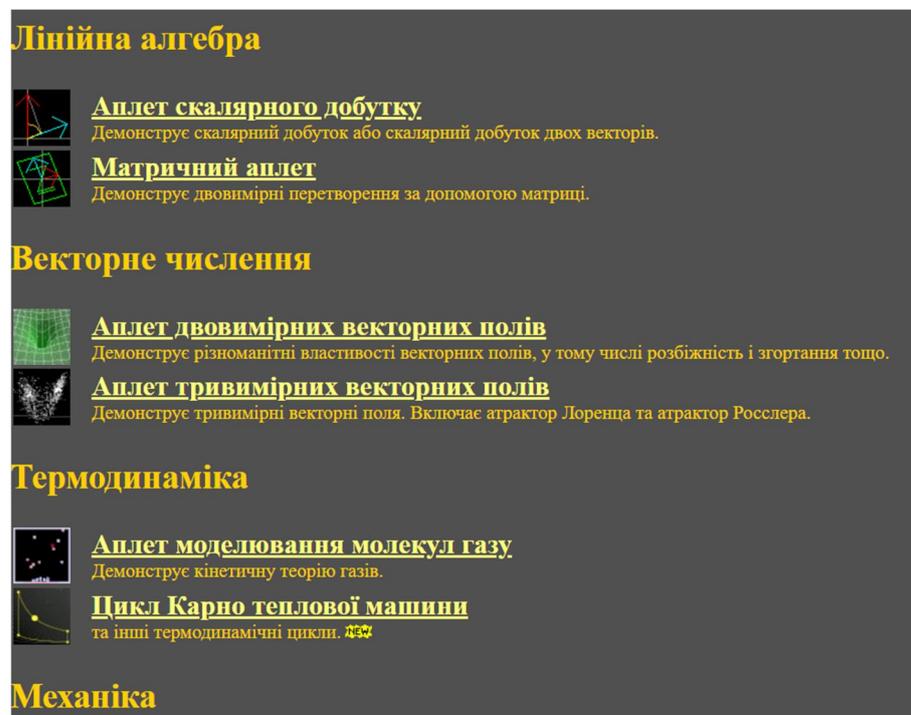


Рис. 2. Сторінка <https://www.falstad.com/mathphysics.html>

Далі йде <https://interactives.ck12.org/simulations/physics.html> – англomовний сайт з перекладом на шість мов (українська мова відсутня, в браузері Google Chrome можна отримати переклад українською). Є безкоштовною платформою з можливістю повноекранної демонстрації, реклама відсутня. Надає візуальну відповідь на поставлене питання, якісна графіка, пояснення надається не лише яскравою анімаційною картинкою, а й схематично, такий підхід робить цю платформу зручною для розв'язання задач (й кількісних, й якісних). [8]



# ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ: НАУКОВІ ЗАПИСКИ

CK-12 Серія дослідження

Фізичне моделювання

Симуляції з хімії

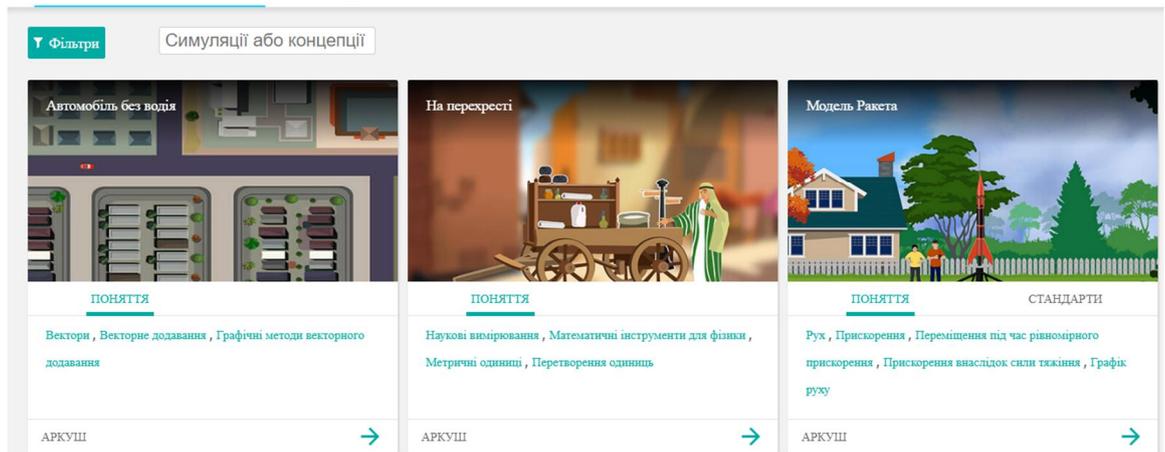


Рис. 3. Сторінка <https://interactives.ck12.org/simulations/physics.html>

<https://javalab.org/en> – англomовний сайт (в браузері Google Chrome можна перекласти українською); безкоштовна платформа систематизована за розділами фізики. Є можливість самостійно створювати симуляції, що надає можливість до власної творчості. [9]

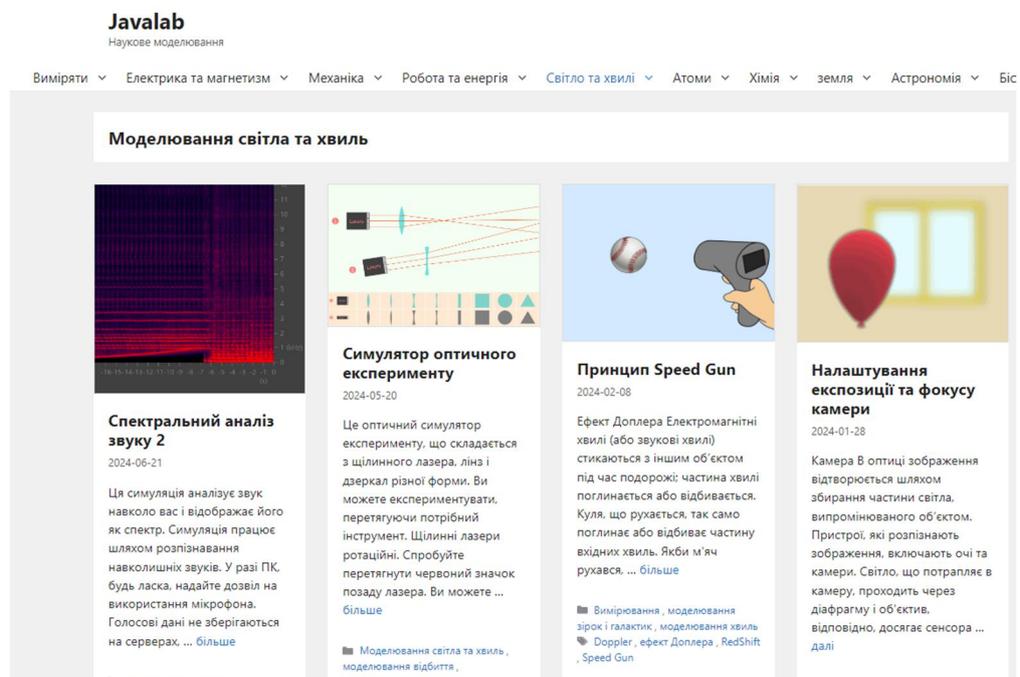


Рис. 4. Сторінка <https://javalab.org/en>

Один з найбільш відомих прикладів – <https://phet.colorado.edu/>. Англomовний сайт з перекладом великою кількістю мов, є симуляції



## ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ: НАУКОВІ ЗАПИСКИ

українською мовою. Безкоштовна платформа з найбільшою кількістю симуляцій з високим рівнем інтерактивності, якісна графіка. Симуляції зручні у використанні, відкриваються повноекранно, легко можна змінювати параметри пристроїв. Є можливість розв'язувати кількісно-якісні та експериментальні задачі. Можна використовувати для виконання лабораторних робіт (дистанційне навчання) як на персональному комп'ютері, так й на мобільному пристрої. Є можливість завантажити на власний пристрій. [10]

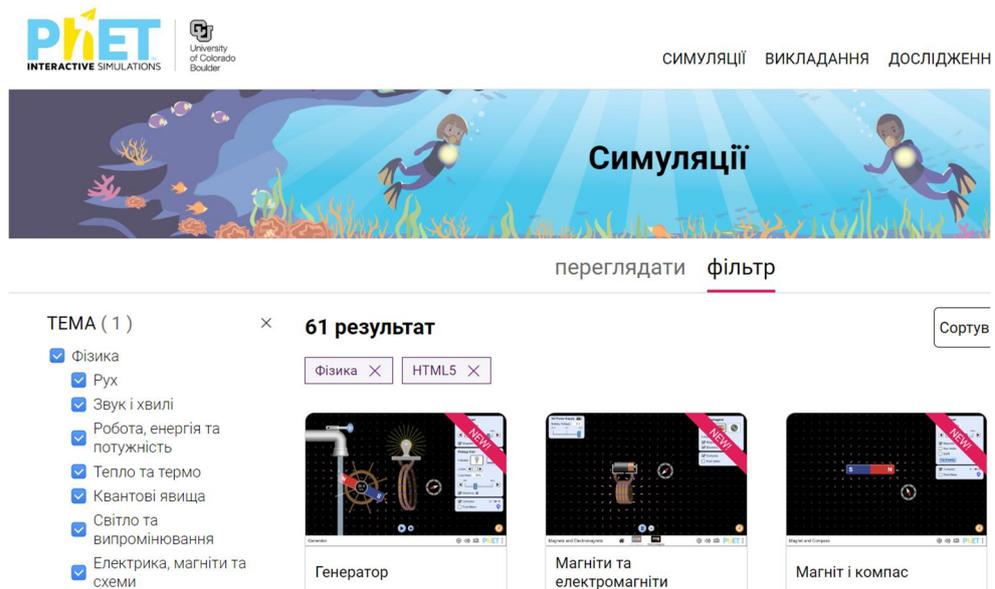


Рис. 5. Сторінка <https://phet.colorado.edu/>

<https://ua.mozaweb.com/> – багатомовний сайт, каталог 3D-демонстрацій.

Демонстрації легкі у використанні яскраві та змістовні, є можливість подивитися у вигляді відеоролика; можна обирати мову озвучування (можливість використання при проведенні бінарних занять). [11]

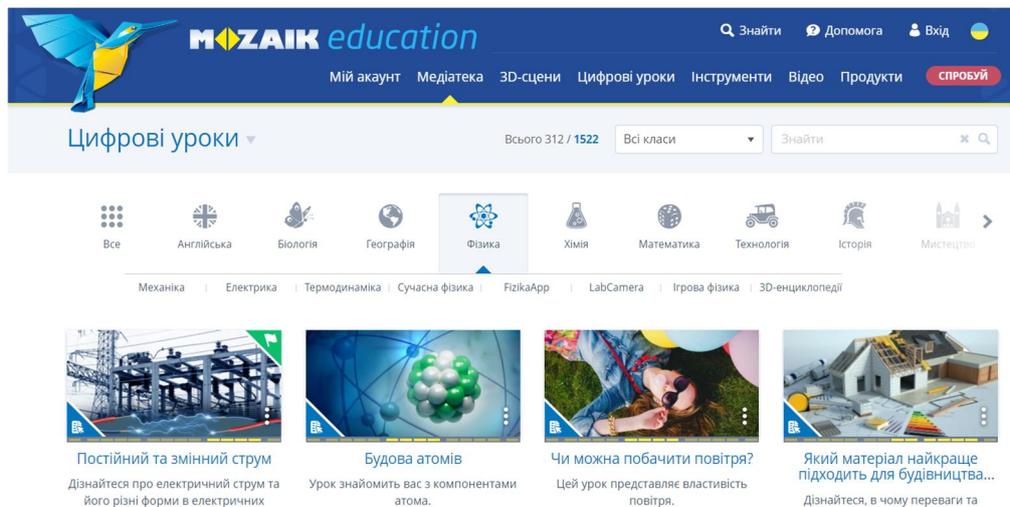


Рис. 6. Сторінка <https://ua.mozaweb.com/>

Далі розглянемо приклади симуляцій які можна використовувати в навчальному процесі.

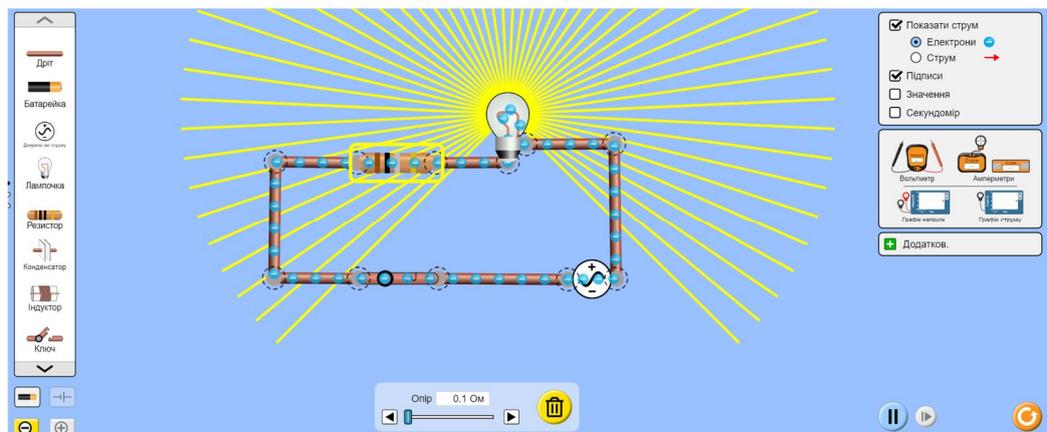


Рис. 7. Симуляція «Електричне коло»

Дана симуляція доступна за посиланням [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-ac/latest/circuit-construction-kit-ac\\_all.html?locale=uk](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-ac/latest/circuit-construction-kit-ac_all.html?locale=uk). Надає змогу створювати електричні кола різної складності. Крім того, за допомогою візуалізації показує яскравість лампи в залежності від сили струму, а за занадто великої сили струму створюється ефект пожежі. Такі можливості роблять дану симуляцію доступною для розуміння здобувачам освіти навіть з низьким рівнем



теоретичної підготовки. Крім взаємної залежності між такими характеристиками як напруга, сила струму, опір, яскравість, маємо змогу відпрацювати стан короткого замикання, який особливо важливий для фахівців, наприклад, напряму «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

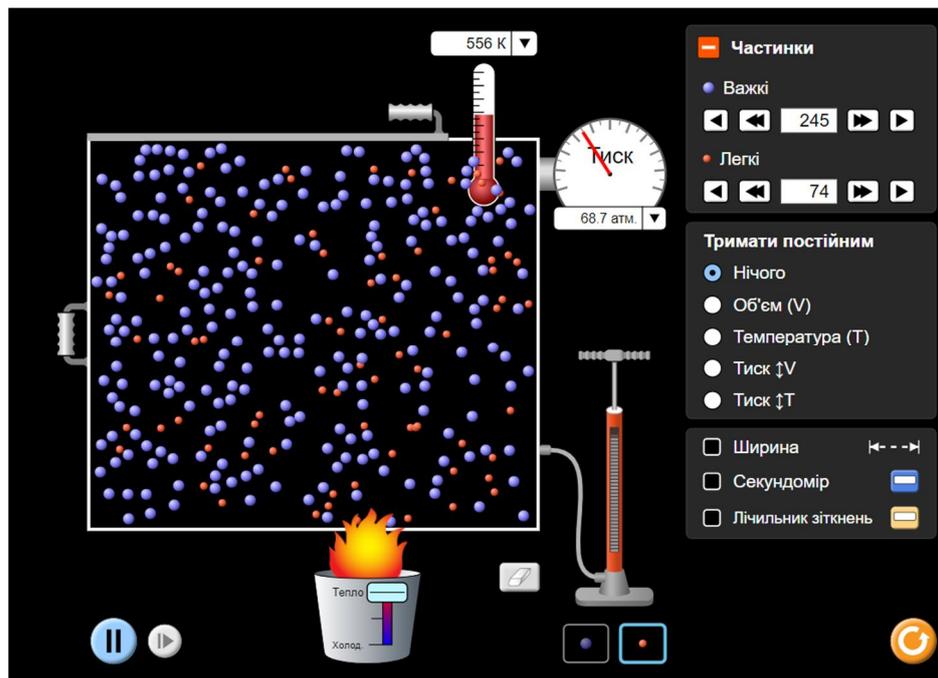


Рис. 8. Симуляція «Газові закони»

Наступна симуляція «Газові закони» (доступна за посиланням [https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties\\_all.html?locale=uk](https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_all.html?locale=uk)) надає можливість вивчати поведінку газів на рівні мікросвіту (візуалізація окремих молекул) й на рівні макропараметрів (посудина сталого об'єму, прилади для вимірювання тиску та температури). За допомогою такої симуляції можна пояснити не лише зв'язок між температурою та швидкістю руху молекул, між макропараметрами, але й таке явище як вибух запальнички при сильному нагріванні.

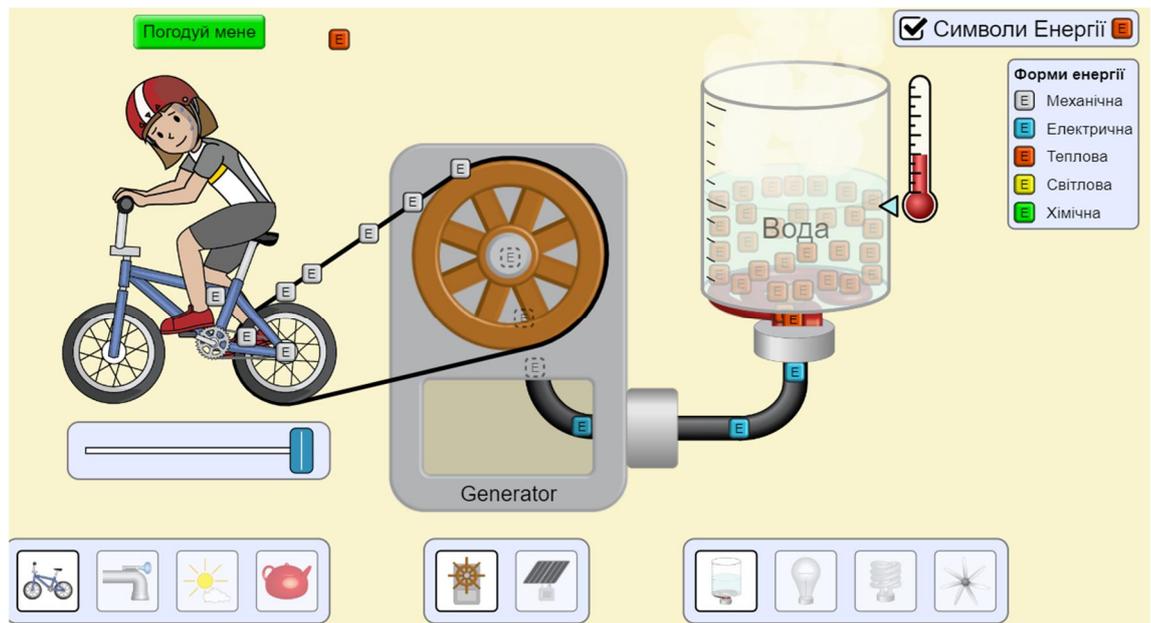


Рис. 9. Симуляція «Перетворення енергії»

Симуляція «Перетворення енергії» (доступна за посиланням [https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes\\_all.html?locale=uk](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=uk)) хоча й виконана певним чином здебільшого для школярів, але за рахунок простих елементів надає логічне та інтуїтивно зрозуміле пояснення одному з найбільш важливих законів – закону збереження енергії. Процеси перетворення енергії з одного виду в інший відображаються за допомогою простих елементів, тому у користувача не виникає складності до розуміння того, що він бачить. Рух спеціальних позначок не тільки показує «шлях», але й надає демонстрацію взаємних переходів між видами енергії (механічна, електрична, теплова, світлова, хімічна).

**Висновки.** З огляду на практичні можливості застосування комп'ютерного моделювання та симуляцій при викладанні природничо-математичних предметів та дисциплін, впровадження відповідних сучасних



інформаційно-комунікаційних технологій навчання є актуальною задачею сьогодення.

Запропоновані сервіси, які представлено в даній роботі, за рахунок використання симуляцій дозволяють одночасно й спрощувати процес організації навчального процесу, й підвищувати його ефективність. Унаочнення фізичних процесів та використання моделей, що відповідають фундаментальним законам та співвідношенням, суттєво спрощує опанування навчальною інформацією з фізики, що, в свою чергу, дозволяє створювати більш ґрунтовну базу для подальшого опанування дисциплінами професійного спрямування та майбутньої професійної діяльності.

Одним із важливих напрямків досліджень є визначення критеріїв доцільності застосування різних симуляцій залежно від рівня знань здобувачів освіти на етапах «школа-коледж-університет», а також їхньої інформаційної грамотності. Саме на ці аспекти ми плануємо зосередити основну увагу в подальших дослідженнях.

### **Список використаних джерел:**

1. Velychko, V., Fedorenko, E., Kaidan, N. & Kaidan, V. (2024). The use of computer modeling in the educational process based on the example of studying Coulomb's law. *Journal of Physics: Conference Series*, Volume 2871, XVI International Conference on Mathematics, Science and Technology Education (ICon-MaSTEd 2024) 15/05/2024 - 17/05/2024 Kryvyi Rih, Ukraine. doi:10.1088/1742-6596/2871/1/012014
2. Phillips A M, Gouvea E J, Gravel B E, Beachemin P H and Atherton T J 2023 *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 19(1) 010121 URL: <https://journals.aps.org/prper/abstract/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.010121>



3. Лимарева Ю.М., Масич В.В., Єкімов Є.О. Графічне моделювання як важливий етап вирішення фізичної задачі. Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. 2022. №12. С. 120-126. <https://doi.org/10.31865/2413-26672415-3079122022261632>
4. Кайдан Н.В., Мельничук Т.М. Комп'ютерне моделювання на уроках фізики загальноосвітньої школи з використанням системи MathCad. Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. Слов'янськ: ДДПУ, 2015 . № 5 С.146-153
5. Velychko, V., Fedorenko, E., Kaidan, N., & Kaidan, V. (2022). Some aspects of the use of cloud computing in the training of physics teachers. Educational Dimension. <https://doi.org/10.31812/educdim.7615> (дата звернення: 27.09.2024)
6. Physics at School. URL: <https://www.vascak.cz/index.php> (дата звернення: 27.09.2024)
7. Math and Physics Applets. URL: <http://www.falstad.com> (дата звернення: 27.09.2024)
8. CK12 Physics Simulations. URL: <https://interactives.ck12.org> (дата звернення: 27.09.2024)
9. Javalab Science Simulations. URL: <https://javalab.org/en> (дата звернення: 27.09.2024)
10. Interactive Simulations for Science and Math. URL: <https://phet.colorado.edu> (дата звернення: 27.09.2024)
11. Mozaik education. URL: <https://ua.mozaweb.com> (дата звернення: 27.09.2024)
12. Digital Competence Framework for Citizens (DigComp) (2022) URL [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcomp\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcomp_en)
13. Дронь, В. (2022). Формування дослідницьких компетентностей у здобувачів освіти під час комп'ютерного моделювання фізичних явищ та



процесів при дистанційному навчанні. Фізико-математична освіта, 35(3), 19–25. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-003>

14. Головіна, Н., & Головін, М. (2021). Методичні особливості моделювання фізичних явищ на прикладі взаємодіючих коливань. Фізика та освітні технології, (2), 3–10. <https://doi.org/10.32782/pet-2021-2-1>

15. White, S. K. (2023) Making a Framework for Formative Inquiry Within Integrated STEM Learning Environments (Cham: Springer Nature Switzerland) pp 167–178 ISBN 978-3-031-41950-8 URL [https://doi.org/10.1007/978-3-031-41950-8\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-031-41950-8_13)