

Артем Журжа, Микола Моклюк

МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ДОСЛІДНИЦЬКИХ НАВИЧОК

Анотація. У статті розглянуто використання комп'ютерного моделювання фізичних процесів як ефективного засобу розвитку дослідницьких навичок учнів. Представлено програму, що дозволяє моделювати рух тіла під дією сили й тертя, візуалізувати зміну координати, швидкості та шляху. Показано, як цифрові інструменти сприяють формуванню пізнавального інтересу, критичного мислення та глибшому розумінню фізики.

Ключові слова: моделювання, фізика, учні, дослідницькі навички, навчання, комп'ютерні симуляції

Одним із ефективних методологічних інструментів, що сприяє розвитку дослідницьких умінь учнів, є моделювання. Моделювання у фізиці - це створення спрощених аналогів реальних явищ, що дає змогу відтворити, вивчити та передбачити поведінку фізичних систем. Використовуючи моделі, учні мають можливість глибше зрозуміти сутність явищ, виявити причинно-наслідкові зв'язки, проводити власні дослідження, а також навчитися планувати експеримент, збирати та обробляти результати, робити висновки [2].

В умовах сьогоденної освітньої парадигми комп'ютерні технології органічно інтегруються у навчальний процес, набуваючи ключового значення. Зокрема, комп'ютерне моделювання функціонує як могутній інструмент, що не тільки поглиблює розуміння фізики, а й активно залучає школярів до досліджень фізичних явищ. Використання програмного забезпечення для моделювання фізичних процесів відкриває унікальні можливості для пізнання складних теоретичних концепцій та дослідження практичних аспектів, базуючись на інтерактивному підході [1].

Проблема розвитку дослідницьких умінь учнів під час вивчення фізики набула особливої актуальності в контексті впровадження компетентнісного підходу та STEM-орієнтованого навчання. Значну увагу вітчизняні науковці приділяють саме моделюванню фізичних процесів, як ефективному засобу формування дослідницьких компетентностей школярів [1-5].

Метою статті є обґрунтування ефективності використання комп'ютерного моделювання у процесі вивчення фізики як засобу розвитку дослідницьких навичок учнів, а також демонстрація практичного застосування авторського програмного продукту, розробленого для моделювання механічного руху з урахуванням сили та тертя.

Нами було розроблено програмний продукт, призначений для моделювання руху об'єкта під впливом сили та тертя. Ця задача виступає класичним прикладом застосування другого закону Ньютона, демонструючи на практиці взаємодію сил, маси та прискорення. Програма була створена з метою надати учням можливість не тільки візуалізувати рух об'єкта, але й активно експериментувати з параметрами, впливаючи на результати моделювання. Це також сприяє глибшому розумінню взаємозв'язку між теоретичними знаннями та реальними фізичними процесами.

Програма складається з трьох основних модулів: координата, швидкість і шлях, кожен з яких дозволяє обчислювати та відображати різні аспекти руху об'єкта. Користувач вводить параметри, які впливають на рух, а програма виводить графіки, що наочно демонструють, як змінюються координати, швидкість чи шлях з часом.

1. Вкладка "Координата" (рис.1)

Ця вкладка дозволяє розрахувати координату об'єкта через певний проміжок часу, враховуючи його початкову швидкість, прискорення та дію сили.

Для цього використовується формула:

$$x = v_0 \times t + \frac{1}{2} a \times t^2$$

де x - координата об'єкта, v_0 - початкова швидкість, a - прискорення, яке розраховується за формулою

$$a = \frac{F - \mu mg}{m},$$

де F - сила, що діє на об'єкт, μ - коефіцієнт тертя, m - маса об'єкта, g -

прискорення вільного падіння.

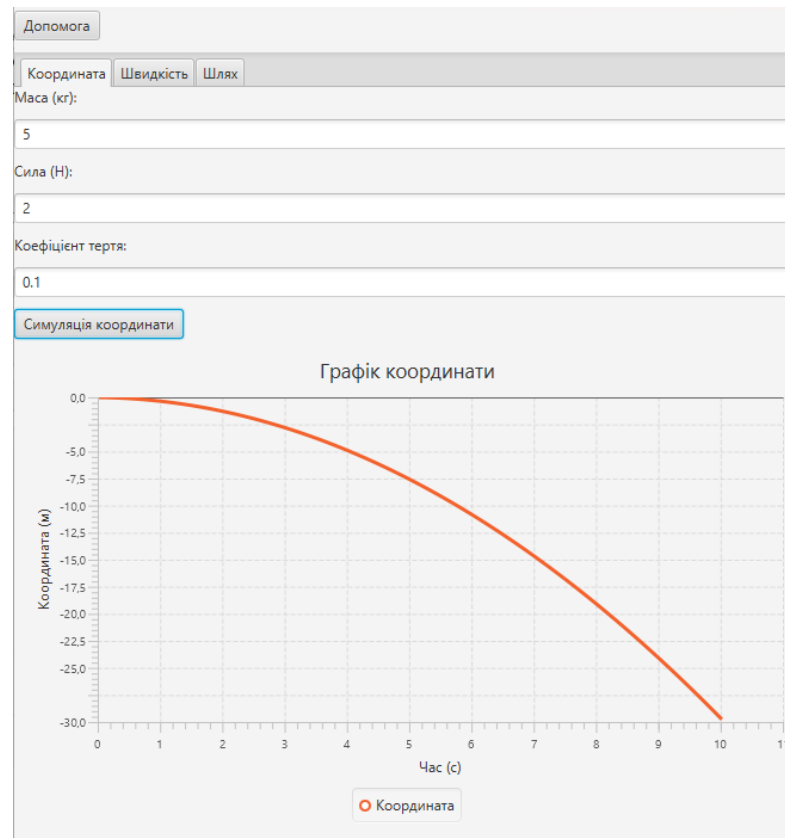


Рис. 1. Графік координат

Через введення значень маси, сили та коефіцієнта тертя учні можуть побачити, як змінюється координата об'єкта з часом. Графік координати дає наочне уявлення про те, як рухається об'єкт, коли на нього діє сила, а тертя зменшує його прискорення.

2. Вкладка "Швидкість" (рис.2)

Ця вкладка фокусується на обчисленні швидкості об'єкта.

Тут програма використовує наступну формулу для швидкості:

$$v = v_0 + a \times t$$

де v - швидкість об'єкта в момент часу t , v_0 - початкова швидкість (в даному випадку взята за 0), a - прискорення, яке також обчислюється за формулою

$$a = \frac{F - \mu mg}{m}.$$

Цей розрахунок дозволяє учням побачити, як змінюється швидкість

об'єкта залежно від часу та змінних параметрів. Графік швидкості наочно показує, як поступово змінюється швидкість під дією сили та тертя, що є важливим для розуміння механізмів прискорення в фізиці.

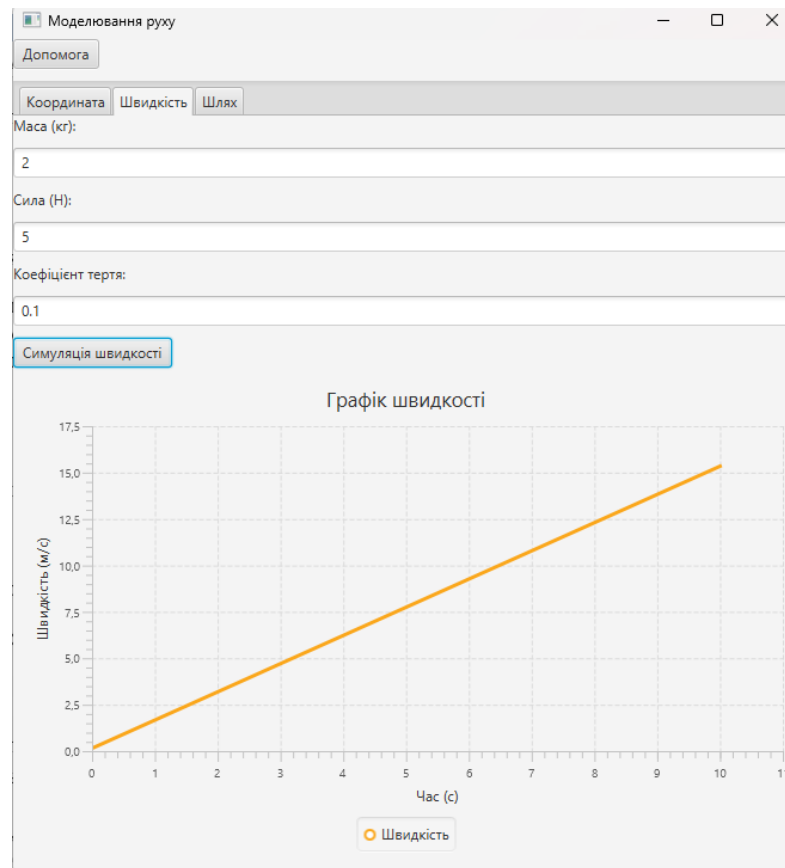


Рис. 2. Графік швидкості

3. Вкладка "Шлях" (рис.3)

У цій вкладці програма обчислює шлях, пройдений об'єктом за час.

Для цього використовується рівняння для шляху з початковою швидкістю:

$$x = v_0 \times t + \frac{1}{2} a \times t^2$$

де x - шлях, пройдений об'єктом, v_0 - початкова швидкість, a - прискорення, яке обчислюється за тим самим принципом, що й у попередніх вкладках.

Цей розрахунок дає учням можливість візуалізувати, як змінюється шлях з часом залежно від сили, маси об'єкта та коефіцієнта тертя.

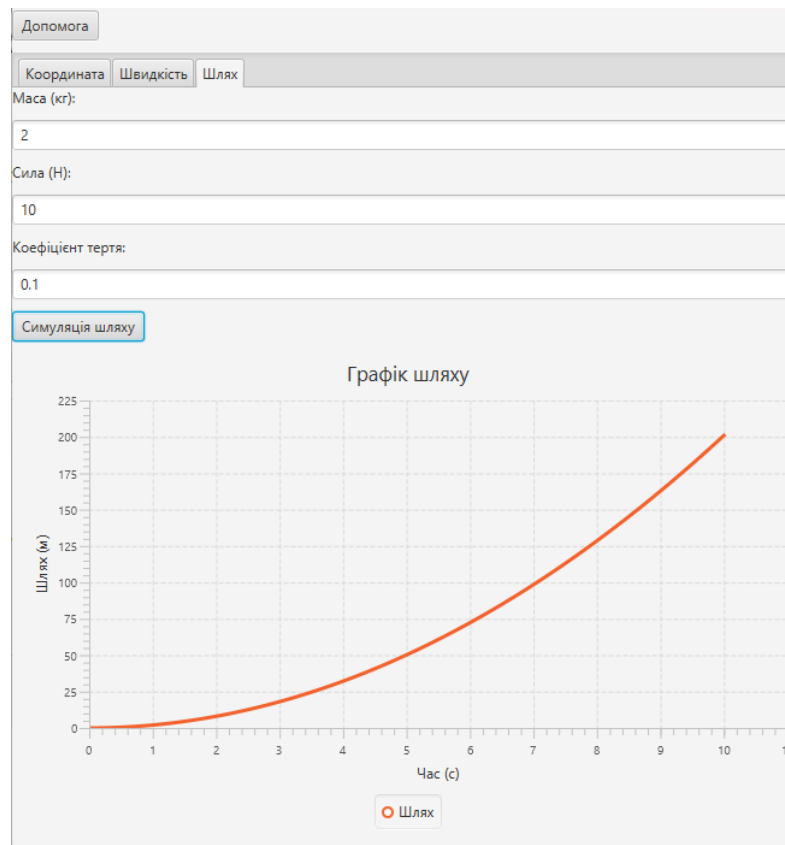


Рис. 3. Графік шляху

Пояснення роботи програми (рис.4)

Програма працює за допомогою чисельних методів, зокрема методу Ейлера, що дозволяє обчислювати значення змінних через певні інтервали часу. Кожен з трьох графіків (координата, швидкість, шлях) оновлюється в реальному часі, що дозволяє учням спостерігати, як змінюються фізичні величини на основі введених параметрів.

```
double x = 0, v = 0, dt = 0.1;
for (double t = 0; t <= 10; t += dt) {
    x += v * dt + 0.5 * a * dt * dt; // Оновлення координати
    v += a * dt; // Оновлення швидкості
    series.getData().add(new XYChart.Data<>(t, x)); // Додавання нової точки
}
```

Рис. 4. Застосування методу Ейлера

Програма не лише дозволяє проводити моделювання руху, але й дає учням можливість експериментувати з різними значеннями сили, маси та

коефіцієнта тертя, що дає їм глибше розуміння того, як ці параметри взаємодіють у реальному світі.

Під час моєї педагогічної практики в школі, я використав цю програму для організації інтерактивних уроків фізики для восьмикласників. Завдяки цьому навчання стало більш захопливим і продуктивним. Скажімо, учні мали змогу наочно спостерігати, як зміни коефіцієнта тертя або сили впливають на рух тіла. Після кожної симуляції вони обговорювали отримані дані, порівнюючи їх з теоретичними обчисленнями, що позитивно впливало на розвиток критичного мислення та аналітичних навичок.

Програма надає учням можливість відстежувати взаємозв'язки між різними параметрами та отриманими результатами, що не завжди легко досягнути лише з теоретичних пояснень. Це особливо корисно для тих учнів, котрі відчують труднощі з абстрактним мисленням, адже візуалізація сприяє кращому розумінню фізичних процесів.

Висновки

Отже, моделювання фізичних процесів із використанням цифрових технологій є ефективним інструментом для формування дослідницьких умінь учнів. Розроблений програмний продукт дає можливість учням візуалізувати залежності фізичних величин (координати, швидкості, шляху) від змінних параметрів, проводити експерименти та аналізувати отримані результати. Практичне застосування такого моделювання підвищує мотивацію до навчання, сприяє глибшому розумінню теоретичних понять і розвитку аналітичного мислення.

В свою чергу, інтеграція програмного забезпечення в освітній процес потребує методичної підготовки вчителя, технічного забезпечення та дидактичного супроводу.

Список використаних джерел:

1. Моклюк М.О. Використання комп'ютерного моделювання при вивченні явища радіоактивності. Наукові записки. Випуск 77. Серія: Педагогічні науки. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. 2008. Частина 2. С. 221-224.
2. Моклюк М.О., Сільвейстр А.М. Використання комп'ютерного моделювання у вивченні фізики. Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні

проблеми фізико-математичної освіти і науки”, присвяченої 95-річчю від дня народження доктора технічних наук, професора Душенка В.П. 25-26 травня 2017 року, Київ, Україна. К.: НПУ імені М.П.Драгоманова, 2017. С.224-227.

3. Сільвейстр А.М., Моклюк М.О., Копитко М.В. Використання засобів комп’ютерного моделювання для підвищення інтересу учнів на уроках фізики. Future of Work: Technological, Generational and Social Shifts: Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Internet Conference, May 9-10, 2024. FOP Marenichenko V.V., Dnipro, Ukraine, 132-136.

4. Анатолій Сільвейстр, Микола Моклюк, Марія Копитко. Використання засобів комп’ютерного моделювання з метою підвищення інтересу учнів до вивчення фізики. Математика, Інформатика, Фізика: Наука та Освіта, Том 1, № 1 (2024), с. 63–74.

5. Сільвейстр А.М., Моклюк М.О. Підвищення інтересу учнів до вивчення фізики на основі використання засобів комп’ютерного моделювання. Формування предметних компетентностей у здобувачів освіти засобами хмарноорієнтованих технологій, мультимедійних додатків та сервісів: колективна монографія / за ред. В.Ф. Заболотного. Вінниця, ТОВ «НІЛАН-ЛТД», 2025. С. 43-69.

MODELING OF PHYSICAL PROCESSES AS A MEANS OF DEVELOPING RESEARCH SKILLS

Abstract. *The article considers the use of computer modeling of physical processes as an effective means of developing students' research skills. A program is presented that allows modeling the movement of a body under the influence of force and friction, visualizing the change in coordinate, speed and path. It is shown how digital tools contribute to the formation of cognitive interest, critical thinking and a deeper understanding of physics.*

Keywords: *modeling, physics, students, research skills, learning, computer simulations*