

ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ З ФІЗИКИ ГРАФІЧНИМИ ЗАСОБАМИ GEOGEBRA

У статті розкривається проблема формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного спрямування за допомогою графічних засобів програми динамічної математики GeoGebra; розглядається комп'ютерне анімаційне моделювання фізичних процесів і явищ як один із напрямків застосування комп'ютерної графіки в навчанні фізики; пропонується методика використання комп'ютерних анімаційних моделей, створених за допомогою програми динамічної математики GeoGebra.

Ключові слова: програма динамічної математики Geogebra, комп'ютерна анімація, комп'ютерна графіка, електронні освітні ресурси, комп'ютерне моделювання, компетентність.

У зв'язку з поширенням у всі сфери життя інформаційних технологій, виникає потреба модернізації традиційних засобів і методів навчання та пошуку нових видів освіти.

Підтримуючи останні тенденції у світовому освітньому просторі, Україна поряд з іншими державами [2], звернула увагу на розвиток STEM-освіти (Science, Technology, Engineering, Math), яка має за мету збільшення кількості суб'єктів навчання у галузі науки, технології, інженерії і математики та підвищення якості їхньої підготовки, передбачає поєднання навчального матеріалу й електронних освітніх ресурсів.

Але попри значну кількість навчальних електронних ресурсів, що надає викладачу та вчителю Інтернет, ще й досі єдиної електронної бази, у якій би можна було б відшукати потрібний цифровий контент, зокрема для викладання фізики, немає. Отже, викладач фізики потребує наявності доступних і не складних для опанування програмних засобів для створення власних педагогічних електронних ресурсів та розробки методики їх застосування у навчанні фізики.

Проведений нами аналіз інтернет-ресурсів (електронних книг, презентацій, віртуальних лабораторій, комп'ютерної анімації тощо) показав, що в основі інструментарію їх конструювання лежать комп'ютерно-графічні технології.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання розробки електронних освітніх ресурсів для викладання природничо-математичних дисциплін та методики їх застосування вирішувалось у дослідженнях: П. С. Атаманчука, М. В. Головка, Ю. О. Жука, В. Ф. Заболотного, О. І. Іваницького, Д. А. Покришня, Н. Л. Сосницької та ін. Різні дидактичні та методичні аспекти використання навчальних ресурсів комп'ютерної графіки досліджували О. Г. Глазунова, С. В. Глушаков, С. М. Горобець, О. М. Джеджула, Ю. О. Дорошенко, І. О. Завадський, І. Д. Нищак, С. І. Петришин, М. Ф. Юсупова. *Попри значне зростання кількості публікацій щодо залучення засобів комп'ютерної графіки у навчання дане питання найповніше окреслене в працях, які належать до професійної освіти, зокрема вивчення інженерно-технічних дисциплін. Можливості комп'ютерної графіки, нажаль, у сучасній дидактиці та методиці навчання фізики недостатньо вивчені.*

Метою статті є розкриття потенціалу комп'ютерної графіки системи динамічної математика GeoGebra в формуванні предметної компетентності з фізики у студентів коледжів техніко-технологічного спрямування.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дидактичні можливості комп'ютерної графіки та програмних засобів, які її забезпечують, визначаються насамперед її методами. Серед методів комп'ютерної графіки, які, на наш погляд, заслуговують на увагу в компетентнісному навчанні фізики, посідають методи візуалізації, моделювання, кодування інформації, малювання, які підвищують рівень розуміння фізичного матеріалу, роблять його масовим і доступним для всіх учасників навчального процесу, урізноманітнюють форми подання навчальної інформації, забезпечують поєднання знаково-символічного й образного мислення, дозволяють активізувати навчальну діяльність студентів завдяки дотриманню принципів наочності та природовідповідності, надання студентам повноважень дослідників.

Одним із напрямків комп'ютерної графіки, якому ми приділили увагу у нашому дослідженні, є комп'ютерна анімація та моделювання.

На наш погляд, переваги комп'ютерних моделей у порівнянні з традиційними інформаційними моделями пояснюють особливу цінність застосування комп'ютерного моделювання в навчанні.

<i>Властивості моделі</i>	<i>Традиційна модель</i>	<i>Комп'ютерна модель</i>
За доступністю	обмежене коло користувачів	забезпечення мобільності доступу
За якістю і ступенем формалізації	задовільна якість моделі, ступінь формалізації	висока якість моделі, ступінь формалізації
За методами роботи з моделлю	традиційні методи роботи з моделлю	автоматизація процесів управління моделлю
За ступенем взаємодії з моделлю	переважна автономність	інтерактивність
За існуванням у реальному часі	реалістичність моделі	можливість забезпечення віртуальності
За можливістю відображення явищ, процесів	обмежена	необмежена

Втілення принципу моделювання в навчанні можливе через програмні засоби: Mathcad, Electronics Workbench, TinkerCAD, Business Studio, GeoGebra, Matlab, Maple, Derive, Mathematica, MS Excel, MS Access, MatLab Simulink тощо. Серед програм, які дозволяють отримати анімаційне відео: Adobe Flash, Blender, Pencil2D, Falco GIF Animator.

Вибір програми GeoGebra для створення комп'ютерних анімаційних моделей, які будуть використані під час навчання фізики, пояснюється її функціональними можливостями, інтегративністю, зручним графічним інтерфейсом, доступністю корегування зображуваними об'єктами, наявністю протоколу дій, можливістю налаштування мови інтерфейсу програми та ін. Програма динамічної математики GeoGebra не потребує від викладача та вчителя спеціальних знань з програмування, а також доступна зі смартфонів.

Нами перевірено, що робота з анімаційними моделями, розробленими за допомогою кросплатформенної програми GeoGebra сприяє формуванню предметної компетентності, а саме її компонентів: когнітивного, діяльнісного, науково-дослідницького, інформаційно-технологічного, мотиваційно-цілового. Формування когнітивного компоненту фізичної компетентності у навчанні студентів техніко-технологічних коледжів і технікумів починається з першого лекційного заняття.

Як показує власний досвід, якість отриманих студентами знань під час лекційних занять тільки підвищиться, якщо там, де це потрібно, вербальну комунікацію доповнити візуальною. Так до вивчення розділу "Механіка" доцільно додати комп'ютерні анімації, які поступово супроводжують розповідь викладача, розкриваючи зміст того чи іншого питання або факту. Прикладом може бути вивчення теми: "Графічне представлення механічної енергії. Закон збереження і перетворення енергії", до якої викладач може використати відповідну анімацію (мал. 1), складовими якої є:

1. Потенціальна крива, на якій за допомогою векторів у кількісному співвідношенні відображаються зміни кінетичної і потенціальної енергій. Паралельно ці зміни ілюструються за допомогою динамічної діаграми.

2. Графічний об'єкт (пружину) з демонстрацією напрямку дії і величини сили, що супроводжує деформацію пружини.

3. Користувацький маніпуляційно-графічний інтерфейс, який у будь-який момент зупиняє і відновлює анімацію.

4. Інструменти інтерактивної взаємодії (обрання довільного коефіцієнта жорсткості пружини).

5. У якості закріплення матеріалу пропонується розв'язати задачу. Для цього студент використовує нові знання та навички роботи з елементарними приладами (лінійкою).

6. Дослідницька діяльність – невід'ємна складова в навчанні фізики. GeoGebra – це той педагогічний програмний засіб, який дозволить викладачу за відсутності лабораторного обладнання самостійно здійснити моделювання досліджуемого явища або процесу і безпосередньо залучити студентів до науково-дослідницької діяльності. До того ж використання студентами технічних і технологічних спеціальностей у своїй навчальній діяльності засобів інформаційно-комунікаційних технологій сприяє становленню інформаційно-технологічної компетенції фахівця.

7. Нами для вивчення закону динаміки обертового руху була розроблена комп'ютерна анімація "Маятник Обербека" (мал. 2).

8. Ця анімація дає можливість перевірити виконання основного рівняння динаміки обертового руху, визначити момент інерції маятника Обербека.

ПОТЕНЦІАЛЬНА КРИВА. ЗАКОН ЗБЕРЕЖЕННЯ І ПЕРЕТВОРЕННЯ МЕХАНІЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Кінетична енергія
Потенціальна енергія
Повна механічна енергія

Коефіцієнт жорсткості (Н/см) 10

Розв'язати задачу

Встановіть довільну жорсткість пружини (4 Н/см - 14 Н/см).
Знайдіть її повну енергію та кінетичну енергію у момент,
коли видовження пружини становить 8мм.

Start
Stop
Reset

Мал. 1. Анімація "Потенціальна крива. Закон збереження і перетворення енергії"

МАЯТНИК ОБЕРБЕКА

Момент інерції маятника без тягарців $J_0 = 0.02 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$
Радіус шківa $R = 3 \text{ см}$
Маса тіла (від 50 до 300) $m =$ гр. 100
Час $t = 9.2$ сек
Встановіть відстань від шківa до тягарців r (дм)
 $r = 0.5$
Встановіть висоту падіння тягарця H (м)
 $H = 50 \text{ см}$

Мал. 2. Анімація "Маятник Обербека"

Анімація "Маятник Обербека" включає:

1. Інтерактивне віртуальне устаткування "Маятник Обербека".
2. Кнопки керування анімацією (Старт, Зупинка, Перезавантаження).
3. Інструменти інтерактивної взаємодії (обрання відстані від шківa до тягарців, висоти падіння, маси тіла, що підвішене до шківa).
4. Кнопки **Zoom+** та **Zoom-**, які потрібні для зручності налаштування висоти падіння тіла.
5. Автоматичне визначення часу падіння тіла.

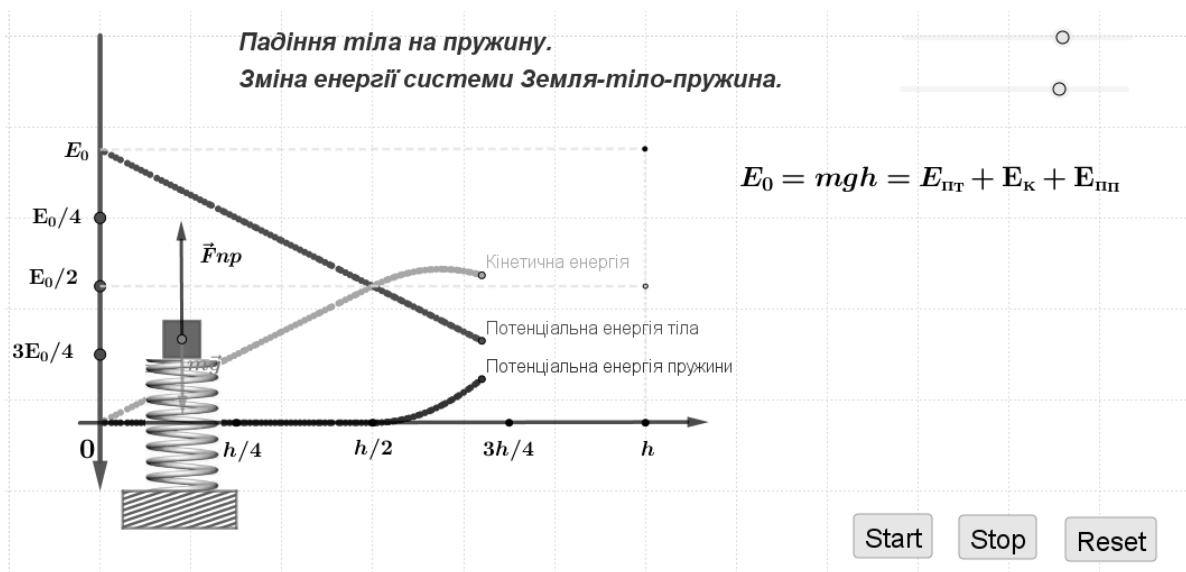
Лабораторна робота "Перевірка основного рівняння динаміки обертального руху за допомогою маятника Обербека", яка виконується студентами техніко-технологічних спеціальностей коледжів і технікумів за допомогою анімаційної моделі "Маятник Обербека" передбачає перевірку залежності $\varepsilon \propto M$ при $J = const$ та залежності $\varepsilon \propto 1/J$ при $M = const$.

Для встановлення факту $\varepsilon \propto M$ ($J = const$) ми пропонуємо за сталої відстані розташування тягарців відносно осі обертання маятника і різної висоти підйому тіла визначити час падіння спочатку тіла однієї маси, а потім іншої. За отриманими результатами знаходять кутові прискорення маятника для кожного дослідження та їхні середні значення для тіл різної маси. Користуючись формулою

$M = mR(g - \varepsilon_{\text{сеп}}R)$, визначають обертальні моменти сил (нехтуючи силами тертя), що діють на систему, перевіряють виконання закону $M = J\varepsilon$.

Встановлення залежності $\varepsilon \sim 1/J$ ($M = \text{const}$) проводимо для тіла однієї маси, змінюючи момент інерції маятника. Після визначення середнього значення кутового прискорення, знаходимо моменти інерції маятника за формулою $J = mR\left(\frac{g}{\varepsilon} - R\right)$ та робимо висновки.

Аналізуючи способи репрезентації навчальної інформації, які пропонують науковці для вивчення фізики у загальноосвітніх, професійних і вищих навчальних закладах, нами було проведене порівняння традиційних та комп'ютерних засобів навчання. Так графічну ілюстрацію зміни енергії системи Земля – тіло – пружина під час падіння тіла на пружину, яку запропонувала К. Коваленко до вивчення закону збереження механічної енергії в старшій школі [1], можна власноруч "оживити" за допомогою комп'ютерної графіки програми GeoGebra (мал. 3).



Мал. 3. Анімація "Падіння тіла на пружину.
Зміна енергії системи Земля-тіло-пружина"

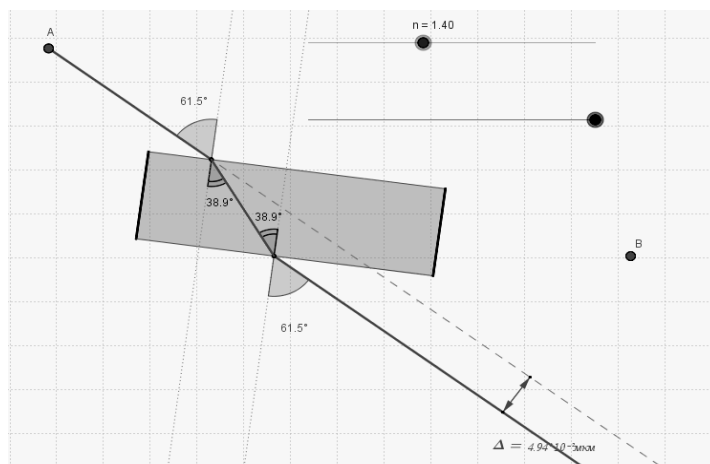
Як показав експеримент, який ми проводили у коледжах техніко-технологічного спрямування, якість засвоєння та ступінь розуміння навчального матеріалу зростає, якщо ілюстрації надати динамічності, об'єднавши в одному зображенні демонстрацію самого процесу та його графічного аналізу. Якщо через брак часу викладач не зможе підготувати до заняття комп'ютерну графічну анімацію, то має можливість звернутися до готових інтернет-ресурсів, створених за допомогою різних програм, у тому числі Geogebra.

Достатня кількість анімацій та інтерактивних моделей за розділами фізики запропонована вчителям на сайті <http://school-physics.spb.ru/>. Декілька віртуальних лабораторних робіт з фізики можна знайти за адресою <http://www.virtulab.net>. Але у більшості випадків інтернет-ресурси мають відносно обмежені дидактичні можливості.

Наприклад, інтерактивна модель закону заломлення світла (мал. 4) [3] демонструє залежність кута заломлення променів від кута падіння для випадку плоскопаралельної пластинки, що допускає застосування цієї моделі лише під час пояснювально-ілюстративного навчання. Реалізувати діяльнісний підхід ми пропонуємо за допомогою залучення студентів до розв'язування задачі на основі цієї моделі.

Задача. На плоскопаралельну тонку плівку, показник заломлення речовини якої дорівнює n , падає монохроматичне світло. Визначити довжину світлової хвилі, якщо відбите світло максимально підсилене унаслідок інтерференції.

Висновки. Таким чином, використання комп'ютерно-графічних технологій у навчанні фізики дає потужний дидактичний матеріал для формування предметної компетентності в дусі сучасного стану розвитку інформаційно-комунікаційних технологій. І для забезпечення своєї професійної діяльності електронними освітніми ресурсами викладачу не обов'язково володіти складними мовами програмування. Для цього є достатньо багато відкритих, простих для розуміння програм, які викладач може обрати на власний розсуд. GeoGebra – одна з таких програм, що здатна вирішити проблему модернізації засобів навчання фізики.



Мал. 4. Демонстрація закону заломлення світла

Використані джерела

1. Коваленко К. Використання графіків під час вивчення закону збереження механічної енергії в старшій школі / К. Коваленко, В. Нижник // Фізика та астрономія в школі. – 2011. – № 2. – С. 5–6.
2. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer Heather B. Gonzalez Specialist in Science and Technology Policy Jeffrey J. Kuenzi Specialist in Education Policy November 15, 2012. URL: <http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2010/05/STEM-Education-Primer.pdf> [дата звернення 31.05.2018]
3. Фізика в школі и дома. URL: http://school-physics.spb.ru/tiki-index.php?page=plane-parallel_plate&structure=virtual+lab [дата звернення 31.05.2018]

Yefimenko S.

THE FORMATTING SUBJECT COMPETENCE IN PHYSICS BY GEOGEBRA GRAPHIC METHODS

The article reveals the problem of the formation of the subject competence on the physics of college students of technical and technological direction with the help of graphical tools of the program of dynamic mathematics (PDM) Geogebra; Computer animation modeling of physical processes and phenomena is considered as one of the directions of computer graphics in the study of physics and the advantages of computer models are compared with traditional information models; the choice of the program of dynamic mathematics Geogebra for the creation of computer animations, which will provide the educational process in physics, is substantiated; The method of using computer animation models "Potential curve. The Law of Energy Conservation and Conversion", "Oberbeck Swing", created with the help of Geogebra, during the formation of new knowledge, the development of experimental skills and research skills, solving physical problems; describes the structure of animations, their capabilities. A comparative analysis of graphic illustration and computer graphic animation "Fall of body on a spring.

Changing the energy of the system", which shows that the quality of assimilation and the degree of comprehension of the educational material increases if the illustrations provide dynamism by combining in a single image a demonstration of the process itself and its graphical analysis; The potential of Internet resources in the creation of new didactic tools for teaching physics has been explored and existing electronic educational resources have been explored, it has been established that the didactic capabilities of computer interactive models found on the Internet are relatively limited, which requires the teacher to finalize them in order to ensure their effectiveness in activity education from physics As an example, an interactive model "Demonstration of the law of refraction of light" was considered, which we added to the physical task, which involves the involvement of the model itself in the process of its solution. Perspectives of further activity on creation of own electronic educational resources are outlined.

Key words: Geogebra Dynamic Mathematics program, computer animation, computer graphics, electronic educational resources, computer modeling, competence.

Стаття надійшла до редакції 29.05.2018