

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ КОМПЕТЕНТІСНО ОРІЄНТОВАНИХ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ УЧНЯМИ ГІМНАЗІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Юрій Мельник

канд. пед. наук, ст. науковий співробітник,
Інститут педагогіки НАПН України,
ysm0909@ukr.net

Ключові слова: компетентність, фізичні задачі, цифрові технології, учні гімназії, комп'ютерна модель.

Упровадження цифрових технологій у навчальний процес гімназії надає особливої значущості проблемі розроблення комп'ютерно орієнтованих способів розв'язування задач, що спричинено наповненням базового курсу фізики математичними методами відображення й опрацювання інформації, задачним підходом до навчання, візуалізацією моделі задачної ситуації, інтерактивною взаємодією, опрацюванням результатів обчислювальних, експериментальних та дослідницьких задач, здійсненням автоматизованого експерименту на основі цифрових технологій, використанням інформаційно-довідкової підтримки тощо.

Учитель повинен не лише мати уявлення про цифрові засоби навчання, а й володіти відповідною цифровою компетентністю, адже подібні технології активно застосовуються для передачі інформації й забезпечення взаємодії педагога й учня в сучасних системах відкритого й дистанційного навчання. На рис. 1 подано класифікацію цифрових технологій.



Рис. 1. Класифікація цифрових технологій

Інтеграція цифрових технологій у сучасний навчальний процес гімназії не можлива без певної перебудови традиційних методик розв'язування задач, що обумовлює вивчення таких питань: іманентно закладена в задачну ситуацію «віртуальна реальність» ускладнює формування адекватного уявлення щодо перебігу реального фізичного процесу; автоматизована графічна інтерпретація результатів розв'язку передбачає формування спеціальних навичок розпізнавання смислу «екранного образу»; використання програмно-апаратних засобів потребує оволодіння відповідними видами діяльності; перенесення набутих способів діяльності у нові педагогічні умови.

Основними завданнями математичної підготовки учнів під час розв'язування компетентнісно орієнтованих фізичних задач поряд із засвоєнням теоретичного матеріалу є формування вмінь: розв'язувати типові задачі на рівні основних програмних вимог; застосовувати математичний апарат (наприклад, елементи векторної алгебри для обчислення роботи та моменту сили відносно точки, визначення напрямку дії і величини сили Лоренца тощо); використовувати педагогічне програмне забезпечення GRAN, програмний засіб DERIVE, математичний пакет MAPLE тощо.

Визначимо вимоги до цифрових технологій, що використовуються під час розв'язування фізичних задач: комплексність та універсальність; доступний інтерфейс; відповідність програмного забезпечення змісту курсу фізики; простота, надійність і сумісність з периферійними пристроями тощо. Будь-яка операція із цифровими технологіями передбачає прийняття рішень щодо планування подальшої діяльності. Усвідомлення низки попередніх дій, що призвели навчальне середовище «учень–задача–цифрові технології» до існуючого стану та визначення кількості «кроків», потрібних для досягнення результату, пов'язане, з одного боку, з цілями процесу розв'язування задач, з іншого – рівнем розумового розвитку дитини.

Розглянемо компетентнісно орієнтовані задачі з фізики як окремий вид навчальних завдань, результати розв'язання яких пов'язані з предметною діяльністю. Діяльність, що здійснює учень під час розв'язування таких задач – процес учіння, а кінцева мета – формування ключових і предметної компетентностей. Характерною ознакою такої діяльності є залучення спеціальних засобів та приладів, що потребують засвоєння певної множини відповідних знань, умінь і навичок та готовності їх застосування на практиці.

Навчання розв'язувати компетентнісно орієнтовані задачі з фізики означає оволодіння учнями гімназії знаннями про різні способи їх представлення (текстовий, графічний, параметричний тощо), технологіями розв'язування, вміннями добирати експериментальні, творчі та дослідницькі задачі, визначати систему задач для контролю і корекції знань.

Вибір та організація тієї множини інформації, що необхідна для розв'язування задачі, переважно визначається особистісним досвідом, професійним рівнем, нахилами і здібностями дитини. З накопиченням досвіду розв'язування компетентнісно орієнтованих задач спрощується операція перенесення алгоритму розв'язку у нові педагогічні умови, механізм якої полягає в усвідомленні загального у структурі дій.

Сформулюємо умови уніфікації алгоритмічних приписів розв'язування задач: мисленнєві операції, що проявляються під час виконання приписів, визначаються рівнем усвідомлення умови задачі, глибиною цілепокладання; визначаючи зміст та структуру припису, враховують множину ініційованих структур діяльності; з огляду на загальну класифікацію компетентнісно орієнтованих задач, конструюються зміст і структура припису відповідно до навчального завдання.

Одним із способів розв'язування задач з використанням комп'ютера є моделювання фізичних явищ і процесів. Застосування комп'ютерних моделей дає змогу управляти «поведінкою» об'єктів на екрані монітора, змінюючи початкові умови задачі, спостерігати за перебігом досліджуваних процесів, графічно представляти функціональні залежності між фізичними величинами тощо.

У процесі розв'язування задач моделі виконують функції конкретизації, схематизації, побудови наочного образу, абстрагування, узагальнення тощо. Різні види моделей слугують з'ясуванням змісту задачі, її аналізу, розв'язуванню, дослідженню вірогідності результату. Являючи матеріалізовані опори мислення, вони (моделі) значною мірою визначають і скеровують мисленнєві операції учнів. Тому моделі є основним засобом розв'язування задач, а моделювання – основною формою діяльності під час їх розв'язання.

Моделювання є методом теоретичного і практичного опосередкованого пізнання, де дослідник замість безпосереднього об'єкта вибирає або створює подібний допоміжний – модель, досліджує її, а здобуту інформацію екстраполює на реальний предмет вивчення. Основний смисл моделювання полягає в тому, щоб за результатами дослідів з моделями можна було б здобути шукану інформацію про досліджуваний об'єкт, безпосереднє вивчення якого ускладнено.

Дидактично обґрунтована система різних типів задач, спрямованих на встановлення і поступову активацію зв'язків між фізичними поняттями, сприяє формуванню такої моделі предметної галузі у семантичному просторі суб'єкта навчання, яка найбільш точно відображає існуючі зв'язки між матеріальними об'єктами фізичної реальності і дає змогу розв'язувати

практичні задачі різного рівня складності. У такий спосіб формуються ключові й предметна компетентності з фізики, здатність розв'язувати життєво важливі завдання, аналізувати і діяти з розумінням фізичної картини світу.

Методологічний аспект розв'язування компетентісно орієнтованих задач полягає у моделюванні задачної ситуації, що потребує побудови відповідної теоретичної моделі. Теоретична модель ґрунтується на застосуванні таких наукових методів пізнання: аналіз, синтез, ідеалізація, абстрагування, порівняння, аналогія та ін. Як правило, вона містить три компоненти: фізичний, математичний та графічний (рис. 2).



Рис. 2. Теоретична модель розв'язування компетентісно орієнтованої задачі

Фізичний компонент містить закони, закономірності, принципи, поняття та величини. Математичний – представлено у формулах, відповідних геометричних відображеннях, функціональних залежностях, рівняннях та способах їх розв'язування. Графічний – це інтерпретація об'єкта і предмета задачі в рисунках, графіках, діаграмах тощо.

Комп'ютерна модель – це опис або зображення досліджуваного об'єкта відповідно до можливостей певної програми, у якій інтегруються особливості матеріального і мисленнєвого моделювання. За навчальним змістом такі моделі можна умовно поділити на статичні моделі-схеми задачної ситуації з фрагментарною анімацією, мультиплікаційні моделі імітації фізичних явищ і процесів та роботи механізмів, інтерактивні моделі-графіки, відеосюжети проблемних фізичних ситуацій, конструкторські тощо.

Під час розв'язування задач комп'ютерна модель постає як спосіб узагальнення задачної ситуації шляхом логічно впорядкованого подання навчальної інформації в специфічній формі, що дає змогу будувати динамічні наочні ілюстрації фізичних явищ і процесів, відображених в умові, візуалізувати спрощену модель певного природного явища, варіювати часовий масштаб подій, моделювати різноманітні задачні сценарії, які складно реалізувати безпосередньо. Розбудовуючи логічну структуру комп'ютерних моделей і вивчаючи можливість їх формалізації, виявляють основні чинники, що впливають на експериментальні об'єкти, досліджують реакцію фізичної системи на зміни параметрів і початкових умов.

Визначимо типи фізичних задач, у процесі розв'язування яких доцільно застосовувати метод комп'ютерного моделювання. До них належать ті, які неможливо розв'язати без використання специфічних цифрових засобів, наданих у відповідному педагогічному програмному забезпеченні (визначення площі криволінійної трапеції, довжини дуги кривої, значення визначеного інтегралу,

апроксимація функціональної залежності тощо), потребують швидкого опрацювання результатів експерименту, виконання графічних побудов складних функціональних залежностей, а також демонстраційно-аналітичного (аналіз поведінки функції на різних інтервалах її області визначення – рівняння стану реальних газів, сила міжмолекулярної взаємодії, радіоактивний розпад тощо) та демонстраційно-навчального характеру (інтерпретація складних функціональних залежностей шляхом їх графічного представлення – фігури Ліссажу, потужність й енергія коливальних процесів, інтерференційні й дифракційні явища та ін.).

Розв'язування компетентісно орієнтованих фізичних задач здійснюється в специфічних цифрових навчальних середовищах. Головним завданням такого інтерактивного середовища є вивчення основних природних явищ, оволодіння фундаментальними поняттями, законами й теоріями класичної та сучасної фізики, методами наукового дослідження, набуття прийомів розв'язування задач з використанням компонентів новостворених систем моделювання.

Процес розв'язування задач у таких середовищах передбачає побудову відповідного алгоритму: вивчити умову задачі й визначити відомі величини; з'ясувати наявність у середовищі відповідних моделей; ввести вхідні дані; якщо описати фізичні явища і процеси відомими моделями неможливо, то побудувати нові; поєднати відповідні елементи моделей-схем; кожному блоку математичної моделі поставити у взаємну відповідність множину одиниць вимірювання фізичних величини; здійснити обчислення; дослідити вірогідність отриманого результату.

Комп'ютерні інтерактивні моделі — це схеми, графіки, імітації процесів й експериментів, задачі, ігри, вхідні параметри яких задаються користувачем, а протікання процесів здійснюється на основі фізичних законів. Використовуючи їх, учень змінює відповідні параметри досліджуваних процесів, визначає їх екстремальні значення, встановлює функціональні залежності тощо, що дає змогу складати й розв'язувати обчислювальні, експериментальні та дослідницькі фізичні задачі.

Розв'язування задач, імітація фізичних процесів, явищ або ідеалізованих задачних ситуацій здійснюється в середовищі різноманітних навчальних комп'ютерних програм. Розглянемо деякі з них.

1. Interactive Physics

Однією з найпопулярніших є Interactive Physics, розроблена американською фірмою MSC Working Knowledge (російська версія – «Жива фізика»). Програма є проектним навчальним середовищем, яке є зручним і потужним інструментом вивчення фізики в школі. Користувач може створювати власні моделі фізичних явищ, здійснювати обчислення й автоматично відображати досліджувані процеси у вигляді анімацій, графіків, таблиць, діаграм тощо.

2. Crocodile Physics

Серед зарубіжних навчальних продуктів особливий інтерес викликає програма «Конструктор віртуальних експериментів. Фізика». У світі вона відома під назвою «Crocodile Physics» (<http://www.crocodileclips.com>).

Конструктор віртуальних експериментів – це програма-симулятор, застосування якої дає змогу моделювати різноманітні задачні ситуації і здійснювати віртуальні експерименти. Розв'язуючи задачі з розділів «Електрика», «Рух і сили», «Хвильові явища» та «Оптика», можна детально вивчати основні фізичні процеси. Інтерфейс програми уніфіковано із способами управління інтерактивною дошкою.

Наведемо деякі можливості програми «Crocodile Physics»: демонстрація природних явищ (біля 50 покрокових навчальних уроків і 150 прикладів-моделей); комп'ютерне моделювання фізичних процесів; можливість варіювання умови задачі; наявність потужного інструментарію, що дає змогу змінювати значення фізичних величин; автоматична побудова графіків; використання бібліотеки елементів відомих моделей з відповідними рекомендаціями; самостійне моделювання; збереження створених конструктів.

Застосування бібліотеки відомих віртуальних моделей, побудова анімованих графіків у режимі реального часу, індивідуальна й гнучка система постановки експериментів перетворює даний конструктор у потужну віртуальну фізичну лабораторію, комп'ютерне моделювання в середовищі якого дає змогу учням самостійно виявляти функціональні залежності між фізичними величинами, представляти їх у графічному вигляді з подальшим поясненням причин отриманих закономірностей. Візуалізація навчального матеріалу сприяє ефективному засвоєнню інформації, а можливість самостійної роботи – розвитку творчих й дослідницьких навичок.

Програмою передбачено можливість потематичного розв'язування задач. Досить докладно

прописана покрокова діяльність користувача з інтерактивними посиланнями на кожному етапі. Операційні дії в середовищі кожного тематичного розділу здійснюються в повноекранному режимі за допомогою кнопок управління «Пауза» і «Перезавантаження». Елементи, що використовуються в кожному з них, зберігаються в папці «Елементи» і представлені у вигляді піктограм. Після виконання інструкції стрілка покадрового переходу змінює колір. Робота з елементами певного розділу передбачає можливість їх вибору, обертання, зміни розташування, розмірів, маси та інших фізичних параметрів. Підвівши курсор до вибраного елемента, викликаємо випадające меню – «Панель інструментів».

3. GeoGebra

Програма GeoGebra – це безкоштовна, інтерактивна геометрична система, у якій можна моделювати різноманітні конструкції з точок, векторів, відрізків, прямих, багатокутників і конічних перетинів, досліджувати функції і їх динамічні зміни, обчислювати похідні й інтеграли, дисперсію, коефіцієнт кореляції, здійснювати апроксимацію безлічі точок кривої заданого виду тощо. Рівняння, координати та функції можуть бути введені безпосередньо користувачем.

Користувацький інтерфейс програми GeoGebra гнучкий і адаптований до роботи учнів загальноосвітньої школи. Використовуючи інструменти робочої панелі, можна створювати різноманітні геометричні побудови. Відповідні координати й рівняння відображаються в алгебраїчній інтерпретації.

4. SmathStudio

Значна кількість задач з кінематики, динаміки, геометричної оптики та інших розділів курсу фізики ефективно розв'язується в математичних програмних середовищах. З метою здійснення обчислень можна скористатися програмою SmathStudio — безкоштовним математичним пакетом з графічним інтерфейсом для побудови дво- і тривимірних графіків і створення різноманітних анімацій. Вона має простий і доступний інтерфейс, подібний до інтерфейсу MathCAD, зрозумілий редактор математичних формул, що підтримує роботу з матрицями, векторами, комплексними числами й дробами. За допомогою програми розв'язують системи рівнянь, знаходять похідні, інтеграли, логарифми та ін.

5. Java-аплети

На зарубіжних сайтах можна знайти багато самостійних програм (Java-аплетів), у середовищі яких здійснюється розв'язування фізичних задач. Наприклад, за адресою <http://phet.colorado.edu> університету в Колорадо міститься значна колекція таких програм, перекладених на українську мову.

Аплети – окремі програми, написані, як правило, мовою Java і призначені для розв'язування конкретного типу задач. Наприклад, для моделювання явища фотоефекта, руху маятників, побудови електричних схем постійного та змінного струму тощо.

Розв'язування компетентісно орієнтованих задач з використанням цифрових технологій дає змогу значно розширити зміст базового курсу фізики, суттєво підвищити результативність навчальної діяльності, надати їй творчого характеру, посилити практичну значущість навчання, стимулювати розвиток образно-естетичного й абстрактно-логічного мислення шляхом використання комп'ютерної графіки з метою візуалізації природних об'єктів, зміцнити міжпредметні зв'язки завдяки впровадженню математичних методів відображення та опрацювання інформації про об'єкти різних предметних галузей тощо. У процесі розв'язування фізичних задач в інтерактивних цифрових середовищах в учнів формується фундаментальні знання про явища природи, закони і закономірності протікання фізичних процесів, практичні навички, уміння користуватися вимірювальними приладами та здійснювати самостійні дослідження, вони оволодівають специфічним інструментарієм, що стає потужним засобом формування компетентностей.