

ВИКОРИСТАННЯ БІБЛІОТЕКИ THREE.JS У ВІРТУАЛЬНОМУ ФІЗИЧНОМУ ЕКСПЕРИМЕНТІ

Чопик Павло Іванович

асистент кафедри фізики та методики її навчання,
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
chip.ukraine@gmail.com

Чухрай Олександр Петрович

магістрант спеціальності 014.08 Середня освіта (Фізика),
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
olexandrtera@gmail.com

Фізичний експеримент в цілому, і лабораторні роботи зокрема, є невід'ємною частиною навчання фізики, адже вони допомагають студентам розуміти, як фізичні принципи та закони впливають на реальний світ. Лабораторні роботи дають можливість перевірити теоретичні знання на практиці, спостерігати, як фізичні закони працюють в реальних умовах, що допомагає краще зрозуміти теорію. Під час проведення лабораторних робіт студенти навчаються збирати, обробляти та аналізувати дані. Ці навички є важливими не тільки для вивчення фізики, але й для багатьох інших наукових та технічних дисциплін. Лабораторні роботи також стимулюють критичне мислення та розв'язання проблем, а також можуть збільшити зацікавлення наукою. Проведення лабораторних робіт допомагає розвивати навички практичної роботи, які можуть бути корисними в реальному світі, включаючи використання наукового обладнання та практичних компетентностей [1].

Проте у сучасних реаліях досить часто навчання проводиться у дистанційному форматі під час якого немає можливості проводити аудиторні заняття. У зв'язку з цим актуальним є програмне забезпечення для проведення віртуальних лабораторних робіт [2]. Як показують опитування проведені серед студентів, віртуальні лабораторні роботи не можуть замінити роботу з реальним обладнанням але вони подекуди незамінні [5]. Віртуальні лабораторні роботи можна проводити будь-де і будь-коли, що дуже зручно, вони знімають ризики, пов'язані з роботою з небезпечним чи дорогим обладнанням. Можна легко повторювати експерименти, щоб перевірити результати та використовувати сучасні технології. Оскільки їх проведення не вимагає фізичного обладнання, то вони можуть бути менш вартісними. Це дозволяє експериментувати з концепціями, які є непрактичними або неможливими в традиційних лабораторних умовах, такими як поділ ядер або теорія Великого вибуху.

До недоліків віртуальних лабораторних робіт слід віднести відсутність практичного досвіду і обмежену взаємодію. Відсутність взаємодії з фізичним обладнанням може обмежити розуміння деяких концепцій, не будуть сформовані достатні навички роботи з обладнанням. Перевагою є поєднання як

практичного, так і віртуального моделювання. Віртуальні моделі можуть допомогти підготувати студентів до лабораторних експериментів, допомагаючи легше розуміти та застосовувати те, що вони вивчають.

Найбільш популярними безкоштовними віртуальними лабораторіями є **PhET Interactive Simulations** від університету Колорадо, **Фізика в школі - HTML5** (сайт vascak.cz), платформи **Labster**, **CK-12**, **Open Source Physics (OSP)** та **Gizmos** від Explore Learning. Провівши аналіз наявних рішень ми встановили, що створені вони з використанням технологій HTML5, JavaScript чи Java. Суттєвими недоліками, які не дозволяють використати наявні лабораторії є відсутність моніторингу виконання лабораторних робіт студентами, неможливість проводити вимірювання без відображення готових результатів (по суті здійснюються симуляції фізичних процесів), ідеальність результатів, що не дозволяє оцінити похибки вимірювань.

Було вирішено розробити власне середовище для проведення віртуальних лабораторних робіт з фізики, яке буде задовольняти наступні умови:

- *наглядність*. Повинен повністю візуально відтворюватись фізичний процес з можливістю інтерактивного керування;
- *доступність*. Для проведення лабораторних робіт не потрібне додаткове програмне забезпечення, лише наявність інтернету та браузер;
- *гнучкість*. Можливість встановлювати додаткові параметри робіт, такі як похибка вимірювань, типи матеріалів, умови виконання.
- *візуальність*. Зовнішній вигляд віртуальних приладів повинен відповідати реальному лабораторному обладнанню.

В якості платформи розробки найкраще підходить **JavaScript** завдяки наявності бібліотек для створення та рендерингу 3D-графіки в браузері [4]. Однією з таких є бібліотека **Three.js**, яка містить набір готових класів для генерації і відображення 3D графіки за допомогою WebGL. При написанні коду розробник може оперувати звичними поняттями сцени, камери, об'єкта, текстури без необхідності написання шейдерних процедур. Також Three.js підтримує відображення готових тривимірних моделей, сумісних з популярними програмами 3D Max, Blender та інші [3].

При створенні віртуальних лабораторних робіт саме з фізики слід врахувати наступні особливості бібліотеки Three.js:

- Спочатку потрібно ознайомитися з базовими компонентами Three.js. Це сцени, камери, матеріали, освітлення, геометрія та рендеринг. Навчитися створювати прості 3D-об'єкти і контролювати їх положення, орієнтацію та інші властивості.
- За допомогою Three.js можна створювати 3D-сцени, які відображають нашу віртуальну лабораторію. Ми можемо створювати різні об'єкти, такі як столи, прилади та інші предмети у лабораторії.
- Для моделювання фізичних процесів можна використати бібліотеку

JavaScript для фізики, таку як **Cannon.js** або **Ammo.js**. Ці бібліотеки дозволяють створювати та контролювати фізичні властивості об'єктів, такі як маса, швидкість, тиск та інерція.

- Свою сцену можна зробити інтерактивною, що дозволяє користувачам керувати об'єктами або змінювати параметри експерименту. Для цього використовують події JavaScript.
- Three.js добре підходить для створення анімацій, щоб демонструвати, як змінюється система з часом відповідно до фізичних законів.

Приклад реалізованої віртуальної моделі досліду Стокса, створеної з використанням бібліотеки Three.js зображено на рис. 1.

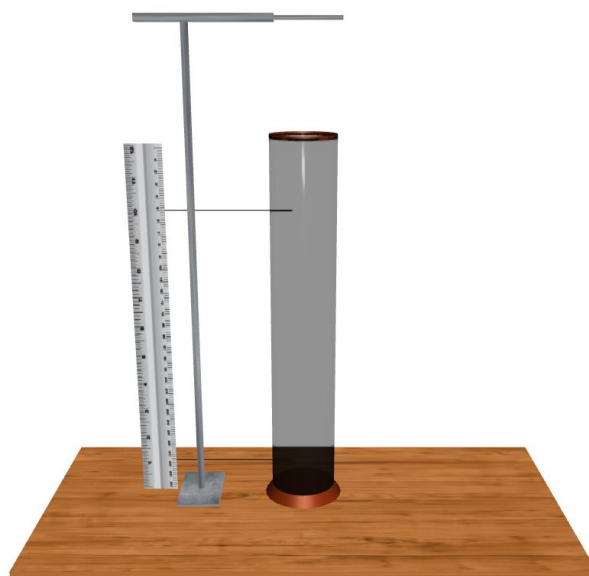


Рис. 1. Віртуальна модель досліду Стокса

В зазначеній моделі можна змінювати текстури об'єктів, параметри рідини та кульки (колір, розміри, фізичні коефіцієнти), відносне розташування приладів. Вимірювання часу падіння кульки здійснюється студентами самостійно без відображення на екрані, що дозволяє в подальшому оцінити похибки вимірювань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Emily K. Faulconer, Amy B. Gruss. A Review to Weigh the Pros and Cons of Online, Remote, and Distance Science Laboratory Experiences. *International Review of Research in Open and Distributed Learning* Volume 19, Number 2, 2018, p. 155-168.
2. Susan R. Singer, Margaret L. Hilton, and Heidi A. Schweingruber, *Laboratory Experiences and Student Learning* National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2006. *America's Lab Report: Investigations in High School Science*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11311>.
3. Fundamentals / Three.js official site. URL: <https://threejs.org/manual/#en/fundamentals>

4. WebGL: 2D and 3D graphics for the web / Resources for Developers, by Developers. URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebGL_API
5. Федчишин О., Мохун С., Чопик П. Віртуальний фізичний експеримент як засіб удосконалення фахових компетентностей здобувачів освіти в умовах дистанційного навчання. Фізико-математична освіта: науковий журнал. Том 38, № 2. Суми : [СумДПУ ім. А.С. Макаренка], 2023. с 50-55.