

## **“ВІРТУАЛЬНИЙ ФІЗИЧНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ” ЯК АКТУАЛЬНА ПРОБЛЕМА СУЧАСНОЇ ДИДАКТИКИ**

І.О. Теплицький, С.О. Семеріков

м. Кривий Ріг, Криворізький державний педагогічний університет  
ss@kpi.dp.ua

Наприкінці 90-х рр. стрімке зростання потужності засобів обчислювальної техніки та розвиток і вдосконалення їх мультимедійних можливостей призвели до появи занадто поширеної сьогодні концепції “віртуального (комп’ютерного, анімаційного, імітаційного) фізичного лабораторного практикуму”. Йдеться про те, що на часі з’являються симптоми чергової “дитячої хвороби” – комп’ютерних реалізацій навчального фізичного експерименту (віртуального експерименту). Нижче здійснена спроба критичного аналізу зазначеного феномену з позицій сучасної дидактики. Тим більше, що публікації за обговорюваною проблематикою останнім часом можна знайти у більшості періодичних науково-методичних видань та матеріалах науково-практичних конференцій різного рівня: від регіональних до міжнародних.

Насамперед визначимо свою позицію: ми беремо під сумнів дидактичну цінність означеної інновації і розглядаємо її як намагання одночасного вирішення принаймні двох проблем національної освіти сьогодення:

1) з одного боку компенсувати повну відсутність постачання закладів освіти навчально-наочним обладнанням внаслідок повної руйнації відповідної галузі вітчизняної промисловості, і, з іншого боку, одночасною відсутністю коштів на її придбання від зарубіжних постачальників;

2) вийти на рівень сучасних вимог, пов’язаних із широким запровадженням нових освітніх технологій, зокрема інформаційних, через розв’язання кон’юнктурних питань, часто продиктованих бажанням задовольнити власний пізнавальний інтерес і зібрати при цьому данину моді.

Проте надмірне захоплення технологічними аспектами комп’ютерних реалізацій засобів навчання набуває перманентно-

го характеру і стимулює окремих вчителів і викладачів вищої школи майже до повної відмови від традиційних технологій навчання (у фізиці – демонстраційний, фронтальний і лабораторний експеримент) і створення натомість їх віртуальних замінників. Та чи виявляються виправданими витрачені зусилля, покладені на розробку таких програмних продуктів? Відповідь на це питання не є простою й однозначною. Тому звернемося до найбільш типових зразків.

Зокрема, у [8] читаємо: “На екрані монітора за допомогою комп’ютерної графіки зображується лабораторна установка, виводиться таблиця даних, зафіксованих у роботі.” При цьому автор стверджує, що в такій роботі “... комп’ютерні моделі дозволяють ... управляти поведінкою об’єктів на екрані монітора, змінюючи початкові умови експерименту, і провести різноманітні *фізичні* досліді”(курсив наш). Але ж такі “досліді” аж ніяк не є фізичними, оскільки виконуються вони не з реальними фізичними моделями, а являють собою дещо інше, а саме – комп’ютерні імітації певних натурних об’єктів і явищ.

Ще один типовий приклад знаходимо в [1]: “Програмно моделюються вільні коливання на моделі математичного маятника. Модель дозволяє змінювати довжину маятника та 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 віртуальної лінійки і віртуального секундоміра). На основі цих даних пропонується визначити похибки прямих вимірювань. Отримані дані вводяться в систему і порівнюються зі свідомо обраними і розрахованими програмним комплексом”. Якщо система цілей такого заняття включає формування умінь статистичної обробки результатів вимірювань, то залучення комп’ютера викликає подив: адже відповідний розрахунковий блок програми залишається для учнів або студентів “чорним ящиком”: 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: “Нужно обладать достаточно богатым воображением, чтобы в картинке на экране дисплея увидеть реальную аппаратуру. Некоторым смягчением этого обстоятельства может быть переход от плоских примитивных изображений к трехмерным картинкам и сценам, создаваемым с помощью таких мощных 3D программ, как "3DS Max" или др., позволяющих смоделировать фактуру материалов установки и осветительные эффекты. Это значительно усиливает эффект присутствия. Другим недостатком является то, что единственным органом чувств, посредством которого осуществляется прием информации, является зрение. Как известно при работе реальных установок они издают звуки, вибрации, иногда запахи. Все это отсутствует или почти отсутствует в компьютерном эксперименте”.

Причинами таких, на нашу думку, хибних підходів є нерозуміння цитованими авторами принципів розбіжностей між реальним та обчислювальним експериментом, що веде до підміни реального експерименту його комп’ютерною імітацією. Лише тоді, коли комп’ютер доповнюється спеціалізованою апаратною частиною (відповідним інтерфейсом) для взаємодії з реальним фізичним вимірювальним обладнанням в 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 виміру фізичних величин, оперативної графічної візуалізації отриманої експериментальної інформації, її збереження і систематизації”. Одним з найбільш яскравих прикладів такого застосування є програмно-лабораторний практикум з курсу загальної фізики, що розробляється під керівництвом О.В. Сергеева.

У переважній більшості інших випадків комп’ютер являє со-

бою потужний, ефективний, проте – лише засіб, інструмент для моделювання.

Ще у 1985 р., напередодні введення до шкільної програми нового навчального предмету “Основи інформатики та обчислювальної техніки”, відомий методист-фізик В.Г. Разумовський підкреслював: “З уведенням комп’ютерів у навчальний процес зростають можливості багатьох методів наукового пізнання, особливо методу моделювання, який дозволяє різко підвищити інтенсивність навчання. Адже при моделюванні виокремлюється сама суть явищ і стає ясною їхня спільність, тобто відбувається розвиток науково-теоретичного мислення. Однак захоплення використанням готових моделей погрожує передчасним розривом зв’язку вивчуваного явища з дійсністю. Це трапляється нерідко, коли учням пропонують працювати з готовими моделями, не розкриваючи процесу їх створення. Оскільки об’єктами вивчення, як і раніше, повинні залишатися реальні явища, то підміна їх абстрактними поняттями й символами при недостатній базі спостережень і досвіду нерідко веде до згубного формалізму, коли за удаваними знаннями відсутня їх сутність. ... При вивченні фізики комп’ютери можуть використовуватись у поєднанні з приладами, автоматично, миттєво опрацьовувати результати вимірювань і у графічній формі відображувати досліджувану функціональну залежність” [5]. Іншими словами, для ефективної реалізації дидактичного потенціалу комп’ютера необхідна розробка відповідного інтерфейсу – пристроїв-перетворювачів аналогових сигналів на дискретні і навпаки для сполучення комп’ютера з лабораторним обладнанням. Це, на думку вченого, дозволить учневі 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 забезпечує учневі 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 вже привели до усвідомлення 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 їхньої 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, виконуваній за допомогою комп'ютера – 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 в роботах [1, 4, 8] (та й, на жаль, не тільки в них) обчислювальний експеримент та математична модель ототожнюються з натурним експериментом та фізичною моделлю.

Тріада “модель – алгоритм – програма” і комп'ютер, узяті разом, складають теоретичну і технічну основу сучасного математичного моделювання – методології досліджень, заснованій на вивченні математичних моделей явищ за допомогою ЕОМ. Терміни “обчислювальний експеримент”, “чисельне моделювання”, “математичний експеримент” – це синоніми, кожний з яких віддзеркалює різні грані зазначеної методології, сутність якої – заміна об'єкту його математичним “образом” і подальший “діалог” з дублером досліджуваного реального об'єкту – його моделлю. Тут мають місце такі аналогії:

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

Відомий фахівець із комп'ютерного моделювання, академік О.А. Самарський зазначає: “Схожість заключних етапів експе-

рименту 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 питання і отримуючи повні й достовірні відповіді" [6, с. 38].

Дійсно, досвід розв'язування багатьох наукових і технічних задач переконує, що вдало складена модель об'єкта здатна в певній мірі замінити його. Проте заміна фізичного об'єкта його математичною моделлю має виконуватись досвідченим фахівцем – людиною з достатнім досвідом математичного моделювання. Школярі ж і студенти елементи такого досвіду можуть набути лише в умовах спеціально організованого з цією метою навчання [7]. До того ж в 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.

При цьому слід враховувати не лише негативні фізіологічні й гігієнічні аспекти такої заміни (низька ергономічність, незручність у сприйнятті інформації з екрану, перевтома органу зору тощо), а й психолого-педагогічні (відмова від урізноманітнення форм подання навчального матеріалу, поява проміжної віртуальної ланки у складній двосторонній взаємодії вчителя й учнів, не завжди правильна авторська інтерпретація навчального матеріалу і т.ін.). При навчанні студентів фізики на віртуальних моделях завжди існує ризик одержати віртуального фахівця.

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 входитимуть узгоджені з текстом підручника оцифровані відеосюжети для демонстрації 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 для додаткового читання і т.п. матеріали.

Насамкінець відмітимо, що навчальні діа- та кіноматеріали, які використовували вчителі та викладачі фізики у минулі часи, і які безповоротно уходять в минуле, і понині у більшості своїй залишаються взірцями засобів унаочнення складних для уяви та сприйняття питань фізики, оскільки до їх створення залучалися провідні вчені і методисти. Розуміючи, що все це величезне надбання не повинне загубитись, як говорять, у просторі й у часі, групою ентузіастів, які працюють на Криворізькому металургійному факультеті під керівництвом С.О. Учителя, ведеться унікальна і плідна робота, пов'язана з оцифруванням антикварної продукції колишнього навчального кіно, а також із виготовленням відеофільмів різноманітного демонстраційного спрямування.

#### Література

1. Годлевская О.А., Годлевский К.П., Посудин Ю.И. Информационные технологии при проведении лабораторных работ по курсу общей физики. // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. Випуск 3: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2003. – Т. 2: Теорія та методика навчання фізики. – С. 69–72.
2. Денисенко О.І. Застосування комп'ютерної техніки при викладанні фізики. // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НацМетАУ, 2002. – Т. 2. – С. 108–110.
3. Дмитриева В.Ф., Икренникова Ю.Б. Об опыте применения компьютерного лабораторного практикума по физике. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Методологічні принципи формування фізичних знань учнів і професійних якостей

- майбутніх учителів фізики та астрономії. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2003. – Вип. 9. – С. 142–145.
4. Козлов В.М., Хлынцев В.П., Калениченко В.В. Использование ПЭВМ при изучении курса общей физики. // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. Випуск 3: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2003. – Т. 2: Теорія та методика навчання фізики. – С. 150–153.
  5. Разумовский В.Г. ЭВМ и школа: Научно-педагогическое обеспечение. // Сов. педагогика. – 1985. – № 9. – С. 12–16.
  6. Самарский А.А., Михайлов А.П. Компьютеры и жизнь (Математическое моделирование). – М.: Педагогика, 1987. – 128 с.
  7. Теплицький І.О. Комп'ютерне моделювання в школі як засіб розвитку творчого мислення учнів. // Рідна школа. – 2000. – №9. – С. 63–66.
  8. Точиліна Т.М. Науково-методичний підхід до створення навчально-методичного комплексу з фізики для вищої технічної школи // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Методологічні принципи формування фізичних знань учнів і професійних якостей майбутніх учителів фізики та астрономії. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2003. – Вип. 9. – С. 166–168.