

## КОМП'ЮТЕРНІ МОДЕЛІ ЯК ІНСТРУМЕНТ РЕАЛІЗАЦІЇ STEM-ПІДХОДУ В НАВЧАННІ ФІЗИКИ ШКОЛЯРІВ

Лосіцький Володимир<sup>1</sup>, Кир'яченко Людмила<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Пальмірська загальноосвітня школа I-III ступенів

### Анотація

У доповіді представлено досвід використання колекції PhET у середній та старшій школі з метою сприяти розумінню учнями поняття «дані», навчити їх використовувати візуалізацію змінних параметрів явищ і процесів для побудови гіпотез, вдосконалювати математичні вміння учнів, формувати логіку висловлювань та здатність робити висновки.

### Abstract

The report presents the experience of using the PhET collection in Secondary and High School to help students understand the concept of "data", to teach them how to use the visualization of the variable parameters of phenomena and processes to construct hypotheses, to master students' mathematical skills, to develop their ability to speak logically and to make conclusions.

### Вступ

Учні мають різні освітні потреби по траєкторії здобуття освіти протягом навчання в школі. Завдяки мережним технологіям інтернет-зв'язку і учні, і вчителі мають вільний доступ до програм та ресурсів, що можуть бути з успіхом застосовні з освітньою метою. У [1] нами зазначено, що будь-яка STEM-програма базується на міждисциплінарному та прикладному підході, вмотивовує учнів використовувати наукові методи з фокусом на реальних застосуваннях розв'язання навчальних задач, формує дослідницькі навички.

### Виклад основних результатів дослідження

Утримуючи логіку слідування інженерно-технологічних STEM-кроків: 1-6 клас (в ігровій формі, шляхом побудови простих конструкцій, наприклад Lego, зацікавити учнів самостійною дослідницькою діяльністю); 7-9 класи (опанування програмування, віддаленого керування, спільна проектна діяльність); 10-11 класи (спеціалізоване навчання, спрямоване на поглиблення знань у технологіях); вища школа (зростання дослідницької компетентності та продуктивності роботи в команді) було сформульоване завдання: за допомогою інтерактивних моделювань з різних предметів природничо-математичного циклу сприяти розумінню учнями поняття «дані», навчити їх використовувати візуалізацію змінних параметрів явищ і процесів для побудови гіпотез, вдосконалювати математичні вміння учнів, формувати логіку висловлювань та здатність робити висновки. У доповіді презентуємо досвід розв'язання цієї проблеми на уроках природничо-математичного напрямку для учнів 7-10 класів. Для того щоб досягти мети заохочення учнів до навчальних досліджень та експериментування ми використали середовище, подібне до гри, – систему комп'ютерного моделювання пізнавальних завдань PhET [2]. Учні отримали сучасну можливість порівняти реальний дослід та штучно змодельований, аналізувати, будувати гіпотези та робити висновки. Щоб ефективність використання комп'ютерних моделювань була високою, потрібно складати пізнавальні завдання до кожної комп'ютерною моделі. Учні отримують додаткові стимули до навчання, якщо завдання має зв'язок з реальним життям, має практичне значення. Використання інтерактивних моделювань апробовано на різних етапах уроку, як супровід реального експерименту, або як самостійний елемент навчального дослідження, а також у позаурочний час для виконання учнями творчих завдань. Ефективність підвищується, якщо використання є системним, протягом усього навчального курсу. Комп'ютерні моделювання дозволили візуалізувати ідеальні моделі,

що застосовуються для вивчення фізичних процесів, спостерігати за фізичними процесами в їх розвитку, фіксувати дані, робити висновки щодо закономірностей, формувати уявлення про природу фізичного явища.

Наприклад, механічні коливання вивчаються в шкільному курсі фізики двічі: в 7-му класі учні знайомляться з найпростішими властивостями цього руху, а в 10-му вивчають цю саме тему на більш високому науковому рівні. В обох класах виконуються лабораторні роботи на дослідження математичного маятника. Виконуючи їх ми використовуємо модель колекції PhET «Лабораторія маятників» (рис. 1). Але цьому повинна передувати підготовча робота (особливо для семикласників). У 7 класі досліджується залежність періоду коливань нитяного маятника від його маси, амплітуди коливань та довжини. Перед виконанням роботи учням пропонуємо поміркувати над наступним завданням. «У 1583 р. 19-річний Г. Галілей, перебуваючи в Пізанському соборі, спостерігав за коливаннями люстри і помітив, залежність між періодом коливань і амплітуди. Як ви думаєте, в чому вона полягала? Як це допомогло у створенні першого маятникового годинника?». Далі діти діляться на групи, кожна з яких повинна спрогнозувати, як буде змінюватися характер коливань, якщо змінюватимуться параметри самого маятника. Попередні відповіді обговорюються і записуються, щоб потім порівняти їх з результатами експерименту, учні ознайомлюються з комп'ютерними моделями, проводять віртуальні досліди, порівнюючи отримані результати з попередніми припущеннями, роблять висновки. За достатньої наявності комп'ютерної техніки таку роботу краще проводити індивідуально, що буде кориснішим. Продовженням дослідження властивостей математичного маятника є проведення реальних дослідів і знову порівняння їх результатів з віртуальними, міркування над тим, що ж реально впливає на процес коливань, як ті чи інші фактори вплинули на результат. У 10 класі за допомогою математичного маятника визначаємо прискорення вільного падіння та перевіряємо формула Гюйгенса. На допомогу знову приходиться модель «Лабораторія маятників». Окрім експериментального визначення періоду коливань і порівняння зі знайденим значенням за формулою Гюйгенса, учні обчислюють прискорення вільного падіння, а також визначають прискорення вільного падіння на інших планетах Сонячної системи і порівнюють дані з табличними.

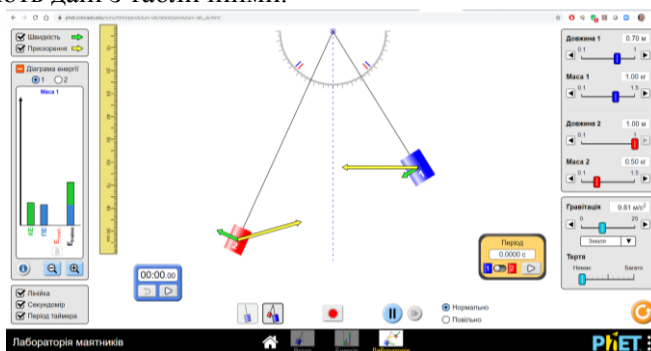


Рисунок 1 - модель колекції PhET «Лабораторія маятників»

Поділяючи думку дослідників використання інтерактивних демонстрацій [3], зауважимо, що важливою передумовою ефективності використання PhET симуляції є створення, так званого, активного середовища навчання. Основні ознаки: учні будують знання із спостереження; учням пропонується порівнювати прогнози, виходячи зі своїх переконань, ще до експериментальних спостережень; дослід змінює переконання учнів, коли вони стикаються з розбіжностями між своїми передбаченнями / гіпотезами і спостереженням за перебігом процесу, отриманими результатами; учитель є гідом в процесі навчання; співпраця та спільне навчання є невід'ємною частиною навчального процесу.

Також, ефективним є використання робочих листів (рис. 2), супровідних робочих таблиць, зокрема для оцінювання окремих етапів заняття [4].

Які параметри впливають на період коливань маятника?

**Дослід 1.**

Довжина маятника (м)					
Період (с)					

1. Яка залежна змінна в цьому експерименті? Пояснити.
2. Яка незалежна змінна в цьому експерименті? Пояснити.
3. Які елементи керування в цьому експерименті? Пояснити.

**Дослід 2**

Маятникові маси (г)					
Період (с)					

1. Яка залежна змінна в цьому експерименті? Пояснити.
2. Яка незалежна змінна в цьому експерименті? Пояснити.
3. Які елементи керування в цьому експерименті? Пояснити.

**Дослід 3.**

Кут відхилення(°)					
Період (с)					

1. Яка залежна змінна в цьому експерименті? Пояснити.
2. Яка незалежна змінна в цьому експерименті? Пояснити.
3. Які елементи керування в цьому експерименті? Пояснити.

**Дослід 4. Дослідження закону збереження енергії**

Кут відхилення(°)					
Період (с)					

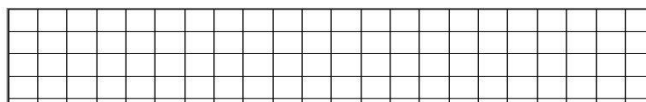


Рисунок 2 – фрагмент робочого листка учня

Виконуючи завдання учні вдосконалюють вміння виконувати вимірювання (довжина, кут, час), математичні вміння знаходити середнє арифметичне (середній час коливань), перетворювати ірраціональні вирази (для  $g$ ), робити відсоткові розрахунки (похибка вимірювань). Учителю ініціює дискусію щодо аналізу спостережень за коливальними рухами в природі: коливання дерев, крил птахів і комах, серця людей і тварин, голосових зв'язок, барабанних перетинок вух тощо. Закони коливань враховуються при будівництві мостів, будинків, залізниць, літаків.

Впровадження STEM-освіти серед іншого передбачає розробку та впровадження спеціалізованого апаратного та програмного забезпечення, служб і сервісів нового покоління. Проте, ресурси Інтернет сьогодні містять достатню кількість освітнього контенту, за допомогою якого можна досягти визначеної мети розвитку та формування здібностей учнів. Перспективним є розроблення системи підтримки вчителів, які створюють дослідницькі та проектно-орієнтовані заходи, створення умов для навчання учителів щодо кваліфікованого використання доступних ресурсів формування технічних навичок, що залишаються актуальними у 21-му столітті.

**Список використаних джерел**

1. Лосіцький В.М. Досвід реалізації STEM-парадигми у інноваційному закладі «Школа інформаційних технологій» / Лосіцький В.М. // Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції [“Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі”], (Херсон 13-15 вересня 2018р.) – Херсон: Видавництво ХНТУ. – 2018. – С. 47-48. – ISBN 978-966-97799-3-9.
2. Interactive Simulations for Science and Math / website: <https://phet.colorado.edu/>
3. Vasudevan Lakshminarayanan "Interactive lecture demonstrations, active learning, and the ALOP project", Proc. SPIE 8065, SPIE Eco-Photonics 2011: Sustainable Design, Manufacturing, and Engineering Workforce Education for a Green Future, 80650S (29 April 2011); <https://doi.org/10.1117/12.889508>
4. Katrina A. Badiola, Kathryn Bartimote-Aufflick, Adam J. Bridgeman, Adrian V. George, Toby S. Hudson, Chiara Neto and Siegbert A. Schmid "Using interactive lecture demonstrations to invigorate chemistry lectures", Proc. Australian Conference on Science and Mathematics Education (Sep 23, 2013); <https://www.academia.edu/31437679/>