

С. П. Величко, Е. П. Сірик, С. В. Шульга

*Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка
e-mail: spvelyhko@gmail.com***ВІРТУАЛЬНА ЛАБОРАТОРІЯ З ВИВЧЕННЯ ОСНОВ КВАНТОВОЇ ФІЗИКИ**

У статті висвітлюється проблема організації навчально-пізнавальної діяльності студентів у процесі підготовки та виконання фізичного практикуму з курсу квантової фізики на основі реалізації інформаційно-комунікаційних технологій і комп'ютерної техніки, що підвищують рівень навчальних досягнень майбутніх фахівців. Показано, що комп'ютерно-орієнтовані засоби є достатньо ефективними саме для навчально-виховного процесу, бо за таких умов організація пошукової діяльності студентів вони виконують роль засобів навчальної діяльності і сприяють відшукуванню студентом вже відомої навчальної інформації, яка дозволяє вирішити виявлену у даний момент навчальну проблему у вигляді навчального завдання чи проекту. Студент, як суб'єкт навчання, не одержує нового елемента знань, але знайомиться з інформацією про відомий спосіб вирішення навчальної проблеми. Тому комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання у процесі виконання фізичного практикуму є ефективними засобами організації діяльності студентів у навчально-виховному процесі з курсу квантової фізики, а програмно-педагогічне забезпечення є педагогічно виваженим і виправданим з метою формування предметних компетентностей студентів. Разом з тим пропонується ППЗ «Quantum Physics» дозволяє виконати 11 робіт фізичного практикуму у варіанті віртуального і реального дослідження і в поєднанні з раніше одержаними результатами дає підстави для твердження про доцільність створення віртуальної лабораторії з вивчення основ квантової фізики, що охоплює новий матеріал змісту та методику виконання фізичного практикуму з урахуванням побажань і планів суб'єкта навчання.

Ключові слова: віртуально-орієнтований експеримент, фізичний практикум, інформаційні технології, полікомпонентне навчальне середовище, засіб навчальної діяльності, навчальне завдання, предметні компетентності, квантова фізика, віртуальна лабораторія.

Постановка проблеми. Процеси, що відбуваються в останні роки у вищій освіті, ставлять нові завдання перед вищою школою з метою її модернізації й одночасно висувають нові вимоги до професійної підготовки фахівця, якого готує вищий заклад освіти. Ці процеси вимагають змін в змісті освіти, досить виваженого, але цілеспрямованого запровадження інноваційних технологій, умілого поєднання в оновленні навчально-методичного забезпечення та реалізації в ньому сучасних інноваційних підходів з добре перевіреними та апробованими методичними прийомами і засобами у новому інформаційному середовищі, що насичене різними інформаційно-комунікаційними технологіями (ІКТ). Зазначене є наслідком того, що сучасний етап розвитку суспільства характеризується широким використанням комп'ютерної техніки, нових цифрових вимірювальних та комп'ютерно-орієнтованих комплексів і відповідних методик та технологій виконання досліджень. Відповідно зростають вимоги до фахівця з обраного напрямку, якого готує заклад вищої освіти: суттєво підвищуються вимоги до рівня компетентності в галузі інформатики й комп'ютерної техніки, змістовнішими стають вимоги до розуміння сутності сучасних інформаційних технологій тощо. Нові засоби навчання, що добре зарекомендували себе у навчальному процесі, поєднуються із засобами ІКТ і змінюють підходи до використання інформаційних технологій у навчальній і професійній діяльності, створюючи ефективне полікомпонентне навчальне середовище з орієнтацією на індивідуальні можливості та потреби студентів й одночасно розкриваючи нові можливості у навчально-виховному процесі та в організації пізнавальної діяльності кожного студента [1].

За цих обставин вагомою залишається проблема теоретичної підготовки майбутніх фахівців, як основи їх професійної компетентності. Тут особливого значення для розв'язання проблеми та підвищення рівня підготовки майбутніх фахівців набуває фундаментальність фізичної освіти у вишах, де курсу фізики належить досить важлива роль, оскільки він дозволяє цілісно уявляти будь-яку навчальну чи наукову проблему, а головне є теоретичною основою для опанування дисциплін професійного блоку.

Аналіз раніше виконаних досліджень і наукових праць, і зокрема праці В.Ю. Бикова, М.І. Жалдака, Ю.О. Жука, В.Ф. Заболотного, О.І. Іваницького, М.В. Морзе, Н.Л. Сосницької, О.М. Спіріна, а також дослідження, що виконані під керівництвом С.П. Величка на базі кафедри фізики та методики її викладання в ЦДПУ імені Володимира Винниченка, доводять беззаперечну доцільність та ефективність реалізації засобів комп'ютерної техніки та ІКТ у навчальному про-

цесі з фізики як середніх, так і вищих закладів освіти та суттєво підвищують результативність пошуково-пізнавальної діяльності суб'єктів навчання, що виражена не лише у зростанні їхніх навчальних досягнень, а й у рівні та якості сформованих у них предметних і професійних компетентностей та у формуванні особистості майбутнього висококваліфікованого фахівця, хоча й у багатьох випадках така професійна діяльність не пов'язана з фізикою. Зазначимо, що в ході вирішення цієї проблеми під час виконання держбюджетної наукової теми «Розвиток фундаментальної підготовки вчителів фізики в умовах інтеграції теоретичної та експериментальної складових» (УДК 378.147.091.33:53 № держреєстрації 0112U002180) у період з 2012 по 2015 роки ми показали достатню вагомість у цьому і зокрема, у підготовці майбутніх вчителів фізики, проблеми інтеграції теоретичної та експериментальної складових для фахівців, майбутня професійна діяльність яких споріднена з фізикою. Як наслідок результативними виявилися дисертаційні дослідження, що виконані на рівні докторських дисертацій [2; 3], а також низка наукових досліджень кандидатського рівня [5-10], що пов'язані із запровадженням засобів ІКТ у навчанні.

Частина цих досліджень була присвячена і довела педагогічну доцільність та ефективність використання засобів ІКТ і в процесі підготовки фахівців, діяльність яких не пов'язана із майбутньою професією фізика, а, наприклад, для фахівців авіаційної галузі (операторів складних систем управління) [5] чи взагалі студентів вищих навчальних закладів освіти [7; 10].

Отже, було доведено, що засоби ІКТ і комп'ютерної техніки є достатньо ефективними як у процесі навчання фізики у середніх загальноосвітніх навчальних закладах, так і в вищих закладах освіти.

Основні результати дослідження. Вагомим, на нашу думку, в запровадженні комп'ютерно-орієнтованих засобів і комплексів у процесі навчання фізики взагалі, і квантової фізики зокрема [11], є те, що студенту надається можливість у реалізації власного бажання підвищити рівень навчальних досягнень та предметних і фахових компетенцій на основі ІКТ. Такий підхід спрямовує навчальну діяльність на формування інтегрованих знань, а також формує інтегровані вміння і навички у майбутній професійній діяльності, а в цілому сприяє формуванню професійних якостей особистості майбутнього фахівця та професійної його компетентності, що не завжди виправдовується, бо студент особливо нефізичного профілю навчання знаходить частіше всього вже відомий спосіб вирішення проблеми, поліпшуючи при цьому свої компетенції в галузі інформатики, що слід визнати також є дуже корисним для нього.

Але, на нашу думку, перспективною і вагомішою має бути розробка інформаційно-комунікаційного навчального комплексу з природничих дисциплін (фізики, хімії, біології, астрономії та ін.) з метою вивчення об'єкта дослідження на основі віртуального експерименту, як це запропоновано у вивченні фізики рідких кристалів, де створена і запропонована віртуальна фізична лабораторія з урахуванням додатку до посібника [12] у вигляді електронного диску із запропонованим ППЗ, який дає можливість учневі отримати абсолютно всю інформацію про рідкі кристали (РК) і всебічно проаналізувати і дослідити фізичні процеси, ефекти і приклади практичного використання РК. Тут розроблене ППЗ може бути використане для різних дидактичних цілей, дозволяючи опанувати різноманітні варіанти дослідницької діяльності учня в процесі вивчення фізики рідких кристалів, або відшукати будь-яку інформацію, яка потрібна в даний момент часу студенту, щоб розв'язати задачу чи вправу, завдання чи конкретний приклад у ході своєї діяльності, чи у ході виконання фізичного практикуму.

Таким чином, подальші наші пошуки привели до висновків, що сучасний розвиток комп'ютерної техніки і розширення функціональних можливостей ІКТ дозволяє використовувати комп'ютери на всіх етапах навчального процесу з природничих дисциплін. При цьому запровадження ІКТ суттєво впливає на методику викладання природничих дисциплін, зокрема вивчення фізики і на нефізичних спеціальностях: з'являється мета підготовки студентів до ефективної життєдіяльності в насиченому засобами ІКТ та інформатизованому суспільстві; виникає потреба введення нового змісту прикладного характеру; з'являється можливість широкого використання дослідницьких методів; має місце запровадження прогресивних форм навчання; запроваджуються нестандартні і нетрадиційні заняття з використанням ІКТ [13].

Відтак, у новому насиченому ІКТ засобами полікомпонентному навчальному середовищі успішно реалізуються можливості різновекторного напрямку організації самостійної пізнавально-пошукової діяльності студента, надаючи переваги тим, які найбільшою мірою відповідають конкретним можливостям студента, а відтак спрямовуючи навчальний процес на його індивідуалізацію, що відповідає запитам саме студента.

До того ж застосування ІКТ дає змогу створити на екрані комп'ютера наочну й динамічну картину перебігу фізичного досліду або явища засобами комп'ютерного (віртуального) експерименту, яке нескладно пояснити, зате відкриває широкі можливості з метою удосконалення різних аспектів навчально-виховного процесу. Таким чином, комп'ютерне моделювання стає могутнім інструментом для формування знань про природу, а весь набір засобів навчання в умовах полікомпонентного навчального середовища перетворюється у відповідну віртуальну лабораторію, яка сприяє успішному опануванню знаннями з природничих дисциплін.

Успішне опанування студентами у відповідності до навчальних планів низки технічних дисциплін, формування відповідних професійних компетенцій, які пов'язані з експериментальною підготовкою фахівця, а також формування в рамках сучасної природничо-наукової концепції уявлення про фізику як про експериментальну науку, передбачає обов'язковість лабораторного фізичного практикуму як одного з основних елементів ефективної методичної системи навчання фізики. Повноцінне опанування основами квантової фізики передбачає обов'язкове виконання студентами фізичного практикуму, у ході якого інтегруються теоретична та експериментальна складові на основі самостійної пізнавально-пошукової діяльності виконуваної кожним студентом пошукової діяльності.

Тому наша мета у цій статті: обґрунтувати доцільність і потребу створення полікомпонентного навчального середовища, що дозволяє успішно реалізувати комп'ютерно-орієнтовані засоби підтримки індивідуальної пізнавальної

діяльності студентів у виконанні фізичного практикуму з квантової фізики на основі інтеграції реального та комп'ютерного (віртуального) експериментів й окреслити основні структурні компоненти такої віртуальної фізичної лабораторії, що забезпечує успішне поєднання теоретичної та експериментальної складових у формуванні у студентів предметної фізичної компетентності під час вивчення основ квантової фізики.

Використання ІКТ у ході виконання фізичного практикуму дозволяє розв'язати низку науково-теоретичних та методичних проблем, що обумовлені низькою експериментальною підготовкою студентів, а головне націлені на спрямовану організацію індивідуальної дослідницької діяльності студента на виконання експериментального дослідження. При цьому в системі фізичного практикуму з квантової фізики виділяється реальна і віртуальна складові, які обумовлюють віртуальну та мікрокомп'ютерну фізичну лабораторію.

Під віртуальною розуміють лабораторну роботу, коли студенту надається можливість за допомогою моделей фізичних явищ чи процесів дослідити умови та їх перебіг, встановити зв'язок між фізичними величинами, проаналізувати отримані результати та узагальнити їх і зробити відповідні висновки. Віртуальні лабораторні роботи виконуються у тому випадку, якщо необхідні досліди не можуть бути проведені в аудиторії з реальним обладнанням.

Виконання лабораторної роботи з використанням мікрокомп'ютерної лабораторії передбачає проведення реального дослідження з використанням різних датчиків (тиску, температури, сили струму тощо), від яких інформація надходить до комп'ютера та обробляється відповідною програмою. Така робота практикуму дає можливість здійснити реальний експеримент одночасно з відображенням його результатів на екрані монітора, спостерігати зв'язок між конкретними змінами, вносити і фіксувати умови експерименту та їх графічно інтерпретувати. Мікрокомп'ютерна лабораторія робить фізичний експеримент не тільки цікавим і зрозумілим, але й більш інформативним. Такий реально-віртуальний (автоматизований) експеримент виконується внаслідок використання відповідного ППЗ. Тому комп'ютерна лабораторія має досить високий потенціал в реалізації головних цілей навчання студентів усіх спеціальностей: вона розширює уявлення про експериментальний метод пізнання, дозволяє провести експериментальне дослідження в різних умовах, розвиває самостійність, цілеспрямованість та активне ставлення студентів до вирішення завдань, дозволяє реалізувати міжпредметні зв'язки фізики з інформатичними дисциплінами та з дисциплінами професійного (прикладного) спрямування, стимулює й активізує пізнавальну діяльність студентів, сприяє прояву і розвиває здібності студентів та формує їхню особистість.

Використовуючи запропоновані програмні продукти до роботи фізичного практикуму, студент самостійно набуває предметні та окремі професійні компетентності і вирішує це на основі взаємопов'язаного запровадження віртуального і реального навчального експериментів, які реалізуються створеним новим багатофункціональним ППЗ, що містить низку послідовних і виокремлених модулів [14]. Сукупність модулів дає можливість виконати роботу практикуму у повному обсязі і сформувати у студента елементи майбутніх професійних компетентностей.

Позитивним у такій методиці є те, що один модуль відбиває лише одну із проблем у лабораторному практикумі, опанувавши яку студент переходить до з'ясування іншої, що полегшує підготовку студента до роботи і спрямовує індивідуальну пізнавальну діяльність на етапі підготовки до практикуму.

На наступному етапі студент в лабораторії виконує реальне дослідження, а віртуальний варіант експерименту слугує йому орієнтиром.

На завершальному етапі виконання практикуму студент запускає програму, а комп'ютерно-орієнтований засіб автоматично виконує усе дослідження і подає наближені до

ідеальних результати лабораторних досліджень. Студент, співставляючи результати усіх етапів, може у підсумку зробити коригування своїх вимірів, розрахунків чи узагальнених висновків, або встановити помилку, виправити її і внести поправки у висновки. Це відбиває елемент професійного ставлення фахівця до виконаного обсягу роботи.

Для прикладу наводимо результати виконання однієї з 11 робіт практикуму «Вивчення потенціалів збудження атомів» за допомогою ППЗ «Quantum Physics». Метою цього дослідницького завдання передбачається експериментально перевірити ідеї Бора про існування стаціонарних атомів і визначити перший потенціал збудження атомів ксенону.

На першому етапі студент, працюючи із ноутбуком чи з комп'ютером у домашніх умовах, вмикає програмний продукт та обирає лабораторну роботу.

На екрані монітора з'являється вікно, що містить блок, у якому даються короткі теоретичні відомості, хід роботи та контрольні запитання. При цьому попередні вікна не закриваються, їх можна переміщувати на екрані, щоб вони не закривали одне одного, а за необхідності вікна згортаємо за допомогою «мінуса» у правому верхньому кутку, або розгортаємо на весь екран чи закриваємо «хрестиком». Теоретичні відомості можна опрацювати у повному обсязі фрагментарно, прокручуючи за допомогою повзунка їхній зміст.

Під час вибору другої закладки відкривається вікно «Хід роботи», де подано схему установки, розкрито послідовність роботи з посиланнями на методичні рекомендації у посібнику [14, с.25-28].

Під час виконання експериментальних завдань відповідно до інструкції студент змінює входні дані (значення передбачених фізичних величин, а саме напруги $U_{к-с}$) і будує графік $I = f(U_{к-с})$.

Після проведення необхідної кількості вимірювань, що передбачені лабораторним дослідженням, формується файл з кінцевими результатами у вигляді таблиці і графіка, що представлені на рис. 1.

Визначення першого потенціалу збудження.

Залежність I (мкА) від U (В)

U, В	I, мкА	U, В	I, мкА	U, В	I, мкА	U, В	I, мкА
0	2	3,6	49	7,2	38	10,8	69
0,2	5	3,8	48	7,4	40	11	70
0,4	12	4	47	7,6	40	11,2	73
0,6	21	4,2	42	7,8	42	11,4	75
0,8	26	4,4	42	8	43	11,6	77
1	35	4,6	40	8,2	46	11,8	78
1,2	40	4,8	41	8,4	47	12	75
1,4	42	5	41	8,6	47	12,2	77
1,6	46	5,2	40	8,8	48	12,4	83
1,8	48	5,4	42	9	50	12,6	86
2	49	5,6	41	9,2	50	12,8	91
2,2	50	5,8	39	9,4	56	13	90
2,4	50	6	38	9,6	57	13,2	95
2,6	51	6,2	38	9,8	58	13,4	95
2,8	51	6,4	36	10	60	13,6	102
3	50	6,6	36	10,2	61		
3,2	49	6,8	39	10,4	65		
3,4	49	7	41	10,6	66		

Визначення першого потенціалу збудження

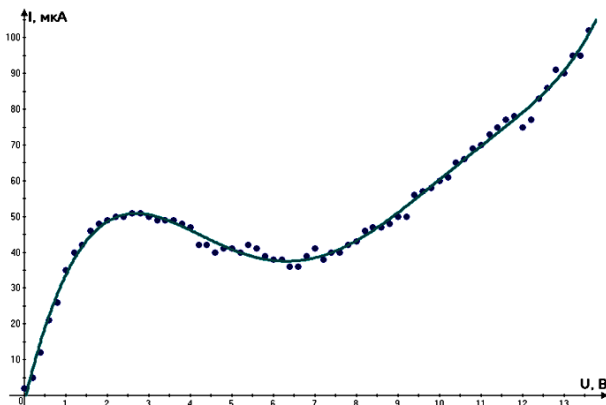


Рис. 1. Діалогові вікна «Таблиці» та «Графіки» результатів роботи практикуму

За результатами ППЗ «Quantum Physics» у роботі практикуму «Вивчення потенціалів збудження атомів» студент визначає перший потенціал збудження атомів ксенону, який дорівнює:

$$U_1 = 2,8 \text{ В.}$$

Отже, у ході роботи фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика» студенти одержали результати, що представлені таблицею і графіком на рис. 1 і параметрами напруги збудження для тиратрону ТГЗ-0,1/1,3, що заповнений ксенон-криптоном при тискові $\sim 0,1$ мм рт. ст., що дорівнює:

$$U_1 = 3,4 \text{ В; } \mathcal{E} = 1,5\%.$$

До переваг використання у фізичному практикумі варіанту віртуальних робіт ми відносимо ту обставину, що комп'ютер надає можливість візуалізації не реального досліджуваного явища природи, а його спрощеної моделі. Це дозволяє швидко й ефективно знаходити фізичні закономірності чи визначати необхідні фізичні параметри у ході виконання лабораторних досліджень, розв'язування індивідуальних завдань чи навчальних проектів.

Отже, наші подальші пошуки з метою удосконалення методики навчання квантової фізики завдяки запровадженню комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання та створення нових ППЗ і створеного полікомпонентного навчального середовища привели до узагальнення, що доцільно створити і запропонувати віртуальну фізичну лабораторію, яка має бути націлена на реалізацію цієї дидактичної системи [11, с.177] із доповненням розробленого ППЗ до 11 робіт для фізичного практикуму з курсу «Квантова фізика». Такий підхід осучаснює зміст навчального матеріалу з квантової фізики, суттєво розширює і розвиває методичні можливості методики в поліпшенні вивчення курсу фізики в загальноосвітніх закладах освіти й одночасно поліпшує рівень професійної підготовки майбутніх учителів фізики і студентів нефізичних спеціальностей, а також формує особистість фахівця, готового до активної життєдіяльності в умовах широкого впровадження засобів ІКТ в усі сфери діяльності людини.

Висновки. 1. Створене та апробоване ППЗ «Quantum Physics» суттєво розширює дидактичні можливості методики навчання розділу «Квантова фізика», і зокрема його фізичного практикуму, в аспекті організації та урізноманітнення самостійної пошукової діяльності студентів внаслідок запровадження комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання за умов створення полікомпонентного навчального середовища, що інтегрує теоретичну та експериментальну складові підготовки майбутнього вчителя фізики на основі поєднання реального і віртуального навчального експерименту. При цьому студент реалізовує мету навчання з використанням засобів ІКТ, коли цей засіб є засобом його діяльності. Зазначене уособлює результативність дослідження та його значущість саме у процесі вивчення курсу фізики студентами як фізичних, так і нефізичних спеціальностей. Маємо зазначити, що запровадження полікомпонентного середовища є досить ефективним і перспективним для навчально-виховного процесу з метою формування у майбутнього фахівця предметних компетентностей.

2. Поєднання запропонованого ППЗ «Quantum Physics» із раніше запропонованого нами варіанту дидактичної системи вивчення розділу квантової фізики дає підстави для створення віртуальної фізичної лабораторії, яка суттєво розширює методику вивчення розділу «Квантова фізика», а також урізноманітнює види пошукової діяльності суб'єктів навчання та вдосконалює методику організації самостійної роботи у ході виконання фізичного практикуму.

Список використаних джерел:

1. Експеримент на екрані комп'ютера : монографія / авт. кол.: Ю.О. Жук, С.П. Величко, О.М. Соколюк, І.В. Соколова, П.К. Соколов ; за ред. Жука Ю.О. – К. : Педагогічна думка, 2012. – 180 с.
2. Мороз І.О. Теоретичні та методичні засади інтегрованого навчання термодинаміки і статистичної фізики в педагогічних університетах : автореф. дис. ... доктора пед. наук за

- спец.: 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Іван Олексійович Мороз; Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. – К.: Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2012. – 40 с.
3. Сальник І.В. Інтеграція реального і віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі: автореф. дис. ... доктора пед. наук за спец.: 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Ірина Володимирівна Сальник; Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. – К.: Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2016. – 40 с.
 4. Забара О.А. Методика виконання фізичного практикуму майбутніми вчителями фізики в умовах взаємозв'язку реального та віртуального навчального експерименту: автореф. дис. ... канд. пед. наук за спец.: 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Олексій Анатолійович Забара; Кіровоградський держ. пед. ун-т ім. В. Винниченка. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. – 20 с.
 5. Задорожня О.В. Методичні засади створення та використання педагогічних програмних засобів у процесі навчання фізики студентів вищих авіаційних навчальних закладів: автореф. дис. канд. пед. наук зі спец. 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Оксана Володимирівна Задорожня. – Кіровоград, 2014. – 20 с.
 6. Ковальов С.Г. Методичні засади розроблення та використання навчального обладнання для дослідження оптичного випромінювання у навчальному процесі з фізики в університетах: автореф. дис. канд. пед. наук зі спец. 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Сергій Григорович Ковальов. – Бердянськ, 2014. – 20 с.
 7. Слободяник О.В. Методика організації самостійної роботи студентів педагогічних університетів у процесі навчання фізики: автореф. дис. канд. пед. наук зі спец. 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Ольга Володимирівна Слободяник. – Кіровоград, 2012. – 20 с.
 8. Соменко Д.В. Розвиток пізнавальної активності студентів педагогічних університетів у процесі навчання фізики з використанням інформаційно-комунікативних технологій: автореф. дис. канд. пед. наук зі спец. 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Дмитро Вікторович Соменко. – Кіровоград, 2015. – 20 с.
 9. Петриця А.Н. Співвідношення віртуального та реального у навчальному експерименті у процесі вивчення фізики в основній школі: автореф. дис. канд. пед. наук зі спец. 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Андрій Назарович Петриця. – Кіровоград, 2010. – 20 с.
 10. Царенко І.Л. Інноваційно-педагогічні технології у системі підготовки майбутніх учителів з безпеки життєдіяльності: автореф. дис. канд. пед. наук зі спец. 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти / Ірина Леонтіївна Царенко; Інститут педагогічної освіти і освіти дорослих АПН України. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2010. – 22 с.
 11. Величко С.П. Вивчення основ квантової фізики: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / С.П. Величко, Л.Д. Костенко. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2002. – 274 с.
 12. Величко С.П. Вивчення фізичних властивостей рідких кристалів у середній загальноосвітній школі: посібник для вчителів / С.П. Величко, В.В. Неліпович. – 2-е вид. доповнене. – Кіровоград: ПП «Ексклюзив-Систем», 2015. – 232 с.
 13. Фізичний практикум для студентів нефізичних спеціальностей: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / [С.П. Величко, І.В. Сальник, Е.П. Сірик]. – Кіровоград: ПП «Ексклюзив-Систем», 2014. – 188 с.
 14. Шульга С.В. Організація індивідуальної роботи студентів засобами ІКТ у підготовці та виконанні лабораторного практикуму з курсу загальної фізики (квантова фізика): навч. посібник для студ. фіз.-мат. фак-тів пед. ун-тів / С.В. Шульга; наук. ред. С.П. Величко. – Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2018. – 142 с.

С. П. Величко, Э. П. Сирьк, С. В. Шульга

Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка

ВИРТУАЛЬНА ЛАБОРАТОРІЯ С ОБУЧЕННЯ ОСНОВ КВАНТОВОЇ ФІЗИКИ

В статті розглядається проблема організації учебно-пізнавальної діяльності студентів в процесі під-

готовки і виконання фізичного практикуму в курсі квантової фізики на основі здійснення інформаційних і комунікаційних технологій і комп'ютерної техніки, які підвищують рівень учбових досягнень майбутніх спеціалістів. Показано, що комп'ютерно-орієнтовані засоби є дуже ефективними для студентів, вони виконують роль засобів учбової діяльності і сприяють пошуку студентами вже відомої учбової інформації, яка дає можливість вирішити вже існуючу в даний момент учбову проблему в формі учбового завдання або проекту. Студент, як суб'єкт навчання в процесі виконання фізичного практикуму не отримує нового елемента знань, а ознайомлюється з інформацією про відомий спосіб рішення учбової проблеми. Тому, комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання є ефективними засобами організації діяльності студентів в учбово-виховному процесі курсу квантової фізики, а програмно-педагогічне забезпечення є педагогічно зваженим і обґрунтованим з метою формування предметних компетентностей студентів. Разом з тим, запропоноване ППО «Quantum Physics» дає можливість виконати 11 робіт фізичного практикуму в варіанті віртуального і реального експерименту і в поєднанні з раніше отриманими результатами дає підстави для утвердження процесу створення віртуальної лабораторії по вивченню основ квантової фізики, які охоплюють новий матеріал і методику виконання фізичного практикуму з урахуванням побажань і планів суб'єкта навчання.

Ключевые слова: віртуально-орієнтований експеримент, фізичний практикум, інформаційні технології, полікомпонентна учбово-навчальна середовище, засоби учбової діяльності, учбово-навчальне завдання, предметні компетентності, квантова фізика, віртуальна лабораторія.

S. P. Velychko, E. P. Siryk, S. V. Shulga

Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University

VIRTUAL LABORATORY FOR STUDY OF QUANTUM PHYSICS FUNDAMENTALS

The article describes the organization of educational and cognitive activity of students in the process of preparation and implementation of a practicum on the course of quantum physics on the basis of the implementation of information and communication technologies and computer technology in order to raise the level of educational achievements of future specialists. It is shown that computer-oriented means are quite effective for the educational process, because under such organization of students' research work they perform the role of learning means and help to find an already known educational information, which allows to solve the current problem in the form of a study assignment or a project. A student, as a subject of learning, does not receive a new element of knowledge, but gets acquainted with the known way to solve the educational problem. Therefore, computer-based learning tools in the process of performing a physical practicum are quite effective means of organizing students' activities in the educational process in the course of quantum physics, and the pedagogical software is pedagogically balanced and justified for the purpose of formation of students' subject competences. At the same time the proposed software «Quantum Physics» allows to execute 11 laboratory works of physical practicum in both virtual and real research variants and in conjunction with the previously obtained results gives grounds for the assertion that it is expedient to create a virtual laboratory for the study of the foundations of quantum physics, which covers the new content and the methodology for the implementation of a physical practicum taking into account the wishes and plans of the subject of learning.

Key words: virtually oriented experiment, physical practicum, information technology, multicomponent learning environment, educational means, educational problem, subject competence, quantum physics, virtual laboratory.

Отримано: 22.05.2018