**Деякі перспективи реалізації модельних експериментів на комп’ютері**

**та створення віртуальних лабораторних практикумів із фізики**

Надзвичайно важливою частиною будь-якого курсу фізики є лабораторний практикум. Лабораторні роботи дають можливість перевірити на практиці правильність теоретичних уявлень про фізичні явища, що вивчаються в лекційному курсі. Крім того, на лабораторних роботах відпрацьовуються уміння й навички, необхідні для постановки експерименту.

Однак існує велика кількість процесів, механізми роботи яких відомі, але безпосереднє їх спостереження неможливе в реальному часі і в масштабі один до одного. Зокрема, більшість процесів ядерної фізики, квантової механіки, фізики напівпровідників відбуваються на мікроскопічному атомарному або молекулярному рівні. Тривають вони надзвичайно короткий час. З іншого боку, явища, що вивчаються астрономією, відбуваються на макрорівні. Їх тривалість може сягати мільярди років. Усе це сильно звужує демонстраційну і експериментальну базу курсів фізики. Необхідно відмітити також, що існує широке коло фізичних експериментів, постановка яких вимагає великих матеріальних і фінансових витрат.

Розширити демонстраційну і експериментальну базу можуть модельні експерименти на комп’ютері. Ресурси сучасних комп’ютерних систем у цілому достатні для проведення якісного модельного експерименту з екранною візуалізацією процесів.

Сучасне програмне забезпечення для ілюстрації фізичних процесів представлене демонстраційними і моделюючими програмами.

Демонстраційні програми суттєво відрізняються від моделюючих. Окремі логічно закінчені фрагменти навчального матеріалу в демонстраційних програмах, як правило, складаються з мультимедійних кліпів, з’єднаних між собою через спільне меню. Негативні й позитивні якості таких програм пов’язані саме з цією специфікою. Виклад теми не може бути змінено за обсягом чи порядком, однак його можна призупинити, повертати назад, прокручувати повторно.

Візуальна складова цих мультимедійних навчальних систем дозволяє побачити розвиток процесу, але втручатися в його проходження немає можливості.

Ауді-складова навчальної системи відповідає за пояснення подій, які демонструються візуальною складовою.

Ядром моделюючої програми є модель процесу – сукупність формул, співвідношень, алгоритмів, правил, які регламентують взаємодію між об’єктами моделювання. Процесом можна керувати за допомогою вхідних і поточних параметрів.

Основним недоліком більшості існуючих модельних програм є те, що в кожному окремому випадку модель охоплює невелику частину навчального матеріалу з теми. Кожна програма, як правило, моделює тільки один конкретний процес.

У поданій роботі зроблено спробу подолати цей недолік.

***Метою цієї роботи*** є аналіз перспектив створення лабораторних практикумів з фізики на комп’ютері, призначених для проведення широкого кола віртуальних, фізичних, модельних експериментів з екранною імітацією процесів.

В межах модельних програм пропонується створити окремі візуальні компоненти, що виконують роль віртуальних фізичних об’єктів і можуть динамічно взаємодіяти під час роботи моделі. Саме з цих компонентів буде формуватись експериментальна база. Широке коло віртуальних фізичних експериментів повинно легко формуватися з палітри окремих компонентів.

Використання візуальних компонентів, які програмно імітують реальні фізичні об’єкти, при побудові моделі приведе до більш раціонального розподілу часу, що витрачається на створення моделі. Відповідно, більше часу залишиться на програмну реалізацію механізмів роботи моделі.

Побудову віртуального практикуму на комп’ютері можна розбити на такі проміжні етапи:

* створення системи завдань для практикуму;
* розробка віртуальних фізичних об’єктів;
* розробка віртуальних вимірювальних пристроїв.

***Створення системи завдань для практикуму***. При створенні системи завдань для практикуму треба передбачити їх сполучення таким чином, щоб вони розмістилися в порядку ускладнення. Необхідно підібрати завдання так, щоб кожне наступне було прямим ускладненням попереднього і виконання наступного завдання відбувалося на основі виконаного попереднього. Це збігається з систематизацією завдань у фізиці, адже велика кількість фізичних процесів розглядається в порядку першого, другого і так далі наближення [1; 2; 3].

Передбачається, що система завдань для практикуму буде не лінійною низкою завдань, а двомірною деревоподібною структурою, коли одне просте завдання може стати родоначальником кількох більш складних.

Системи завдань для різних практикумів можуть частково доповнювати один одний.

Враховуючи вищесказане, наведемо приклад поступової деталізації завдань для моделювання в механіці і їх зв’язок з іншими розділами фізики. Початковий фрагмент системи завдань з механіки може включати:

* рівномірний прямолінійний рух тіла по екрану вздовж його краю;
* рівномірний прямолінійний рух тіла в будь-якому заданому напрямі з будь-якою заданою швидкістю;
* рух тіла до і після зіткнення з перешкодою;
* рівноприскорений (рівносповільнений) рух тіла;
* коливання пружинного маятника;
* рух тіла, кинутого під кутом до горизонту;
* рух математичного маятника.

У молекулярній фізиці завдання про рух тіла до і після зіткнення з перешкодою може мати кілька продовжень. Зокрема, якщо помістити рухому точку (молекулу) в прямокутник, що імітує герметичну посудину, і врахувати можливість її пружного відбиття від перешкоди, то можна буде моделювати процес руху однієї молекули ідеального газу. Якщо збільшити кількість молекул, надати кожній з них випадковий напрям руху, врахувати розподіл їх за швидкостями, то можна отримати модель ідеального газу.

Завдання про рух тіла до і після зіткнення з перешкодою може мати продовження і в оптиці, це – відбивання, заломлення світла на межі двох середовищ. Доповнення ще однієї межі розділу дає можливість розглядати проходження світла через плоскопаралельну пластинку, призму. Зміна геометрії межі дозволить імітувати проходження світла через різноманітні лінзи.

***Розробка віртуальних фізичних об’єктів.*** При програмній реалізації компонентів, які виконують роль віртуальних фізичних об’єктів, необхідно враховувати наступне.

Палітра компонентів фізичного практикуму повинна бути повна, тобто кількість компонентів достатня для реалізації широкого кола стандартних фізичних демонстраційних навчальних експериментів.

Кожен конкретний компонент повинен мати ***таблицю властивостей***, що коректно описує його фізичний стан, розмір і розташування.

Компоненти повинні мати можливість динамічно змінювати свої властивості під час модельного експерименту.

Таблиці властивостей кожного компоненту повинні бути продумані з точки зору зручності використання при настроюванні віртуального модельного експерименту і його проведення. Саме сукупність цих таблиць задає ***вхідні і поточні параметри модельного експерименту***.

Доступ до даних у таблиці властивостей повинен бути реалізований так, щоб у ній була можливість змін, як редагуванням за допомогою клавіатури, так і за допомогою миші. Наприклад, зміна мишею розмірів віртуального фізичного об’єкта на екрані, повинна привести до зміни його розміру в таблиці властивостей.

Паралельно з таблицею властивостей компонента повинна існувати таблиця ***подій.*** У цій таблиці зарезервовані можливості взаємодії окремих віртуальних фізичних об’єктів між собою і втручання в хід модельного експерименту за допомогою миші або клавіатури.

Необхідно також розробити ***методи*** впливу об’єктів один на одного. Саме останні два пункти резервують можливість динамічної взаємодії окремих об’єктів.

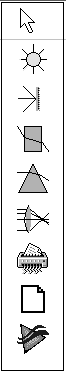
Наприклад, якщо об’єкт “промінь”, що розповсюджується в об’єкті “оптично-однорідне середовище” перетинається з об’єктом “плоско-паралельна пластинка”, то відбувається ***подія*** попадання променя на пластину. Внаслідок цього відбувається відбиття від кожної границі пластини і заломлення. Відбиття і заломлення – це ***методи*** зміни напрямку руху променя. Вигляд об’єкта “промінь”, тобто кути заломлення і відбивання, залежать від властивостей інших об’єктів, зокрема їхнього взаємного розташування. На просторове розташування променя впливають також показники заломлення середовища, пластини, частота світла і кут падіння променя.

Слід відмітити, що деякі віртуальні фізичні об’єкти (компоненти моделі), можуть застосовуватись у різних розділах фізики. Так, наприклад, кулька, що рухається по екрану, потрапляє на перешкоду, і після зіткнення відбивається від неї, може імітувати:

* з одного боку, відбиття механічної кулі від перешкоди;
* з другого боку, відбиття молекули ідеального газу від стінки посудини;
* з третього боку, відбиття корпускули від дзеркала.

Алгоритм, який описує рух цих об’єктів та їх взаємодію з відповідними фізичними середовищами, однаковий. При моделюванні ми повною мірою абстрагуємося від фізичної суті об’єктів та середовищ, де відбувається взаємодія.

Для апробації ідеї швидкої постановки модельних експериментів з екранною імітацією в реальному часі був створений віртуальний практикум з “Геометричної оптики”.



Стрілка-маніпулятор

Джерело світла

Дзеркало

Плоско паралельна пластина

Призма

Лінза

Знищувати компонент моделювання

Очистити вікно

Виконувати експеримент автоматично

Панель

компон.

Візуальні компоненти

і команди

*Таблиця 1*. **Компоненти і команди**

Специфіку використання програм такого типу розглянемо на прикладі реалізації ідеї віртуального фізичного експерименту – про-ходження світлового променя через дві тонкі лінзи.

Порядок роботи з практикумом такий.

Стрілкою-маніпулятором вибираємо пот-рібні компоненти оптичної схеми на панелі компонентів (таблиця 1) і перетаскуємо їх у поле, де відбувається моделювання. Масшта-буємо компоненти.

Стрілкою-маніпулятором вказуємо нап-рям розповсюдження світла. Для цього тягне-мо лінію, що виконує роль променя світла, від джерела через оптичний елемент (через першу лінзу, рис. 1 А).

Далі програма сама будує відхилення пучка світла на першій і другій лінзі. Відхилення світла – це результат його взаємодії з лінзами.

Напрям розповсюдження світла може бути довільний. Якщо віртуальний промінь проходить через віртуальний оптичний елемент, то він змінює свій напрям (рис. 1 Б.)

Треба ще раз відмітити, що, крім панелі компонентів і робочого поля, існує необ-хідність у таблиці властивостей компо-нента. Властивості компонентів, наприк-лад, для призми, включають: розмір, коор-динати на екрані, показник заломлення для тієї частоти світла, з якою ми проводимо модельні експерименти. У цій таблиці знаходяться параметри компонента (вір-туального оптичного елемента), які в числовій формі показують його влас-тивості. Параметри компонента можуть бути внесені в таблицю як при візуальній роботі мишею (наприклад, при розта-шуванні, або масштабуванні), так і безпо-середньо, набором або редагуванням у таблиці. Таблиця включає також і пара-метри, що не можуть бути настроєні мишею. Прикладом, такого параметра є, зокрема, показник заломлення.

**Рис 1.** *Проходження променів світла через віртуальну оптичну систему*

А)

Б)

На рис. 2 показано заломлення призмою монохроматичних променів двох різних частот.

**Рис 2.** *Проходження променів світла через віртуальну оптичну призму*

Основна приваблива риса цього практикуму в тому, що він дозволяє за лічені хвилини провести широке коло віртуальних фізичних експериментів.

Проте, донедавна дуже багато часу витра-чалося на проектування інтерфейсу програми, на створення самих компонентів моделі, на реаліза-цію динаміки руху при візуалізації проектованого процесу.

За цими другорядними деталями інколи втрачається суть моделювання.

Використання програмних продуктів, предс-тавленого вище типу, дозволить зменшити до мінімуму роботи, не пов’язані безпосередньо з моделлю, і збільшити час, відведений на формування самого механізму роботи моделі. Така програма дозволить подивитися на фізичний процес “зсередини” і тому глибше його зрозуміти.

У розглянутому вище практикумі з геометричної оптики не було необхідності у віртуальних вимірювальних пристроях. Тому огляд можливості їх створення розглянутий окремо.

***Розробка віртуальних вимірювальних пристроїв*** для кожного розділу фізики має свою специфіку.

Для апробації вимірів у межах модельного експерименту була створена модельна програма, що імітує рух молекул в ідеальному газі. У прямокутнику, що зображає герметично закриту посудину, рухаються кружечки, що вказують на місця розташування молекул. Молекули рухаються хаотично, пружно відбиваються від стінок. Вважається, що вони настільки малі, що вірогідність їх стикання безкінечно мала, тому вони не стикаються, а пролітають одна повз одну. Врахований розподіл молекул за швидкостями.

Підрахунок кількості зіткнень кульок (молекул) зі стінками за рівні проміжки часу (вимір тиску), можливість зміни швидкості руху кульок (зміна температури) та величини досліджуваного об’єму (рух стінок посудини), при збереженні кількості молекул всередині посудини, дозволяє побудувати графіки ізотермічного, ізобарного, ізохорного процесу в ідеальному газі.

При побудові ізотерми через рівні проміжки часу змінювали розмір посудини, підраховували кількість зіткнень із стінкою. Все це відбувалося без зміни температури (швидкості молекул). Будували залежність кількості зіткнень від об’єму.

При побудові ізохори через рівні проміжки часу змінювали швидкість молекул і підраховували кількість зіткнень із стінкою. Усе це відбувалося без зміни розміру посудини (об’єму). Будували залежність кількості зіткнень від швидкості молекул.

При побудові ізобари через рівні проміжки часу змінювали швидкість молекул і підбирали об’єм посудини таким чином, щоб кількість зіткнень із стінкою була постійною (тиск постійний). Будували залежність об’єму від середньої швидкості молекул.

Порівняння графіків, побудованих за результатами модельного експерименту, якісно співпали з графіками, побудованими за відомими емпіричними співвідношеннями (рис. 3).

На рис. 3 зліва від графіка розташований прямокутник, який візуалізує в реальному часі кількість ударів кульок об стінки. Координата кожної точки по осі ординат визначається положенням верхньої границі прямокутника на момент зупинки накопичення. Друга координата, по осі абсцис, визначається об’ємом посудини, яка знаходиться під графіком функції.

Важливим моментом є те, що в цій реалізації моделі існують кількісні виміри в реальному часі. У більшості випадків модельні навчаючі програми дають можливість тільки якісного спостереження.

**Рис 3***. Модельний експеримент. Побудова моделюючою програмою четвертої (А) і десятої (Б) точки ізотерми, відповідно*

p

v

v

Б)

А)

Врахування взаємодії молекул, а також зменшення їх кількості в газі (при конденсації) дозволить моделювати процеси в реальних газах. Такі моделі були реалізовані.

***Перспективи розвитку.*** Цілком зрозуміло, що якісна модель складного фізичного процесу не може бути побудована тільки на основі взаємодії віртуальних фізичних об’єктів. Без програмного опису взаємодії окремих компонентів моделі можна обійтися тільки у найпростіших випадках. Однак створення транслятора мови програмування саме по собі досить складне завдання. Тому пропонується створювати лабораторні практикуми як додаток (application) до розвинутої мови програмування, наприклад, Delphi. Такий підхід дозволить накопичувати віртуальні фізичні об’єкти і створити бібліотеку алгоритмів взаємодій цих об’єктів. Передбачається, що великого спрощення роботи при створенні нових компонентів, необхідних для формування моделей, можна буде досягти завдяки наслідуванню властивостей об’єктів, їх інкапсуляції і поліморфізму. Усе вище сказане дозволить значно скоротити час на постановку та проведення нових модельних експериментів у межах лабораторних практикумів з фізики.

**Література**

1. *Машбиц Е.И., Бабенко Л.П. и др. Основы компьютерной грамотности / Под ред. А.А. Стогния и др. – К.: Вища шк., 1988. – 215 с.*
2. *Holovin N., Holovina N. New informative technologies in the lessons of physics // Тези 6 міжнародно-го з’їзду “Oсвіта і навчання оптики та фотоніки”, cекція: Нові технології в освіті. – Мексика. – Конкут, – Мехіко. 1999. (ІЕ-І) РІІІ – 12. – С. 119.*
3. *Головін М.Б. Використання нових інформаційних технологій на уроках фізики // Матеріали науково-практичної конференції “Роль задач в процесі вивчення природничо-математичних дисциплін”. – Луцьк – Нововолинськ, 2000. – С. 9-10.*

**Адреса для листування:**

43025 м. Луцьк, пр. Волі, 13 Статтю подано до редколегії

**тел.** 4-92-21, 4-91-67 31.10.2000 р.

**e-mail:** post@univer.lutsk.ua

УДК 53 (083) **В.О.Савош** –[[1]](#footnote-1) аспірант кафедри загальної

фізики та методики викладання фізики ВДУ,

вчитель фізики ЗОШ №26

**Комп’ютерна модель як об’єкт самостійного дослідження учнями**

**на уроках фізики**

*Роботу виконано у Волинському державному*

*університеті ім. Лесі Українки*

*Розглянуто застосування елементів комп’ютерного моделювання на уроках фізики. Використання комп’ютерної моделі як об’єкта дослідження активізує в учнів процес самостійного пізнання фізичних явищ, сприяє розвитку вмінь і навиків самостійної пізнавальної діяльності.*

***Ключові слова:*** *навчальна комп’ютерна модель, експеримент, інструктивна картка.*

***V. Savosh. The computer model as on object of pupils’ self-perception research at physics lessons.*** The usage of computer elements modeling at the physics lessons is investigated in this article. The computer model is used as an object of the pupils’ investigation and it activities the process of self-perception of phenomena in physics and promotes the development of skills and habits of self-test.

***Key words:*** *teaching computer model, experiment, instruction card.*

Викладання фізики в сучасних умовах вимагає від учителя такої форми навчально-виховної діяльності, яка забезпечила б насамперед високу інтенсифікацію навчального процесу і сприяла б вихованню в учнів фізичного мислення. Такий підхід до викладання фізики дає змогу також сформувати в учнів уміння і навички самостійно поповнювати свої знання, вибирати з величезного потоку наукової інформації найважливіше, самостійно висувати завдання і творчо розв’язувати їх.

У розв’язанні цієї навчально-виховної проблеми велике значення має, поряд з іншими засобами навчання, використання елементів комп’ютерного моделювання. Навчальна комп’ютерна модель є одним із видів педагогічних програмних засобів, використання яких передбачено концепцією фізичної освіти [3]. Якщо взяти за основу спосіб керування навчальною комп’ютерною моделлю, то можна виділити дві групи таких моделей: керування без участі користувача і керування, здійснюване користувачем. У свою чергу, в другій групі можна виділити три підгрупи, які відрізняються характером керування комп’ютерною моделлю:

* нечислове керування (структурна зміна моделюючого об’єкта за допомогою клавіш керування курсором, інших нецифрових клавіш);
* числове керування (задання конкретних значень параметрів моделюючого об’єкта);
* змішане керування.

До першої групи комп’ютерних моделей належать моделі демонстраційного характеру, які використовують для:

а) моделювання фізичних дослідів, які неможливо продемонструвати в умовах школи;

б) розкриття механізму фізичних явищ чи процесів.

Особливість моделей другої групи полягає в тому, що вони дають можливість не тільки демонструвати фізичні явища та процеси, а й досліджувати їх. Такі моделі досить ефективно можна використовувати під час проведення дослідницьких лабораторних робіт.

Дослідницькі лабораторні роботи є однією з форм самостійної роботи учнів. У дидактиці самостійною роботою учнів вважають такий вид їхньої діяльності, при якому вони здобувають знання без допомоги вчителя або під його керівництвом. При виконанні дослідницьких лабораторних робіт рівень самостійності учнів дуже високий. Учням, крім обладнання, роздають інструктивні картки, де вказано тему та мету роботи, обладнання, подано запитання, таблиці, які заповнюють учні в процесі дослідження, виділено місце для висновків. Результати, які отримують учні під час дослідження, заносяться в картку. Вчитель використовує інструктивну картку як засіб керівництва самостійною роботою учнів. На початку роботи експеримент проводять за допомогою реального обладнання. Подальші дослідження виконують за допомогою комп’ютерної моделі.

Як приклад, проаналізуємо дослідницьку лабораторну роботу “З’ясування умов плавання тіла в рідині” (7-й клас). На початку заняття кожному учневі роздають інструктивну картку (додаток 1.). Вчитель дає коротке пояснення щодо її заповнення. Для виконання цієї роботи учні повинні знати, як визначити виштовхувальну силу, що діє на тіло, занурене в рідину, а також уміти обчислити рівнодійну сил, які діють вздовж однієї прямої. З цією метою в картці подано запитання 1, 2, 3. Відповіді на запитання учні вписують в інструктивну картку. Відповівши правильно на запитання 1-3, учні висувають припущення, що поведінка досліджуваного тіла в рідині буде залежати від значень тих сил, які прикладені до нього (сила тяжіння та виштовхувальна сила). Провівши експеримент за допомогою обладнання, діти заповнюють таблицю 1. Дослідження умов плавання тіл в рідині буде більш загальними, коли експеримент проводити з рідинами різної густини. Безпосередні дослідження з цими рідинами (бензин, нафта, сірчана кислота) неможливо провести в умовах шкільного фізичного кабінету. Значно спрощує розв’язання цієї проблеми використання комп’ютерної моделі. Тому наступним етапом роботи учнівського дослідження є робота з комп’ютерною моделлю. Дослідження учнями цієї моделі дає змогу визначити силу тяжіння, виштовхувальну силу, обчислити середню густину тіла, яку порівнюють з густиною рідини, визначити глибину занурення тіла в рідині. Причому, розміри досліджуваного тіла в моделі, збігаються з розмірами пробірки, з якою проводять експеримент за допомогою реального обладнання. Дослідження моделі супроводиться графічною ілюстрацією, за допомогою якої учні спостерігають поведінку тіла в рідині. Дані, які отримані при дослідженні комп’ютерної моделі, заносяться в таблицю 2. Ця таблиця відрізняється від попередньої тим, що крім колонок, що є в таблиці 1, у ній є додаткові колонки – **густина рідини**, **середня густина тіла** та **глибина занурення тіла в рідину**. Провівши аналіз даних 5-ї, 6-ї та 7-ї колонок, учні роблять другий висновок про умови плавання тіл у рідині.

Аналіз результатів використання даної комп’ютерної моделі показує, що учні краще засвоюють умови плавання тіл у тому випадку, коли, крім порівняння виштовхувальної сили та сили тяжіння, паралельно йде порівняння густини рідини та середньої густини тіла.

Додатковим завданням цієї роботи є визначення максимальної маси шроту в пробірці, при якій вона ще не тоне. Визначивши цю масу для однієї рідини, учні можуть передбачити поведінку цієї пробірки в іншій рідині, а потім перевірити правильність свого припущення за допомогою комп’ютерної моделі. У цьому випадку модель виконує функцію самоконтролю.

Деякі учні в позаурочний час займаються вивченням різних мов програмування. Цим дітям можна запропонувати самим створити комп’ютерні моделі. Виконати такі завдання під силу учням із творчим рівнем пізнавальної активності, які можуть проявити вміння застосувати набуті знання в новій ситуації, вміння самостійно працювати з різною навчальною та науковою літературою. Такими завданнями можуть бути:

1. Створити комп’ютерну модель, за допомогою якої можна визначати глибину занурення тіла в рідинах з різними значеннями густини речовини.
2. Створити комп’ютерну модель, за допомогою якої можна визначати підіймальну силу рятівного круга або плота в різних рідинах.
3. Створити комп’ютерну модель, за допомогою якої можна визначити підіймальну силу повітряної кулі.

Можна виділити окремий урок, на якому діти будуть демонструвати свої моделі та захищати їх. Варіант плану захисту може бути таким:

1. Назва моделі.
2. Яке фізичне явище чи процес моделюється.
3. Мета створення моделі.
4. Які програмні засоби були використані під час створення моделі.
5. Як і де можна використати на практиці результати отримані за допомогою дослідження моделі.
6. Вказати список використаної літератури.

Як і будь-яка навчальна модель, така комп’ютерна модель є джерелом інформації, але в той же час вона є об’єктом самостійної діяльності учнів, яка здійснюється за допомогою комп’ютера. Виконання цієї діяльності активізує в дітей процес пізнання, сприяє розумінню ними суті фізичних явищ, дає можливість набувати вмінь і навичок користувача ЕОТ, які будуть їм необхідні після закінчення навчального закладу при подальшому навчанні. Дуже важливим є те, що комп’ютер не замінює фізичного експерименту, а доповнює і поглиблює його.

1. © *Савош В.О., 2001* [↑](#footnote-ref-1)