

УДК 004.94:531

РОЗРОБКА ІНТЕРАКТИВНОГО ЗАДАЧНИКА З МЕХАНІКИ «MACROMECHANICS»

Бондарев В.М., Нестерович Е.Р.

e-mail: volodymyr.bondariev@nure.ua, eleonora.nesterovych@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПІ
м. Харків, Україна

This work is devoted to the development of an interactive problem book on classical mechanics «Macromechanics» built on the basis of a simulation dynamic model. Its purpose is to visualize the process of solving tasks. It is intended for use in physics classes. It provides the user with visual and interactive feedback on the material studied. In the course of the work, an analysis of existing physics simulators was conducted. The developed task book encourages a better understanding of physical processes and also allows the user to control the simulation parameters, clearly demonstrating the mechanisms of physical events.

Вирішення задач є найкращим способом вивчати фізику та математику. Хоча процес вирішення задач з фізики може бути цікавим сам по собі, його можна зробити ще цікавішим, якщо явища, про які йдеться в задачі, відбуваються не лише в уяві учня, але й зображуються на екрані комп'ютера з можливістю впливати на їх перебіг.

Імітаційне моделювання застосовують в навчанні з часів, коли комп'ютери стали персональними, і більшість моделей допомагають вивчати саме фізику. Найбільш відомими є симуляції від Physics Education Technology [1], вони різноманітні і легкі у використанні.

Сайт myPhysicsLab [2] пропонує низку анімованих інтерактивних фізичних симуляцій, з можливістю їхнього перегляду в декількох режимах та вибором обчислювальних методів з різною точністю, які використовуються в розрахунках. Сайт має розділ «How Does It Work?», де можна ознайомитися з принципами побудови всіх представлених фізичних симуляцій.

Хоча існуючі симулятори є різноманітними та цікавими, жоден з них не ставить за мету надати учням певні завдання для виконання з перевіркою рішень. В даній роботі пропонується інтерактивний задачник з класичної механіки, побудований на базі імітаційної динамічної моделі, подібної до викладеної в [3]. Імітаційна модель надає змогу будувати будь-які сцени, складені з масивних куль, перемичок між ними і перешкод, створених з прямих ліній.

В простих механічних моделях зміна швидкості рухомих частин розглядається як миттєва дія. Тобто, коли куля входить в контакт з лінійною перешкодою, складова її швидкості, тангенціальна до напрямку перешкоди, змінює знак на протилежний за один такт дискретного часу.

Це не відповідає реальності, але прийнятне, якщо модель успішно вирішує ті задачі, для яких створена. Втім, за певних обставин, розриви в першій похідній функції положення призводить до небажаних ефектів в поведінці моделі.

В запропонованій моделі вдалося уникнути невідповідної поведінки, усунувши великі скачки швидкості. Стикання кулі із перешкодами розглядається не як миттєва подія, а як процес, котрий займає певний проміжок часу (рис. 1).

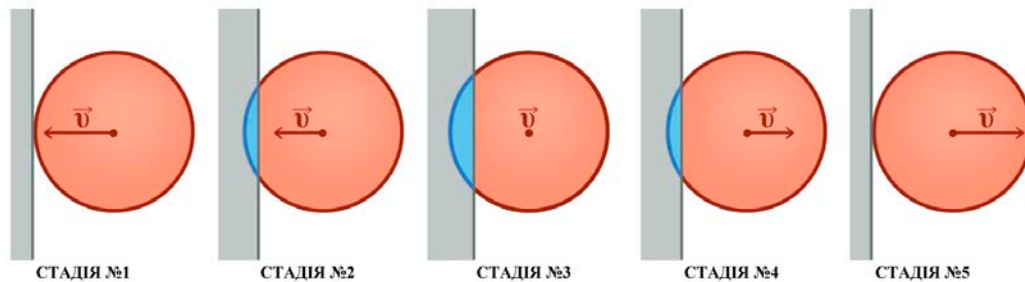


Рисунок 1 – Процес стикання кулі з перешкодою

На базі обчислювальної моделі створена програма інтерактивного задачника. На верхній панелі головної сторінки програми (рис. 2) знаходяться кнопки програвання, перемикавання режиму відображення, повернення на попередній крок, довідки, а також список наявних задач.

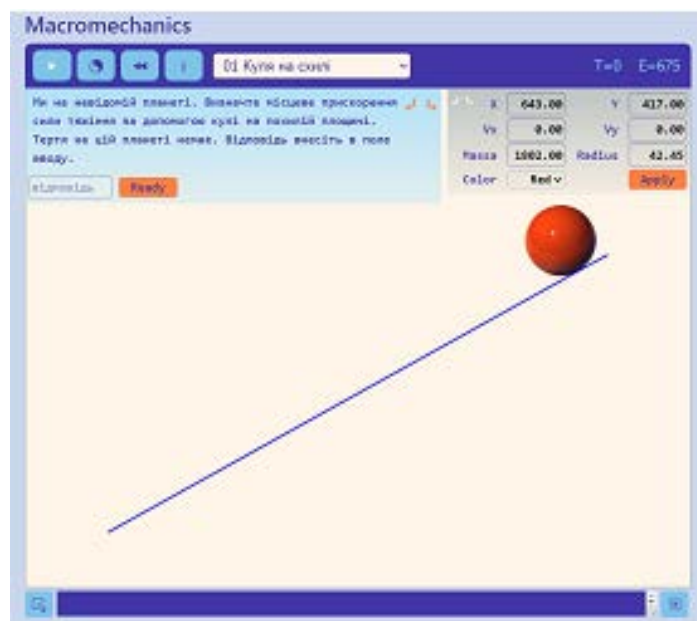


Рисунок 2 – Головна сторінка програми

Праворуч відображається дискретний час та загальна енергія моделі. Центральну частину сторінки займає простір, на якому відображається

поточний стан моделі. На панелі знизу розташовані засоби для збереження і завантаження сцен.

Користувач обирає задачу для вирішення і на сторінці з'являється сцена, відповідна до умови задачі. В лівому верхньому куті відкривається вікно з умовою. Щоб вирішити задачу, користувач має зробити розрахунки і за їх результатами змінити параметри наявної сцени, наприклад, встановити початкову швидкість кулі, або її положення, або змінити силу тяжіння тощо. Вихідні дані для розрахунків користувач отримує з умови задачі і з параметрів елементів сцени. Усі параметри обраного елемента можна бачити та змінювати в окремій панелі.

Після натискання кнопки програвання користувач спостерігає, як вплинули на поведінку моделі зроблені ним зміни. Якщо задача вирішена вірно, це наочно видно з динаміки сцени і до того ж підтверджується зміною кольору вікна умови на зелений. Якщо вирішення помилкове, користувач може зробити наступну спробу.

Наведемо декілька прикладів задач з тих, що вже завантажені в систему.

1. Оберіть таку довжину маятника, щоб період коливань становив 1200. Прискорення тяжіння 0,01.

2. Тіло падає без початкової швидкості. Яка швидкість його руху після 3 с падіння [4]?

3. Камінь падає без початкової швидкості з висоти 80 м. Який шлях він проходить за першу секунду свого руху? за останню [4]?

Умови задач цілком відділені від коду, що дозволяє користувачам доповнювати і змінювати їх. В наступній версії задачника буде доданий веб-інтерфейс з трьома категоріями користувачів – учні, викладачі і адміністратори.

Список використаних джерел:

1. PhET: Interactive Simulations for Science and Math: вебсайт. URL: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?type=html> (дата звернення: 10.02.2025)

2. myPhysicsLab Home Page: вебсайт. URL: <https://www.myphysicslab.com/> (дата звернення: 10.02.2025)

3. В. М. Бондарев і Ю. Ю. Черепанова, «Комп'ютерна симуляція термодинамічних процесів з навчальними цілями», НаукПраці ВНТУ, вип. 2, Лип 2024.

4. Фізика. 9 клас : збірник задач / І. М. Гельфгат, І. Ю. Ненашев. – Х. : Вид-во «Ранок», 2017. – 176 с. – іл.

5. «Macromechanics»: інтерактивний задачник. URL: <https://tss.co.ua/macro/> (дата звернення: 02.03.2025)