

В. М. Дубовик
vdubovyk3753@gmail.com
В. П. Пойда
vppoyda@ukr.net
Д. Є. Мила
d-angel97@rambler.ru

Віртуальний практикум із фізики

Розглянуто використання в освіті нових інформаційних технологій, які суттєво впливають на зміст, методи й організацію освітнього процесу. Показано використання сучасних методів комп'ютерного моделювання під час вивчення курсу загальної фізики. Наведено розробки щодо чисельного моделювання фізичних явищ, експериментальне дослідження яких у реальних умовах є неможливим або дуже складним із технічних причин.

Ключові слова: віртуальна лабораторна робота, фізичний практикум, чисельне моделювання, комп'ютерні технології, компетенції.

V. M. Dubovyk
vdubovyk3753@gmail.com
V. P. Poyda
vppoyda@ukr.net
D. YE. Myla
d-angel97@rambler.ru

Virtual Workshop on Physics

The use of new information technologies in education, which significantly influence the content, methods and organization of the educational process, is considered. The use of modern methods of computer simulation in the study of general physics is shown. Developments for the numerical modeling of physical phenomena, whose experimental study in real conditions is impossible, or which are very complex for technical reasons, are presented.

Key words: virtual laboratory work, physical workshop, numerical modeling, computer technology, competencies.

Використання в освіті інформаційних технологій суттєво впливає на зміст, методи й організацію освітнього процесу, зокрема в курсі загальної фізики. У процесі вивчення курсу «Загальної фізики» з успіхом може бути використано такий метод інформаційних технологій, як чисельне моделювання. Чисельні методи широко застосовуються у теоретичній фізиці. Зміст чисельних методів полягає в тому, що на основі законів і формул, які описують відомі фізичні явища та ефекти, за допомогою комп'ютерного моделювання формується математична модель. Така математична модель створюється мовою електронно-обчислюваних машин – вона надає можливість розглядати фізичні процеси у динаміці. Основою математичної моделі є конкретний фізичний ефект. Задаючи вхідні параметри моделі, експериментатор у процесі віртуального дослідження слідкує за змінами, які відбуваються з моделлю. Це дає змогу візуалізувати та моделювати ті явища чи ефекти, експериментальне дослідження яких у реальних умовах є неможливим або дуже складним із технологічних причин. Із моделлю можна здійснити спостереження за змінами в часі, причому значно менший, ніж у реальності час.

Віртуальний практикум із фізики є новою формою виконання лабораторних робіт із загального курсу фізики. Комп'ютерні моделі, які використовуються для проведення віртуальних лабораторних робіт, відтворюють експериментальні установки і є комп'ютерними тренажерами. Вони суттєво доповнюють реальні фізичні експерименти, допомагають засвоїти сутність фізичних процесів. У деяких випадках віртуальний практикум із фізики є єдиною можливістю для проведення лабораторних робіт.

Використання віртуальних лабораторних робіт дає змогу індивідуалізувати процес навчання. Віртуальні лабораторні роботи можуть бути складовою дистанційного курсу, тобто використовуватися у технологіях дистанційної освіти. Дистанційна освіта надає можливість самостійного опанування конкретною дисципліною. У процесі виконання лабораторних робіт студенти можуть самостійно здійснювати самоконтроль і корекцію рівня своїх знань. Студенти отримують навички самостійної роботи. Опанування технології віртуальних вимірювань формує у студентів навички вимірювання у контексті виконання експериментальних лабораторних робіт.

Слід зауважити, що комп'ютерне моделювання на віртуальному практикумі не може замінити реальний навчальний фізичний експеримент, у процесі якого студент вчиться здійснювати вимірювання з використанням різноманітних приладів і методик, розвиває свої дослідницькі здібності.

Оптимальним для підготовки сучасного фахівця-дослідника є гармонійне поєднання віртуальних лабораторних робіт із наполегливою роботою на лабораторному обладнанні, що є на фізичному практикумі.

Однією з проблем, які суттєво стримують використання сучасних методів комп'ютерного моделювання під час вивчення курсу загальної фізики, є проблема нестачі достатньої кількості досконалих розробок необхідного програмного забезпечення для чисельного моделювання фізичних процесів. Серед наявних віртуальних практикумів із фізики як один із найбільш повних і досконалих на цей час слід виділити практикум, що як складова входить до інтерактивного курсу фізики «Открытая физика 1.1», розробленого в Московському фізико-технічному інституті. Цей курс є у відкритому доступі – й саме його фізичні моделі автори вибрали як основу для створення власного віртуального практикуму із 6 лабораторних робіт: 3 – із фізики атома, 3 – з фізики ядра й елементарних частинок. Цей віртуальний практикум функціонує на кафедрі експериментальної фізики фізичного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Студенти, які цікавляться фізикою, мають змогу придбати у роздрібному продажі ліцензовані навчальні компакт-диски «Открытая физика 1.1» чи «Открытая физика 2.6» [1]. Ці інтерактивні навчальні курси містять лише комп'ютерні моделі фізичних явищ. На цих моделях методом анімації відтворено конкретне фізичне явище або ефект. Завдання розробника віртуальної лабораторної роботи полягає у створенні сценарію лабораторної роботи, розробці методики проведення вимірювань, постановці завдання студенту.

На кафедрі експериментальної фізики було створено віртуальний практикум із механіки, адаптований до завдань експериментального практикуму, що функціонує на кафедрі [2], і віртуальний практикум з оптики [3]. Останньою розробкою на кафедрі експериментальної фізики є віртуальні роботи з атомної фізики і фізики ядра та елементарних частинок [4]. Цей віртуальний практикум гармонійно доповнює експериментальний практикум із фізики атома і фізики ядра й елементарних частинок, що функціонує на кафедрі експериментальної фізики [5].

Інтенсивна робота за персональним комп'ютером є причиною багатьох захворювань. Особливе місце серед них посідають порушення зору, спричинені світлотехнічною специфікою робочого місця користувача персонального комп'ютера (ПК) та недотриманням режиму праці й відпочинку. Світлотехнічна специфіка зумовлена різномірною освітленістю екрана монітора, клавіатури й документації, розташованих у різних зонах спостереження, що потребує від користувача багаторазового переміщення лінії зору від одного об'єкта до іншого. Тому метою першого заняття на віртуальному практикумі є ознайомлення з деякими особливостями праці користувача ПК та вимогами техніки безпеки й режимів праці, яких треба дотримуватися під час роботи з комп'ютером; засвоєння загальних положень щодо виконання віртуальних лабораторних робіт з атомної та ядерної фізики, порядком роботи з комп'ютерними моделями фізичних явищ тощо.

Віртуальний фізичний практикум із загального курсу фізики, що пропонується для виконання студентам, складається з лабораторних робіт із квантової фізики на комп'ютерних моделях фізичних явищ. Комп'ютерні моделі, що входять до програми навчального інтерактивного комп'ютерного курсу, «Открытая физика 1.1», розробленого Ю. В. Тихомировим за редакцією професора МФТІ С. М. Козела, є наочною репрезентацією чисельних експериментів, які моделюють різноманітні фізичні ефекти і явища.

Технічні засоби, необхідні для виконання віртуальних лабораторних робіт: Windows 3/IX/95/NT, 386 SX, 4МВОЗУ, CD-ROM, 5 МВ жорсткого диска, звукова карта, SVGAx 600, 16 кольорів (рекомендується 64К кольорів), CD «ОТКРЫТАЯ ФИЗИКА» ТОВ «ФИЗИКОН», 1996–2001.

Віртуальні лабораторні роботи студент може виконувати самостійно під час індивідуальної роботи з навчальної дисципліни «Загальна фізика» (розділи «Фізика атома» і «Фізика ядра й елементарних частинок») або у межах фізичного практикуму під керівництвом викладача з використанням придбаних у роздрібному продажі ліцензованих CD-дисків «ОТКРЫТАЯ ФИЗИКА 1.1» чи «ОТКРЫТАЯ ФИЗИКА 1.2».

У лабораторії студенти виконують роботи згідно з варіантом завдання і графіком. Виконання кожної лабораторної роботи складається з таких етапів:

- підготовка до виконання робіт;
- проведення експериментів;

- обробка результатів вимірювань та оформлення звіту;
- захист роботи.

Підготовка до виконання роботи проводиться до початку занять у час, відведений для самостійної роботи.

Студент повинен самостійно:

- ознайомитися з теоретичним матеріалом до відповідної віртуальної роботи за її описом, конспектом лекцій та підручниками, що входять до списку літератури, наведеного наприкінці навчального посібника;
- вивчити методику виконання віртуальної роботи;
- підготувати бланк протоколу звіту.

Експерименти виконуються відповідно до розділу «Порядок проведення роботи». Результати вимірювань заносять до таблиць. Після перевірки викладачем результатів вимірювань експериментальна частина віртуальної лабораторної роботи вважається завершеною.

Обробка результатів вимірювань полягає в обчисленні значень величин, які потрібно визначити згідно із завданням, у розрахунку похибок результатів вимірювань та розрахунків, у побудові на комп'ютері графіків та оформленні звіту.

Під час захисту роботи студент має підтвердити свої теоретичні знання щодо основних законів, які описують досліджуване явище, і методики виконання віртуальної лабораторної роботи. Він повинен уміти не лише отримати достовірний результат шляхом проведення комп'ютерного експерименту, але й надійно обґрунтувати висновки щодо сутності явища, яке досліджується, та згідно з наявними вимогами якісно оформити звіт.

Авторами розроблено такі віртуальні лабораторні роботи.

«Визначення міжплощинної відстані у кристалі та довжини хвилі де Бройля електрона за методом дифракції електронів». У роботі досліджуються хвильові властивості електронів та визначення міжплощинної відстані у кристалі з використанням комп'ютерної моделі дифракції електронів під час їхнього розсіювання на одновимірній кристалічній ґратці, що є моделлю тонкої плівки металу.

«Визначення сталої Рідберга та сталої Планка за спектром атома водню». Розглядається планетарна модель атома. Вивчається спектр атома водню та визначаються сталі Рідберга та Планка.

«Квантування електронних орбіт». На моделі атома водню Бора–Резерфорда вивчається квантування електронних орбіт із використанням комп'ютерної моделі.

«Ефект Комптона». Ознайомлення з теоретичними відомостями про фізичну сутність ефекту Комптона (експериментальне підтвердження існування фотона – Нобелівська премія 1922 року). Експериментальне підтвердження закономірностей ефекту Комптона з використанням комп'ютерної

моделі, визначення шляхом проведення віртуального комп'ютерного експерименту комптонівської довжини хвилі та імпульсу електрона.

«Визначення стабільних та нестабільних ізотопів хімічних елементів». Вивчаються стабільні та нестабільні ізотопи водню, гелію, заліза та урану.

«Визначення енергії зв'язку ядер ізотопів гелію, заліза та урану». Визначаються питомі енергії зв'язку ядер ізотопів гелію, заліза та урану шляхом проведення віртуального комп'ютерного експерименту.

Отже, віртуальні лабораторні роботи можуть бути складовою загального фізичного практикуму із загальної фізики, зокрема фізики атома й фізики ядра. Їх можна удосконалювати шляхом розширення програми експерименту.

Віртуальні лабораторні роботи є єдиною можливістю виконати лабораторні роботи у разі навчання дистанційно (з використанням технологій дистанційного навчання).

Віртуальні лабораторні роботи дозволяють проводити лабораторні роботи фронтально, коли всі студенти виконують разом одну роботу згідно з теоретичним курсом.

Віртуальні лабораторні роботи успішно виконуються на кафедрі експериментальної фізики фізичного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна студентами 3 курсу фізичного факультету, факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем, а також студентами 1 курсу медичного факультету за програмою «Медична та біологічна фізика».

Література

1. Козел С. М. Ліцензований навчальний CD-диск: комп'ютерний курс «Открытая физика 1.1» / под ред. С. М. Козела. CD «Открытая физика», ТОВ «ФИЗИКОН», 1996–2001. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM).

2. Пойда В. П. Методичні інструкції щодо виконання віртуальних лабораторних робіт з механіки / В. П. Пойда, В. П. Хижковий. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2007. – 82 с.

3. Пойда В. П. Методичні інструкції щодо виконання віртуальних лабораторних робіт з оптики / В. П. Пойда, В. П. Хижковий. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2006. – 68 с.

4. Пойда В. П. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з атомної та ядерної фізики / В. П. Пойда, В. М. Дубовик, Д. Є. Мила. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2018. – 64 с.

5. Фізичний практикум з фізики атома і фізики ядра й елементарних частинок для студентів фізичного факультету [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://physics.karazin.ua/doc/chairs/k_eph/m_o_05.pdf.