

УДК 37.02:372.853+53.08

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ФІЗИЧНОМУ ЕКСПЕРИМЕНТІ

Лавошнік Вікторія

Науковий керівник: док. пед.наук, доцент Сальник І.В.

Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені

Володимира Винниченка, м. Кропивницький, Україна

В статті обґрунтовано, що ефективним напрямом удосконалення процесу навчання фізики є запровадження комп'ютерного моделювання. Використання комп'ютерних моделей дозволяє розширити можливості реального навчального експерименту, унаочнити навчальний процес, вивчати внутрішні властивості явищ та процесів. Проілюстровані особливості віртуальних моделей, які можуть бути використані для розвитку пізнавальних здібностей учнів, їх критичного мислення та творчості. Визначено, що такі засоби, є невід'ємною складовою цифрових навчальних комплектів.

Ключові слова: віртуальність, комп'ютерне моделювання, імітаційні моделі, навчальний фізичний експеримент, цифрові навчальні комплекти.

USING OF COMPUTER SIMULATION IN LEARNING PHYSICS EXPERIMENT

V.Lavoshnik

Scientific supervisor: doctor of pedagogical sciences, docent Salyk I.V.

Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University, Kropyvnytsky,

Ukraine

The article proved that the effective direction of improving of the process of learning physics is the introduction of computer simulation. Using of computer models allows you to expand the opportunities of a real learning experiment, to visualize the learning process, to study the internal properties of phenomena and processes. Features of virtual models that can be used to develop cognitive abilities of students, their critical thinking and creativity have been illustrated. Such tools are an integral part of digital educational kits.

Key words: virtuality, computer simulation, simulation models, learning physics experiment, digital educational kits.

Постановка проблеми. У зв'язку з розвитком комп'ютерної техніки і програмного забезпечення до кінця ХХ ст. сформувалася нова віртуальна реальність, вплив якої на процеси, що відбуваються в суспільстві, зростає.

Треба зазначити, що така ситуація стосується практично усіх галузей суспільного життя, в тому числі освіти.

Для навчальних цілей віртуальні технології почали застосовуватися ще в 60-х роках минулого століття, коли за допомогою спеціальних тренажерів пілоти опановували способи керування літаком. З 80-х років у США почали створюватися принципово нові системи діалогового керування образами, що створювалися машинами, насамперед для рішення задач підготовки військового персоналу. Сьогодні мова йде про створення віртуальної педагогіки і психології, що визначають специфіку освітньої діяльності учнів і вчителів за допомогою мультимедійних, телекомунікаційних та інших електронних засобів навчання і технологій.

Технічною основою віртуальної реальності слугують технології комп'ютерного моделювання і комп'ютерної імітації, які в поєднанні з прискореною тривимірною візуалізацією дозволяють реалістично відобразити на екрані природні явища і процеси в динаміці.

Сучасна фізика досягла великих успіхів у тих напрямках досліджень, де можливо чітко спостерігати явища і вимірювати їх параметри. Проте сучасна фізична методологія опинилася практично безсилою при вивченні тих явищ, де неможливо все розгледіти в мікроскоп або телескоп, і потрібні якісь інші способи організації мислення і пошуку інформації. Йдеться, наприклад, про ядерну фізику і фізику елементарних частинок, про вивчення колективних явищ в складних системах великого числа частинок, нерівноважних процесах, а також про структуру невидимих фізичних полів і будову Всесвіту.

У цих розділах не можна зрозуміти сутність фізичних процесів навіть на описовому рівні, продовжуючи користуватися старими методами збільшення точності експериментів або модернізації математичного апарату: перше неминуче приводить до неадекватного подорожчання устаткування, а друге – до безглузлого нарощування складності розрахунків. Більше того, жоден з цих напрямів не дозволяє помітно просунути в іншому вимірюванні розвитку фізики: не «в ширину» до опису нових явищ, а «вглиб», – до розкриття

внутрішніх механізмів, що стоять за видимою поведінкою об'єктів. Пошук саме в цьому напрямі робить фізику найактуальнішою і найцікавішою наукою, що дозволяє навчитися відрізнити ілюзію від реальності, а також знайти відповіді на питання про будову Всесвіту. Дослідження в цьому напрямі неможливі без використання нових комп'ютерних технологій і різних систем візуалізації віртуальної реальності.

Метою статті є розгляд проблем використання комп'ютерного моделювання в процесі навчання фізики.

Аналіз досліджень і публікацій. Педагогіка як наука, що реагує на зміни та новації, що відбуваються в усіх компонентах соціальних систем, не могла залишити поза увагою поняття «віртуального» та його зв'язок з освітніми процесами.

В педагогіці розглядаються різні аспекти віртуальності, перш за все пов'язані з процесами комп'ютеризації навчання та створення віртуально орієнтованого навчального середовища: проблеми проектування автоматизованих навчальних систем і спеціальних навчальних предметних середовищ, заснованих на технологіях віртуальної реальності (І.В. Роберт, Т.О. Сергєєва та ін.); питання створення умов для формування інформаційної культури й креативності особистості в процесі організації навчання в інформаційно-освітніх середовищах (Л.І. Долинер, І.Г. Захарова, К.Г. Кречетникова, Е.С. Полат); організація та управління навчальною діяльністю в комп'ютерно орієнтованому середовищі (П.С. Атаманчук, В.Ю. Биков, М.І. Жалдак, І.В.Сальник)]; інтегративні підходи до створення засобів нових інформаційних технологій (С.П. Величко, В.В. Гриншкун, В.П. Мозолін та ін.); організація навчальної діяльності у комп'ютерно орієнтованому навчальному середовищі та проектування інформаційно-освітнього середовища (Ю.О. Жук, В.Ф. Заболотний, О.І. Іваницький, О.П. Пінчук, О.М. Соколюк) та інші.

Комп'ютерне імітаційне моделювання можна виділити як перспективний напрям розвитку комп'ютерного навчання фізики та предметів природничо-

математичного циклу, яке є ефективним для створення програмних засобів і комп'ютерних технологій нового покоління.

Поняття «імітаційне моделювання» достатньо розроблене в теорії моделювання. Суть комп'ютерного моделювання полягає в наступному: на основі математичної моделі за допомогою ЕОМ проводиться серія обчислювальних експериментів, тобто досліджуються властивості об'єктів або процесів, знаходяться їхні оптимальні параметри та режими роботи, уточнюється модель. Наприклад, маючи в своєму розпорядженні рівняння, що описує перебіг того чи іншого процесу, можна, змінюючи його коефіцієнти, початкові та граничні умови, досліджувати, як при цьому буде вести себе об'єкт.

Реальні процеси і системи можна досліджувати за допомогою двох типів математичних моделей: аналітичних та імітаційних. Імітаційні моделі — це обчислювальні експерименти, що проводяться на ЕОМ з математичними моделями, що імітують поведінку реальних об'єктів, процесів або систем. В аналітичних моделях поведінка реальних процесів і систем задається у вигляді явних функціональних залежностей (рівнянь лінійних або нелінійних, диференціальних або інтегральних, систем цих рівнянь). Однак отримати ці залежності вдається тільки для порівняно простих процесів. Коли явища складні і різноманітні, дослідник вимушений йти на спрощення уявлень про них. У результаті аналітична модель стає занадто грубим наближенням до реальності. Якщо, все ж таки, для таких процесів та систем вдається отримати аналітичні моделі, то найчастіше вони є такими, що досить складно розв'язують поставлене завдання. Тому дослідник змушений використовувати імітаційне моделювання.

Імітаційне моделювання являє собою чисельний метод проведення на ЕОМ обчислювальних експериментів з математичними моделями, що імітують поведінку реальних об'єктів, процесів і систем у часі протягом заданого періоду. При цьому функціонування реальних процесів та систем розбивається на елементарні явища, підсистеми та модулі. Функціонування цих

елементарних явищ, підсистем і модулів описується набором алгоритмів, які імітують елементарні явища зі збереженням їх логічної структури і послідовності протікання в часі. Тобто, імітаційне моделювання – це сукупність методів алгоритмізації функціонування об'єктів досліджень, програмної реалізації алгоритмічних описів, організації, планування та виконання на комп'ютері обчислювальних експериментів з математичними моделями, що імітують функціонування реальних процесів протягом заданого періоду [1].

Фактично усі галузі науки і техніки моделюють реальні процеси і системи. Щоб відрізнити математичні моделі одна від одної, дослідники почали давати їм додаткові назви. Термін «імітаційне моделювання» означає, що використовуються такі математичні моделі, за допомогою яких не можна заздалегідь обчислити або передбачити поведінку системи, а для передбачення поведінки системи необхідний обчислювальний експеримент (імітація) на математичній моделі за наперед заданих вихідних даних.

Перспективність імітаційного моделювання визначається використанням системного підходу і спрямованістю на створення різних модельних систем, що заміщають реальні об'єкти і процеси. Завдяки широкому діапазону застосування в різних сферах природничо-наукового пізнання імітаційне моделювання стає одним з могутніх інструментів аналізу функціонування складних процесів і систем.

У той же час, слід чітко розуміти, що виконуваний за допомогою комп'ютера експеримент, на відміну від реального, замість фізичної моделі використовує теоретичну модель, реалізовану у вигляді програми, а маніпуляції з фізичною моделлю замінюються систематичними розрахунками на комп'ютері і шукані характеристики моделі обчислюються за її заданими параметрами. Однак, такий обчислювальний (теоретичний) експеримент часто ототожнюють з реальним фізичним експериментом.

Відомий фахівець з комп'ютерного моделювання, академік О.А.Самарський зазначав, що схожість заключних етапів обчислювального експерименту з реальним експериментом є надзвичайно сильною. На

комп'ютері проводяться обчислення, які далі аналізуються з метою постановки нових експериментів. Насправді ж зв'язок з реальним експериментом значно глибший. Вивчаючи на комп'ютері поведінку моделі, дослідник немов би випробовує саму природу (конструкцію, процес), ставлячи перед нею питання і отримуючи повні й достовірні відповіді [3].

Специфіка програмно-педагогічних засобів з фізики пов'язана із специфікою предмету. Предмет, в арсеналі якого великий комплекс символіко-графічних модельних засобів, активно використовуються фізичний експеримент та методи модельного вивчення макро- і мікрооб'єктів, обумовлює сприятливі можливості для впровадження комп'ютерного навчання, для комплексного поєднання комп'ютерного навчання з іншими його видами і формами, для поліфункціонального використання комп'ютерних програм, створених на основі методу імітаційного моделювання.

Серед нових інформаційних технологій навчання технологія комп'ютерного імітаційного моделювання є перспективною і провідною. Її використання в процесі навчання фізики має ґрунтуватися як на загальнодидактичних принципах, так і на специфічних для комп'ютерного навчання закономірностях. До останніх ми відносимо такі:

1. Принцип цільової установки (припускає чітке формулювання мети і визначення меж, в яких здійснюється процес моделювання та післяопераційні дії його виконання).

2. Принцип достовірності інформації (інформація повинна відповідати поставленим цілям і принципам науковості і доступності, повинна бути мінімальною, але в достатньому обсязі для досягнення запланованих результатів).

3. Принцип алгоритмізації (імітаційне моделювання здійснюється відповідно до певного алгоритму, в якому чітко відбита послідовність виконання дій).

4. Принцип адекватності (передбачає відображення розробленою моделлю реальної події, процесу або об'єкту, що вивчаються).

5. Принцип особистої участі (від особистої участі учня залежить результат застосування операцій і прийомів на кожному етапі моделювання або виконання операцій, починаючи від їх кількості і закінчуючи їх черговістю).

6. Принцип поопераційного дослідження (припускає включення різного роду операцій, їх достатність і чітку логічну послідовність для оптимального досягнення поставленої мети).

7. Принцип візуалізації (відображає наочне представлення реальних об'єктів, абстрактних і теоретичних понять у вигляді моделей, що їх замінюють).

Комп'ютерні моделі дозволяють задіяти імітаційну форму навчання через проведення віртуального експерименту, який виступає в якості тренажера для проведення реального експерименту: попередньо готує до його виконання і показує певні результати, що дозволяють в подальшому аналізувати результати реального експерименту. З іншого боку, віртуальний експеримент володіє такими можливостями, які виключає реальний, наприклад, моделювання аварійних режимів роботи обладнання і, таким чином, забезпечення виконання правил техніки безпеки під час виконання реального експерименту, сповільнення чи прискорення перебігу явищ чи процесів, неодноразове повторення дослідів, що сприяє їх глибшому вивченню та аналізу.

Комп'ютерні моделі дозволяють отримати наочні рухомі ілюстрації фізичних дослідів та явищ, відтворити їх найменші деталі, які не завжди помітні під час спостереження реальних дослідів. Деякі моделі дозволяють виводити на екран графіки залежностей величин, що досліджуються, від параметрів, що змінюються в експерименті (часу, температури, видовження, освітленості і т.д.). Такі графіки, що виводяться на екран одночасно із відображенням самого експерименту, надають йому особливу наочність і роблять легким сприйняття та розуміння загальних закономірностей процесів, що вивчаються.

Під час використання моделей комп'ютер надає унікальну можливість, яка відсутня у реального експерименту, можливість візуалізації не реального

явища природи, а його спрощеної теоретичної моделі з поетапним включенням у процес вивчення додаткових факторів, що поступово наближають цю модель до реального явища (наприклад, від моделі вільних коливань в системах без тертя перейти до систем з тертям, спостерігати затухаючі коливання (як реальні), і далі перейти до розгляду вимушених коливань).

Надзвичайно зручно та ефективно використовувати комп'ютерні моделі у вигляді демонстрацій в процесі пояснення нового матеріалу. Наприклад, простіше й наочніше показати як електрон, у відповідності до моделі Бора, переходить з орбіти на орбіту (з одного енергетичного рівня на інший), що супроводжується поглинанням або випромінюванням кванту, використовуючи комп'ютерну модель (рис. 1.), ніж пояснювати це за допомогою дошки та крейди.

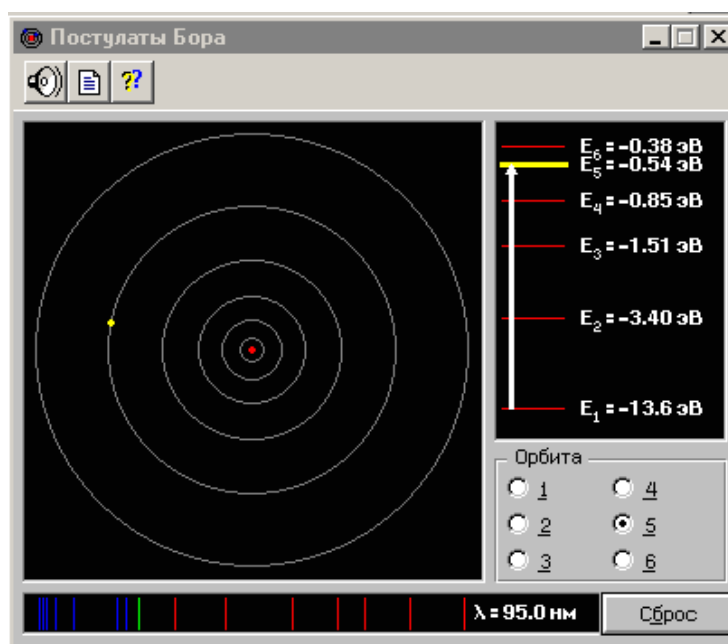


Рис. 1. Комп'ютерна модель «Постулаты Бора», запропонована комп'ютерним курсом «Открытая физика 1.0»

Коли ж врахувати, що така модель дозволяє одночасно побачити відповідну спектральну лінію, то стає зрозумілим, що дану демонстрацію не можна забезпечити іншими засобами, аніж комп'ютерною моделлю.

В процесі вивчення учнями закономірностей сприйняття кольору людиною, наочніше продемонструвати модель (рис.2), аніж розповідати учням

про базові кольори та їх властивості. Звичайно, можна спробувати здійснити такий експеримент реально, але для цього потрібно використати джерела відповідних кольорів з конкретною довжиною хвилі, що є проблематично в умовах школи.

Недостатня забезпеченість фізичних лабораторій загальноосвітніх навчальних закладів обладнанням для проведення лабораторних робіт, є ще одним фактором, який впливає на поширення засобів комп'ютерного моделювання. У цьому випадку робота учнів з комп'ютерними моделями надзвичайно корисна, оскільки дозволяє побачити на екрані живу, динамічну картину фізичного досліду чи явища.

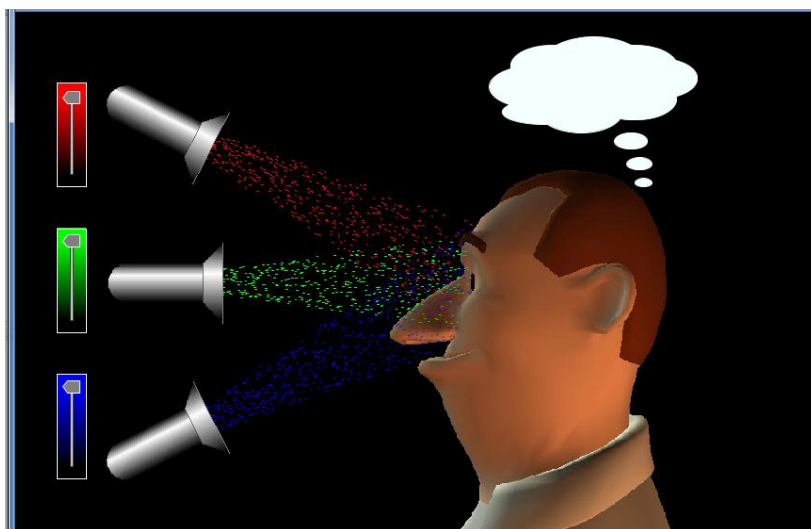


Рис. 2. Змішування кольорів (розроблено Phet).

Висновки та перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження. Виходячи з нашого аналізу, комп'ютерне моделювання у системі навчального експерименту може бути запроваджене в трьох напрямках:

- 1) як самостійна форма експерименту;
- 2) як доповнення до реального експерименту, коли частина дослідження проводиться віртуально (наприклад, обробка результатів, графічна інтерпретація), або, у випадку, коли деякі роботи проводяться віртуально, а деякі – реально;
- 3) як невід'ємна частина експериментального дослідження інтегрована із реальним (комплекти обладнання у поєднанні з ІКТ).

Перший підхід є доцільним у тому випадку, коли проведення експерименту обмежено можливостями існуючого лабораторного обладнання. Другий підхід дозволяє значно розширити тематику експериментальних досліджень, але, зрозуміло, що для отримання результатів експерименту та їх аналізу найбільш достовірні дані будуть отримані за умови комплексного проведення дослідження.

Отже, лише обґрунтований взаємозв'язок віртуального та реального фізичного експерименту, дасть можливість учню вивчати навколишній світ, його закони та закономірності розвитку на більш високому рівні, одночасно стимулюючи самостійну пізнавальну діяльність школярів, їх критичне мислення та творчість. Для успішної реалізації названих аспектів необхідне подальше упровадження засобів ІКТ та створення на їх основі сучасних цифрових навчальних комплектів, що і є напрямком наших подальших досліджень.

Список використаної літератури

1. Основи нових інформаційних технологій навчання: посіб. для вчителів /[Ю. І. Машбиць, О. О. Гокунь, М. І. Жалдак, Н. В. Морзе та ін.] – К., 1997. – 260 с.
2. Сальник І.В. Віртуальне та реальне у навчальному фізичному експерименті старшої школи: теоретичні основи [монографія]/ І.В.Сальник -Кіровоград: ФО-П Александрова М.В., 2015 – 324 с.
3. Самарский А. А. Компьютеры и жизнь. (математическое моделирование). /А. А. Самарский, А.П.Михайлов. – М.: Просвещение, 1987. – 128 с.