

## Необмежені можливості та можливі обмеження застосувань комп'ютера у фізичному лабораторному експерименті

Ілля ТЕПЛИЦЬКИЙ, Сергій СЕМЕРІКОВ

Сучасний стан розвитку інформаційних технологій дає великі можливості для підвищення якості навчального процесу. Проте надмірне захоплення технологічними аспектами комп'ютерної реалізації засобів навчання набуває перманентного характеру і стимулює деяких учителів і викладачів вищої школи майже до повної відмови від традиційних технологій навчання.

Так, у середині 90-х рр. ХХ ст. багато разів обговорювалася ідея заміни традиційного підручника фізики його електронним варіантом, зокрема, у вигляді гіпертекстового середовища. При цьому не враховувалися не лише негативні фізіологічні й гігієнічні аспекти такої заміни (низька ергономічність, незручність у сприйнятті текстової інформації з екрана, перевтома органу зору тощо), а й психолого-педагогічні (відмова від урізноманітнення форм подання навчального матеріалу, поява проміжної ланки у складній взаємодії вчителя й учнів, пасивне подання навчального матеріалу і т. ін.). Сьогодні вже зрозуміло, що комп'ютерний підручник у загальній системі засобів навчання фізики — це доповнення до традиційного підручника, яке найкраще проявляє себе в умовах самостійної позаурочної роботи [3]. Та на часі з'являються симптоми чергової «дитячої хвороби» — комп'ютерних реалізацій навчального фізичного експерименту.

лізацій навчального фізичного експерименту.

Наприкінці 90-х рр. ХХ ст. стрімкий ріст потужності засобів обчислювальної техніки, розвиток і вдосконалення їх мультимедійних можливостей призвели до появи концепції «віртуального (комп'ютерного, анімаційного, імітаційного) фізичного лабораторного практикуму» із сумнівним дидактичним призначенням. Наприклад, читаємо: «На екрані монітора за допомогою комп'ютерної графіки зображується лабораторна установка, виводиться таблиця даних, зафіксованих у роботі» [8]. При цьому автор стверджує, що в такій роботі «... комп'ютерні моделі дають змогу ... управляти поведінкою об'єктів на екрані монітора, змінюючи початкові умови експерименту, і проводити різноманітні фізичні досліди». Але ж такі «досліди» аж ніяк не є фізичними!

Ще один типовий приклад знаходимо в [1]: «Програмно

моделюються вільні коливання на моделі математичного маятника. Модель дає змогу змінювати довжину маятника і кут його відхилення. Створюються графіки кута відхилення маятника і швидкості коливного тіла. На екрані відображається і сам процес за допомогою програмних засобів анімації відповідно до заданих параметрів. Крім того, вказується точність приладів, за допомогою яких нібито виконувалися «виміри» (у даному випадку це — ціна поділки віртуальних лінійки і секундоміра). На основі цих даних пропонується визначити похибки прямих вимірювань. Отримані дані вводяться в систему і порівнюються зі свідомо обраним і розрахованим програмним комплексом». Якщо метою такого заняття є формування умінь статистичної обробки результатів вимірювань, то залучення комп'ютера має викликати подив: на дошці й у зошитах це можна здійснити з неменшим успіхом.

Автори [4] визнають, що подібний спосіб проведення лабораторних робіт має недоліки. Проте вбачають вони їх чомусь лише в недостатньо якісному відтворенні зовнішніх ознак лабораторного устаткування і серйозно пропонують для усунення цього недоліку підвищити реалістичність зображення: «Треба мати достатньо багату уяву, щоб у картинці на екрані дисплея побачити реальну апаратуру. Деяким з'якшенням цієї обставини може бути перехід від плоских примітивних зображень до тривимірних картин і схем, створюваних за допомогою таких потужних 3D-програм, як «3DS Max» тощо, які дають змогу змоделювати фактуру матеріалів установки й освітлювальні ефекти. Це значно підсилює ефект присутності. Другим недоліком є те, що єдиним органом чуття, за допомогою якого сприймається

інформація, є зір. Відомо, що під час роботи реальних установок вони створюють звуки, вібрації, інколи запахи. Усе це відсутнє або майже відсутнє в комп'ютерному експерименті» (переклад. — *Ред.*).

Причинами таких, на нашу думку, хибних підходів є нерозуміння цитованими авторами принципів розбіжностей між реальним та обчислювальним експериментом, що веде до заміни реального експерименту його комп'ютерною імітацією. Лише тоді, коли комп'ютер доповнюється спеціалізованою апаратною частиною (відповідним інтерфейсом) для взаємодії з реальним фізичним вимірювальним обладнанням у режимі реального часу, можна говорити про його застосування у фізичному дослідженні як інструменту пізнання. Ці міркування повністю узгоджуються з тим, як означене питання трактують деякі інші автори. Так, у [2] зазначається, що «особливістю застосування комп'ютерів у лабораторному практикумі з курсу фізики є можливість використання їх для збирання й обробки інформації про стан датчиків, програмного керування різними механізмами і технологічними системами під час експерименту для реалізації зворотних зв'язків, синхронізації часу вимірювання фізичних величин, оперативної графічної візуалізації отриманої експериментальної інформації, її збереження й систематизації».

У переважній більшості інших випадків комп'ютер — це потужний, ефективний, проте лише засіб, інструмент для моделювання.

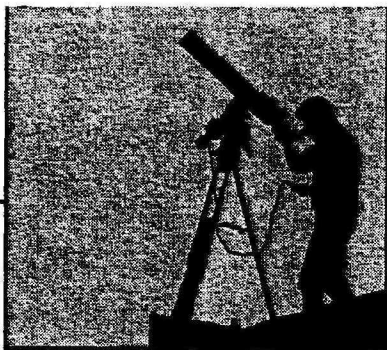
Ще у 1985 р., напередодні введення до шкільної програми нового навчального предмета «Основи інформатики та обчислювальної техніки», В. Г. Разумовський підкреслював: «З введенням комп'ютерів у на-

вчальний процес зростають можливості багатьох методів наукового пізнання, особливо методу моделювання, який дає змогу різко підвищити інтенсивність навчання. Адже під час моделювання виокремлюється сама суть явищ і стає ясною їх спільність, тобто відбувається розвиток науково-теоретичного мислення. Однак захоплення використанням готових моделей загрожує передчасним розривом зв'язку виученого явища з дійсністю. Це трапляється тоді, коли учням пропонують працювати з готовими моделями, не розкриваючи процесу їх створення. Оскільки об'єктами вивчення, як і раніше, мають залишатися реальні явища, то заміна їх абстрактними поняттями й символами при недостатній базі спостережень і досвіду нерідко веде до згубного формалізму, коли за удаваними знаннями відсутня їх сутність. ... Під час вивчення фізики комп'ютери можуть використовуватись у поєднанні з приладами, автоматично, миттєво опрацьовувати результати вимірювань і в графічній формі відобразити досліджувану функціональну залежність» [5]. Іншими словами, для ефективного реалізації дидактичного потенціалу комп'ютера необхідна розробка відповідного інтерфейсу — пристроїв-перетворювачів аналогових сигналів на дискретні і, навпаки, для сполучення комп'ютера з під'єднаним до нього лабораторним обладнанням. Це, на думку вченого, дасть змогу учню сформулювати гіпотезу про досліджувану закономірність і підтвердити або спростувати її на основі спостережуваних результатів. У такий спосіб процес повідомлення готових знань та їх дослідна перевірка замінюються експериментально-дослідницькою діяльністю, що дає учню можливість самостійного відкриття.

Розвиток комп'ютерної технології і методів дискретної математики приводять сьогодні до нового погляду на фізичні системи. Вдалі спроби формулювати задачу на комп'ютері сприяли усвідомленню того, що можна виражати фізичні закономірності у вигляді результатів роботи комп'ютерних імітаційних програм, а не лише традиційною мовою диференціальних рівнянь. Та у який би спосіб не здобувалися нові факти, критерієм їх істинності завжди був і залишається натурний експеримент. Проте поверхове сприйняття цього факту — можливості підвищення результативності роботи фізика за допомогою комп'ютера — є ще однією причиною неадекватного використання засобів обчислювальної техніки.

Слід чітко уявляти, що в дослідницькій роботі, виконуваний за допомогою комп'ютера, в обчислювальному експерименті, на відміну від натурального експерименту, *замість фізичної моделі використовується теоретична модель*, реалізована у вигляді машинної програми, а маніпуляції з фізичною моделлю на лабораторному стенді замінюються систематичними розрахунками на комп'ютері, і шукані характеристики моделі обчислюються за її заданими параметрами. Усупереч цьому у працях [1], [4], [8] (та й, на жаль, не лише в них) обчислювальний експеримент та математична модель ототожнюються з натурним експериментом та фізичною моделлю.

Тріада «модель — алгоритм — програма» і комп'ютер, узяті разом, становлять теоретичну й технічну основу сучасного математичного моделювання — методології досліджень, заснованої на вивченні математичних моделей явищ за допомогою ЕОМ. Обчислювальний експеримент, чисельне моде-



## НОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Таблиця

Лабораторний експеримент	Обчислювальний експеримент
Реальний об'єкт	Математична модель
Експериментальна установка	Програма для комп'ютера
Налагодження установки	Тестування програми
Вимірювання	Обчислення
Аналіз результатів	

лювання, математичний експеримент — це синоніми, кожний з яких відзеркалює різні грані зазначеної методології, сутність якої — заміна об'єкта його математичним «образом» і подальший «діалог» з дублером досліджуваного реального об'єкта — його моделлю. Тут мають місце певні аналогії (див. таблицю).

Відомий фахівець з комп'ютерного моделювання О. А. Самарський зазначає: «Подібність заключних етапів експерименту обчислювального з натурним експериментом є надзвичайно сильною. На комп'ютері (експериментальному устаткуванні) проводяться обчислення (вимірювання), які далі аналізуються з метою постановки нових експериментів. Насправді ж зв'язок з натурним експериментом значно глибший. Вивчаючи на комп'ютері поведінку моделі, дослідник немов би випробовує саму природу (конструкцію, процес), ставлячи перед нею запитання і отримуючи повні й достовірні відповіді» [6, 38].

Справді, досвід розв'язування багатьох наукових і технічних задач переконує, що вдало складена модель об'єкта здатна певною мірою замінити його. Проте заміна фізичного об'єкта його математичною моделлю має виконуватися досвідченим фахівцем — людиною з достатнім досвідом математичного моделювання. Школярі ж і студенти елементи такого досвіду можуть набуті лише в умовах спеціально організованого з цією метою навчання [7]. У процесі

навчання фізики робота з реальними об'єктами (процесами, явищами) має передувати роботі з моделями. Інакше виникає ризик комп'ютерну підтримку лабораторного експерименту перетворити на його комп'ютерну дискредитацію.

Певною мірою можна погодитися з авторами [3], які бачать місце віртуального лабораторного практикуму в системі заочної та дистанційної освіти ВНЗ з метою домашньої підготовки до майбутньої роботи з реальним обладнанням.

У навчально-виховному процесі з фізики ми вважаємо хибною практику підміни натурального експерименту з фізичною моделлю об'єкта обчислювальним експериментом на математичній моделі і надання пріоритету останньому за відсутності вагомих на те причин. Саме тому ми вбачаємо сучасний підручник фізики як такий, що за змістом має передбачати наявність комп'ютера і комплектуватися ліцензованим електронним додатком, до складу якого входять узгоджені з текстом підручника цифровані відеосюжети для демонстрування фізичних явищ, принципів роботи приладів та установок, зразки таблиць для виконання лабораторних і практичних робіт, збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації, статті з науково-популярних журналів і подібні матеріали.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Годлевская О. А., Годлевский К. П., Посудин Ю. И. Информационные технологии при

проведении лабораторных работ по курсу общей физики // Теория та методика навчання мат., фіз., інформ.: Зб. наук. праць. — Вип. 3: В 3 т. — Кривий Ріг: Вид. відділ НМетАУ, 2003. — Т. 2: Теорія та методика навчання фізики. — С. 69 — 72.

2. Денисенко О. І. Застосування комп'ютерної техніки при викладанні фізики // Те саме. — 2003. — Т. 2. — С. 108 — 110.

3. Дмитриева В. Ф., Икренникова Ю. Б. Об опыте применения компьютерного лабораторного практикума по физике / Зб. наук. праць Кам'янець-Подільського держ. ун-ту: Сер. пед.: Методолог. принципи формування фіз. знань учнів і профес. якостей майбутніх учителів фізики та астрономії. — Кам'янець-Подільський держ. ун-т: Інф.-вид. відділ, 2003. — Вип. 9. — С. 142 — 145.

4. Козлов В. М., Хлынец В. П., Калениченко В. В. Использование ПЭВМ при изучении курса общей физики / Теория та методика навчання мат., фіз., інформ.: Зб. наук. праць. — Вип. 3: В 3 т. — Кривий Ріг: Вид. відділ НМетАУ, 2003. — Т. 2: Теорія та методика навчання фізики. — С. 150 — 153.

5. Разумовский В. Г. ЭВМ и школа: Науч.-пед. обеспечение // Сов. педагогика. — 1985. — № 9. — С. 12 — 16.

6. Самарский А. А., Михайлов А. П. Компьютеры и жизнь: Мат. моделирование. — М.: Педагогика, 1987. — 128 с.

7. Теплицкий І. О. Комп'ютерне моделювання в школі як засіб розвитку творчого мислення учнів // Рідна шк. — 2000. — № 9. — С. 63 — 66.

8. Точиліна Т. М. Науково-методичний підхід до створення навчально-методичного комплексу з фізики для вищої технічної школи: Зб. наук. праць Кам'янець-Подільського держ. ун-ту: Сер. пед.: Методолог. принципи формування фіз. знань учнів і профес. якостей майбутніх учителів фізики та астрономії. — Кам'янець-Подільський держ. ун-т: Інформ.-вид. відділ, 2003. — Вип. 9. — С. 166 — 168.