

УДК 372.853

Величко Степан Петрович

завідувач кафедри фізики та методики її викладання, професор, доктор педагогічних наук
Центральноукраїнський державний педагогічний університет ім. Володимира Винниченка,
м. Кропивницький, Україна
ORCID ID 0000-0002-1692-9741
spvelychko@gmail.com

Шульга Сергій Володимирович

аспірант кафедри фізики та методики її викладання
Центральноукраїнський державний педагогічний університет ім. Володимира Винниченка,
м. Кропивницький, Україна
sergii.shulga@gmail.com

КОМП'ЮТЕРНО-ОРІЄНТОВАНІ ЗАСОБИ ПІДТРИМКИ САМОСТІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ У НАВЧАННІ КВАНТОВОЇ ФІЗИКИ

Анотація. Упровадження сучасних інноваційних технологій навчання у підготовки висококваліфікованих фахівців передбачає значне розширення і підвищення значущості пізнавальної діяльності у навчально-виховному процесі кожного студента, і зокрема індивідуальної його діяльності у ході виконання лабораторного практикуму з курсу загальної фізики, включаючи і вивчення розділу «Квантова фізика». Наші наукові пошуки переконують у доцільності широкого використання комп'ютерно-орієнтованих засобів з метою розвитку самостійної діяльності студентів з фізики й у високій їх ефективності для розв'язання проблеми інтеграції реального і віртуального експерименту із зазначеного розділу. Для цього створені нами комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання і відповідні програмні продукти враховують обов'язкову наявність послідовних модулів, що забезпечують багатофункціональність запропонованого навчального комплексу для виконання робіт фізичного практикуму і практичних навчальних завдань з відповідного розділу як автономно (незалежно від інших), так й інтегровано з іншими модулями. Виокремлені модулі, з одного боку, узгоджені з видами навчальної діяльності студента, а з іншого боку, – сприяють цілеспрямованому управлінню дослідницькою роботою у ході фізичного практикуму й, отже, є важливим чинником в організації й керуванні самостійною роботою студента. Така методика дає можливість студенту на достатньо високому рівні усвідомити кожний модуль і відповідно на належному рівні опанувати лабораторним дослідженням з квантової фізики, де предмет вивчення може бути представлений реально або віртуально, що одночасно підвищує фахові експериментаторські компетенції майбутніх учителів фізики та фахівців, діяльність яких пов'язана з фізикою, а також поліпшує ефективність самостійної роботи майбутнього фахівця.

Ключові слова: індивідуальна робота студентів; навчання фізики; програмні продукти; лабораторний практикум; модулі; методика фізичного практикуму; інтеграція реального й віртуального експериментів; експериментаторські компетентності.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. Широке впровадження сучасних інноваційних технологій навчання (СІТН) у систему підготовки фахівців у вищих навчальних закладах (ВНЗ) передбачає виділення більшого часу саме на самостійну роботу студентів. Зазначене не лише сприяє підвищенню рівня професійної підготовки фахівців, але й створює реальні й досить ефективні умови у зв'язку з формуванням особистості самого фахівця, а також з вихованням у нього позитивних рис у досягненні бажаного результату. При цьому важливо усвідомлено запроваджувати й обирати найбільш сприятливі оптимальні методи і прийоми та навчальні засоби з урахуванням об'єкта вивчення.

Тут варто конкретизувати й одночасно виокремити зазначений вид індивідуальної

діяльності студента, бо обсяг і особливості самостійної пошукової діяльності студента з фізики, з одного боку, визначаються з урахуванням специфіки і змісту навчальної дисципліни, її місця і значення, і дидактичної мети в реалізації освітньо-професійної програми, а з іншого, – одночасно залежать від того, на скільки і якої кількості передбачено у навчальному процесі практичних, семінарських і лабораторних занять; як і наскільки ці заняття можуть бути забезпечені реальними фізичними експериментами чи дослідами; як і наскільки наявні засоби й навчальне обладнання дає можливість створити таке навчальне середовище, у якому можна виконувати ці досліди або спостереження за конкретними явищами і процесами, що вивчаються; наскільки запроваджені навчальні прилади дозволяють якісно і кількісно оцінювати фізичні процеси й вимірювати конкретні фізичні параметри й величини, а також робити кількісні розрахунки для визначення постійних величин, порівнювати їх із табличними.

За цих обставин, на нашу думку, особливої уваги заслуговує вивчення розділу «Квантова фізика» у загальному курсі фізики, бо саме цей розділ, з одного боку, потребує конкретних пропозицій у зв'язку з недостатнім забезпеченням його реальними експериментальними дослідницькими завданнями, відповідними роботами фізичного практикуму, індивідуальними навчальними завданнями і навчальними проектами та експериментальними вправами. А з іншого боку, цей розділ потребує саме таких пропозицій, котрі можуть бути змодельовані комп'ютерною технікою за допомогою відповідних ППЗ, а відтак можуть бути виконані віртуально з використанням комп'ютерно орієнтованих засобів навчання, СІТН тощо.

Виходячи із зазначеного, проблема є достатньо важливою у наш час, бо за умов, коли на самостійне вивчення основного змісту з розділу студенту виділяється не менше 50% навчального часу, а зміст і методика вивчення матеріалу повинні бути представленими певною системою завдань, вправ, лабораторних робіт і проектів та дослідницьких індивідуальних навчальних задач і завдань творчого характеру, що виконуються студентами індивідуально і частіше за все саме у вигляді самостійної роботи.

Отже, важливість й актуальність педагогічного дослідження з методики навчання загального курсу фізики за обраним напрямком визначається необхідністю розв'язання низки суперечливих проблем, до яких ми відносимо такі:

1 – запровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) як перспективний напрям розвитку самостійної роботи студентів у процесі навчання фізики;

2 – методика використання ІКТ для забезпечення індивідуальної роботи студента і для організації цілеспрямованої його навчальної діяльності у процесі вивчення квантової фізики розроблена недостатньо;

3 – проблема вдосконалення фізичної освіти, що пов'язана з посиленням ролі і значущості самостійної пізнавальної діяльності учня (студента) як суб'єкта цього процесу, традиційно отримувала мало уваги;

4 – у вирішенні проблеми активізації пізнавальної діяльності студентів недостатньо запроваджувалася така форма роботи, як виконання фізичного практикуму і розв'язування фізичних індивідуальних завдань і навчальних проектів, що не дає студентам чіткого усвідомлення сутності дидактичної проблеми побудови процесу навчання фізики на основі тісного і широкого поєднання їхньої самостійної роботи із засобами ІКТ та комп'ютерної техніки;

5 – розвиток самостійної роботи студентів з фізики через поєднання її із засобами ІКТ передбачає суттєве посилення ролі різних видів індивідуальних завдань, однак у методиці фізики відсутні саме такі завдання, що відносяться до індивідуальних, а також їх класифікація й узгодження із запроваджуваними у процесі вивчення фізики видами

пізнавальної діяльності студентів. Тому є потреба розробки як завдань, так і процесуальних аспектів вивчення сутності змісту цього розділу й розробки відповідних посібників з рекомендаціями щодо їх розв'язування;

6 – розвиток самостійної роботи студентів вимагає реалізації системного підходу до розробки змісту і методики запровадження різних видів індивідуальних завдань, що розвивають методичну систему навчання фізики у ЗНЗ і ВНЗ на синергетичній основі, а зазначена проблема стосовно вивчення квантової фізики є дуже важливою, хоча й у часовому параметрі вона завершує процес вивчення загального курсу фізики і відповідно є завершальним підсумковим етапом цього процесу.

Мета статті – обґрунтування використання комп'ютерно-орієнтованих засобів підтримки індивідуальної пізнавальної діяльності студентів під час виконання лабораторного практикуму з квантової фізики на основі інтегрованого запровадження реального і комп'ютерного (віртуального) експериментів у контексті формування відповідних компетенцій у майбутніх фахівців.

Аналіз раніше виконаних науково-педагогічних досліджень, і зокрема праць В. Ю. Бикова, М. І. Жалдака, М. І. Шута, а згодом С. П. Величка, Ю. О. Жука, В. Ф. Заболотного, О. І. Іваницького, Н. Л. Сосницької та інших, а також досліджень О. Забари, О. Задорожної, С. Ковальова, А. Петриці, О. Слободяник, Д. Соменка переконав нас у тому, що для підвищення ефективності самостійної пошукової роботи студентів, попри забезпечення правильного співвідношення обсягу аудиторної та самостійної роботи у позанавчальний час і методично виваженої її організації, досить вагомим є розгляд індивідуальної пізнавальної діяльності окремо кожного студента з відповідними програмно-педагогічними продуктами багатофункціонального призначення, а також забезпечення кожного студента методичними рекомендаціями, щоб процес цієї роботи набув творчого характеру й одночасно залишав би можливим постійний контроль за організацією і безпосереднім ходом самостійної роботи, що заохочує студента якісно виконувати відповідні справи і завдання [1]; [2].

Досить вагомим у нашій спробі створити комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання для виконання фізичного експерименту з використанням засобів ІКТ для різних дидактичних цілей є те, що студентів надається можливість підвищити і якісний, і кількісний рівень знань про досліджуваний об'єкт, що призводить до формування системи інтегрованих фізичних знань, а також умінь і навичок запроваджувати набуті знання у майбутній професійній діяльності, і в цілому сприяє формуванню професійних якостей особистості майбутнього фахівця і професійної компетентності загалом. На нашу думку, ще вагомим є розробка і створення навчального комплексу з природничих дисциплін (особливо з фізики, хімії, біології, астрономії та ін.) для вивчення об'єкта дослідження на основі віртуального експерименту [3]; [4]; [5] або ж такого комплексу, у якому розробляється і нове обладнання, і новий програмний продукт у поєднанні й з урахуванням можливостей реалізації багатофункціональності такого комплексу [6], що реалізує усі можливі варіанти і всі функції окремо та одночасно [7]; [8]; [9]; [10]; [11]. За цих умов виправданим залишається використання різноманітних комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання й особливо засобів комп'ютерної техніки й ІКТ саме під час вивчення квантової фізики, фізики атома [11] та запровадження засобів ІКТ як елементів дослідницької установки чи вимірювальних приладів [12]; [7]; [6] з ядерної фізики тощо.

Утім, аналіз сучасних проблем дидактики фізики підвів нас до ідеї, що у фізичній освіті між конкретно-предметним видом діяльності учня (студента) і абстрактно-логічним його мисленням має знайти свій прояв ще один етап, що пов'язує перехід від емпіричного пізнання до теоретичного узагальнення у випадку запровадження засобів

ІКТ, висловлений академіком НАПН України О. І. Ляшенком [10] ще у 1996 році. Ми переконались, що цей етап обґрунтовується об'єктивними закономірностями розвитку особистості майбутнього фахівця і забезпечує конкретність й наочність досліджуваного об'єкта і теоретичних понять і доводить ідею до розуміння її як інтеграцію фундаментальних знань, включаючи і ті основи, які формуються тісним поєднанням й узагальненням висновків, що впливають з віртуальних і реальних уявлень про явища і процеси реального світу.

Отже, на підставі зазначеного вище нами запропоновано ППЗ до серії лабораторних робіт фізичного практикуму з квантової фізики, що понад 20 років є обов'язковим для виконання майбутніми учителями у Центральноукраїнському державному педагогічному університеті ім. В. Винниченка.

2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Основні результати дослідження зводяться до того, що студент на основі запропонованого ППЗ, виконуючи кожну з робіт практикуму, може самостійно набувати предметних чи професійних компетентностей майбутнього вчителя і реалізує це на основі взаємопов'язаного запровадження віртуального і реального навчального експериментів у процесі фізичного практикуму з квантової фізики, які реалізуються на основі створених нових багатофункціональних програмних продуктів, що містять відповідні модулі:

1 – модуль, що подає номер, назву, тему, мету роботи та запроваджуване обладнання;

2 – модуль, що представляє теоретичні основи і розкриває теоретичні відомості до роботи практикуму, де з'ясовуються фізичні основи опису спостережуваних явищ і процесів й аналізуються відповідні закони і закономірності, що описують ці явища, а також розв'язується система математичних виразів із фізичних основ стосовно можливостей визначення фізичного параметра чи величини, котру передбачається віднайти;

3 – модуль візуалізації лабораторної установки й виконання віртуального експерименту, що моделює на екрані комп'ютера реальний експеримент;

4 – модуль накопичення заданих і вимірних параметрів у ході експерименту, які подаються таблицею конкретних результатів вимірювання фізичних величин або ж графічною їх інтерпретацією у вигляді графіка чи графічної залежності;

5 – модуль виконання математичних розрахунків з метою визначення відповідного параметра, який передбачено встановити метою роботи і виконаним завданням для обов'язкового визначення конкретної величини, залежності, закону, константи;

6 – модуль визначення похибок вимірювань і похибок визначення кінцевого результату в роботі;

7 – узагальнювальний модуль, що розкриває основні висновки з конкретно виконаної роботи практикуму;

8 – модуль, який упорядковує всі функції у ході експериментування у певній послідовності і черговості їх виконання, коли експеримент виконується автоматично, як єдине цілісне експериментальне дослідження від першої і до останньої виконаної дії (операції).

Наявність ППЗ з відповідними окремими модулями і можливість їх інтеграції як єдине послідовне і завершене дослідження дає можливість реалізації таких варіантів у процесі підготовки студентів і виконання індивідуальних навчальних проектів й організації індивідуальної навчально-пізнавальної діяльності студентів у фізичному практикумі.

Перший варіант, що передбачає вивчення кожного з модулів окремо за допомогою відповідного ППЗ і ПК, дає можливість студентові готуватися до практикуму у будь-яких умовах, працюючи з власним ноутбуком чи домашнім комп'ютером або реалізувати дистанційне навчання. При цьому у комп'ютерному моделюванні лабораторної роботи студент вивчає окремо кожний модуль, тобто теорію, установку, метод вимірювань і досліджень, що передбачаються в конкретній роботі; аналізує таблицю можливих фізичних параметрів, які можуть реально мати місце в ході експерименту; вивчає можливі графічні інтерпретації одержаних результатів і способи визначення фізичних параметрів і кінцевих результатів у ході експерименту, а також варіант їх узагальнення і висновку.

Отже, перший варіант розглядається як підготовчий з усіх аспектів виконуваної роботи практикуму чи ознайомлення із сутністю і виконанням навчального проекту або індивідуального навчального завдання. Цей варіант не виключає можливостей підготовки студента і в лабораторії, а кожний модуль є окремих і незалежним від інших модулів предметом вивчення, що дозволяє кожному студенту легше й активно опанувати його зміст.

Другий варіант фактично забезпечує виконання реального дослідження у ході виконання фізичного практикуму під час заняття в лабораторії. Комп'ютерно змодельований варіант цієї роботи слугує студентові як орієнтир у процесі виконання роботи практикуму з можливими передбачуваними і послідовно запроваджуваними блоками й інтервалами реальних значень фізичних параметрів, запроваджуваних методів і засобів експериментування. Другий варіант змодельований у вигляді комп'ютерного аналогу, який відтворює реальне виконання роботи практикуму у певній послідовності використання всіх передбачуваних блоків.

Третій варіант дає можливість здійснення експериментального дослідження суто у комп'ютерному (змодельованому) варіанті, він є ідеалізованим і досить точно відповідає всім теоретичним передбаченням ходу і результату експериментування, й, отже, він є вірцевим.

Відтак, його кінцевий варіант також є ідеальним і тому його студент може використовувати як зразок, до якого мають наближатися результати виконаної лабораторної роботи, що все-таки мають певні свої відхилення у реальному дослідженні. У третьому варіанті ППЗ і ПК забезпечують автоматичне виконання роботи практикуму, що потім у співставленні результатів і їх порівнянні дає підстави студентові бути упевненим в успішності виконаної роботи.

Згідно з розглянутими нами науково-методичними засадами і з урахуванням запропонованої методики цілеспрямованого керування індивідуальною діяльністю студентів нами розроблені ППЗ до 11 лабораторних робіт практикуму, перший модуль у яких представляє перелік робіт практикуму.

У головному вікні програми зліва розташовані кнопки, що дозволяють обрати одну з одинадцяти лабораторних робіт, і кнопка «Вибрати». Після натискання цієї кнопки з'являється вікно з вибраною лабораторною роботою, що містить три наступні блоки ППЗ до обраної роботи практикуму (рис. 1).

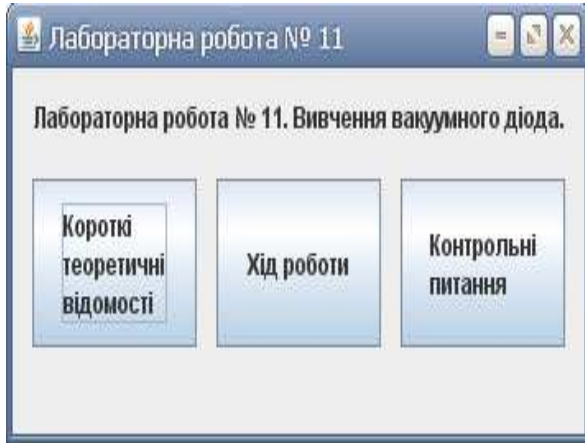


Рис. 1. Закладки до лабораторної роботи

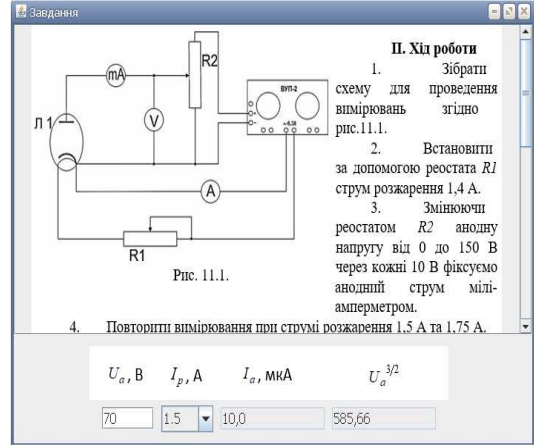


Рис. 2. Схема установки та хід роботи

Під час вибору першої закладки з'являється нове вікно (попередні вікна не закриваються, їх можна переміщувати на екрані так, щоб вони не закривали одне одного, за необхідності вікна згортаємо за допомогою «мінуса» у правому верхньому кутку програми, розгортаємо на весь екран чи закриваємо «хрестиком»). У цьому вікні міститься блок, що розкриває короткі теоретичні відомості до лабораторної роботи; за допомогою повзунка можна прокручувати його зміст, читаючи текст.

У разі вибору другої закладки відкривається вікно «Хід роботи» Схема установки та виконання роботи практикуму, де посилання робиться на методичні рекомендації студенту у посібнику [13] (рис. 2).

Після введення U_a та вибору I_p із випадваючого меню (1.4; 1.5...1.75) результати досліду (анодний струм I_a та значення $U_a^{3/2}$) з'являються у відповідних полях вікна у вигляді таблиці в нижній частині цього рисунка.

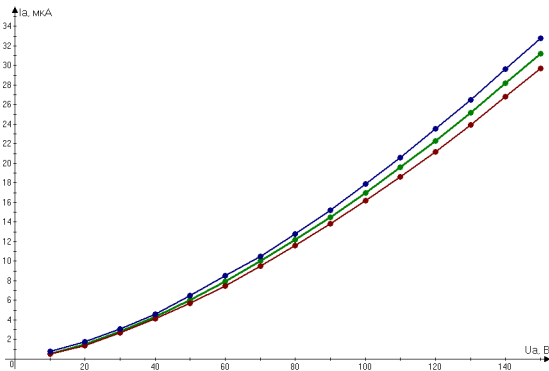
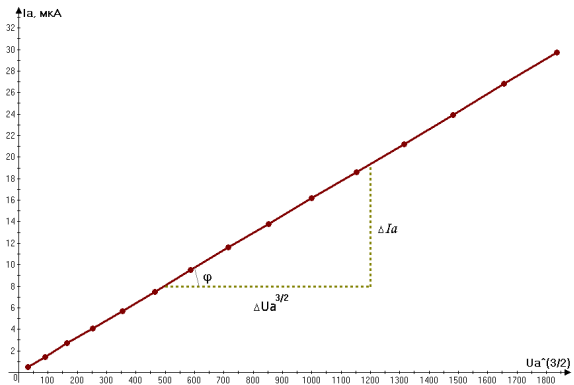
Наразі є можливість зберегти результати експерименту у вигляді таблиці 1 та експортувати, наприклад, у MSExcel або AdvancedGrapher:

Таблиця 1

	X	Y
1	10	0.5
2	20	1.5
3	30	3
4	40	5
5	50	6
6	60	8
7	70	10
8	80	12
9	90	14
10	100	16.5
11	110	19
12	120	21
13	130	23.5
14	140	26.5
15	150	30
16		

Отже, отримані внаслідок віртуального експерименту дані після експортування в AdvancedGrapher та побудови у черговому блоці графіків залежності I_a від U_a та I_a від $U_a^{3/2}$ дозволяють встановити кутовий коефіцієнт одержаної прямопропорційної залежності і визначити питомий заряд електрона e/m .

Графіки, що побудовані у середовищі AdvancedGrapher, представлені на рис. 3 і 4.

Рис. 3. Графік залежності $I_{\alpha}=f(U)$ Рис.4б. Графік залежності $I_{\alpha}=f(U^{3/2})$

Опрацьовуючи графічно представлену на рис. 6 залежність $I_{\alpha}=f(U^{3/2})$, студент визначає кутовий коефіцієнт C пропорційної залежності і згідно із запропонованою у методичних рекомендаціях [13, с. 83] формулою (17) розраховує питомий заряд електрона e/m , значення якого згодом порівнює з табличним і визначає похибки вимірювань і робить відповідні висновки.

Як переконує нас практика і моніторинг реалізації запропонованої методики у вивченні курсу фізики, за цих обставин зростає активність студентів у виконанні фізичного практикуму і проектних завдань; значною мірою підвищується результативність і якість експериментування студентами; зростає впевненість студентів у ході виконання будь-яких завдань з різних розділів курсу загальної фізики та відповідних спецкурсів, а в кінцевому результаті підвищується рівень експериментаторської компетентності студентів, що свідчить про підвищення рівня навчальних досягнень студентів з курсу загальної фізики, а також з напряду майбутньої професійної діяльності.

Для прикладу наводимо результати експериментальних досліджень студентів в одній із серій вимірювань у ході виконання роботи практикуму «Вивчення вакуумного діода та визначення питомого заряду електрона».

Метою цієї роботи передбачається дослідження вольт-амперних характеристик вакуумного діода і визначення питомого заряду електрона (на основі рівняння Богуславського-Ленгмюра).

Найбільш вагомим у цій роботі є розуміння студентами тих модулів, котрі передбачають і цілеспрямовано демонструють послідовність дій у ході виконання серії вимірювань з метою встановлення залежності $I_{\alpha}=f(U)$, з'ясування сутності у графічному представленні $I_{\alpha}=f(U^{3/2})$ і кутового коефіцієнта такої прямопропорційної залежності і кінцевого визначення питомого заряду електрона і визначення похибки вимірювань.

Після самостійного опрацювання методичних рекомендацій і віртуального варіанта виконання лабораторної роботи практикуму студенти у ході реального дослідження зазначених залежностей одержують досить переконливі результати і будують графіки залежностей, що не вимагає додаткових пояснень причин саме такого їхнього вигляду (рис. 5 і б) і відповідно роблять узагальнення й остаточні висновки.

Отже, вивчивши теоретичні відомості до лабораторної роботи на першому підготовчому етапі до роботи лабораторного практикуму, у першому завданні студент має зібрати установку згідно з рекомендованою електричною схемою і побудувати вольтамперну характеристику вакуумного діода 2Ц2С для трьох значень струму, що проходить через нитку розжарення. За одержаними результатами серії з трьох графіків вольтамперної характеристики студент за відповідними формулами визначає параметри $R_o; S; Rt$ для діода.

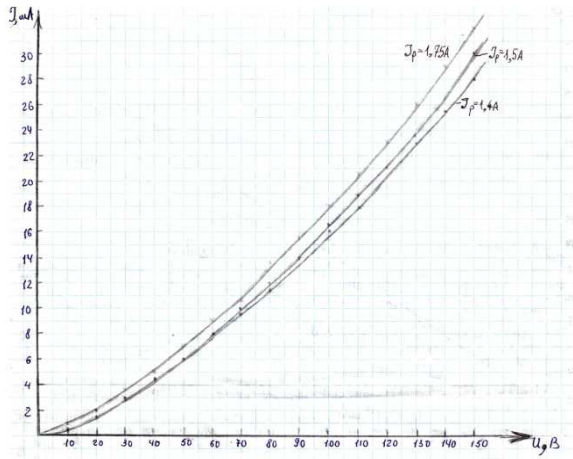


Рис. 5. Вольт-амперна характеристика діода

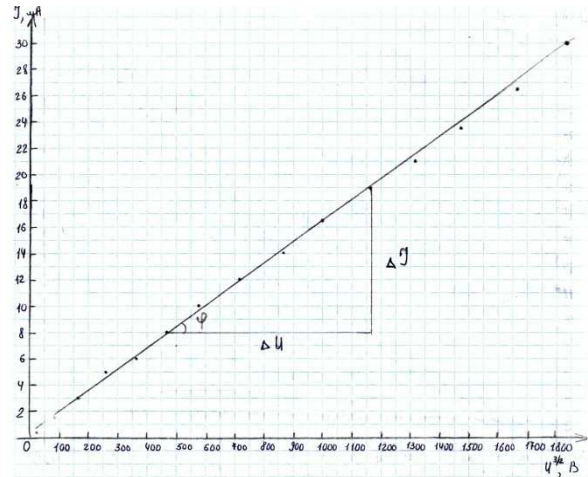


Рис. 6. Графік $I_{\alpha}=f(U^3/2)$

Згідно з другим завданням до цієї роботи практикуму студентів пропонується побудувати графік залежності:

$$I_{\alpha}=f(U^{3/2})$$

і, використовуючи дані для струму розжарення $I_p=1,5 \text{ A}$ для діода 2Ц2С, визначити кутовий коефіцієнт одержаної прямопропорційної залежності і розрахувати питомий заряд електрона e/m .

У ході лабораторних досліджень студенти одержали результати, що представлені відповідними графіками (рис.5 і 6) і такими параметрами:

$$C = \operatorname{tg} \varphi = 16 \cdot 10^{-6}; \quad e/m = 1,85 \cdot 10^{11} \text{ (Кл/кг)}, \text{ що складає похибку } \mathcal{E} = 5\%.$$

З метою узагальнення і підведення підсумків для всіх трьох варіантів достатньо позитивно себе зарекомендував блок «Контрольні запитання», за допомогою якого узагальнюються всі модулі й усе лабораторне дослідження в цілому.

3. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Створювані відповідно до сформульованих методичних засад комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання і відповідні програмні продукти доцільно подавати у вигляді алгоритму (у підготовці студентів до фізичного практикуму), що представлений незалежними модулями, котрі тісно пов'язані з окремими видами дослідницької діяльності студентів і можуть легко ґрунтуватися кожним із студентів; а в ході виконання роботи фізичного практикуму можуть бути поєднаними й інтегровано представлені у вигляді єдиного експериментального дослідження. Такий підхід одночасно відбиває сутність сучасних напрямків удосконалення фізичного експерименту у навчанні фізики за профільними програмами у загальноосвітніх навчальних закладах та у вищих закладах освіти, і сприяє активізації самостійної навчально-пізнавальної діяльності студентів та активному опануванню лабораторним практикумом з курсу загальної фізики, а також формує експериментаторські компетенції, що є дуже важливими для фахівців з фізики й особливо учителів фізики. Зазначений підхід відбиває сучасні потреби вищої школи у вирішенні проблем подальшого розвитку і вдосконалення індивідуальної пізнавально-пошукової навчальної діяльності студентів, а також переконливо засвідчує перспективи у формуванні особистих професійних якостей майбутнього висококваліфікованого фахівця з фізики, що реалізуються на основі синергетичного підходу до організації

навчального процесу з курсу загальної фізики у вищих закладах освіти.

Перспективи подальших своїх пошуків убачаємо в запровадженні й експериментальній перевірці відповідних рекомендацій до вивчення квантової фізики й у створенні на їх основі моделі методичної системи виконання фізичного практикуму та індивідуальних навчальних завдань для майбутніх учителів фізики і фахівців, професійна діяльність яких споріднена з фізикою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] О. Слободяник, "Методика організації самостійної роботи студентів педагогічних університетів у процесі навчання фізики", автореф. дис. канд. пед. наук, РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, Кіровоград, 2012.
- [2] С. Шульга, "Активізація самостійної роботи студентів у фізичному практикумі з атомної фізики", *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. №.9(2), с. 227-234, 2016.
- [3] С. Величко, "Взаємозв'язок реального і віртуального експериментів як чинник у розвитку практикуму з фізики в середній школі", *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, Суми, №7, с. 213-220, 2015.
- [4] С. Величко, та В. Неліпович, "Вивчення фізичних властивостей рідких кристалів у загальноосвітній та вищій педагогічній школі", Кіровоград, Україна: ПП "Центр оперативної поліграфії "Авангард", 2008.
- [5] Ю. Жук, С. Величко, О. Соколюк, І. Соколова, та П. Соколов. *Експеримент на екрані комп'ютера*, Київ, Україна.: Педагогічна думка, 2012.
- [6] С. Величко, С. Ковальов, та Ю. Ковальов, *Універсальний спектральний комплект для навчальних цілей і фізичний практикум на його основі*. Кіровоград, Україна: КЛА НАУ, 2016.
- [7] С. Величко, І. Сальник, та Е. Сірик, *Оптична міні-лава та інтегрований навчальний експеримент. Навчальний фізичний експеримент з комплектом "Оптична міні-лава"*. Кіровоград, Україна: ЦОП "Авангард", 2015.
- [8] С. Величко, С. Ковальов, та О. Забара. "Сучасні засади розвитку системи навчального експерименту та обладнання з фізики", *Інноваційні технології управління якістю підготовки фахівця фізико-технологічного профілю*. Кам'янець-Подільський, Україна, с. 17-20, 2013.
- [9] С. Ковальов, "Методичні засади розроблення та використання навчального обладнання для дослідження оптичного випромінювання у навчальному процесі з фізики в університетах", автореф. дис. ... канд. пед. наук, Бердянськ, 2014.
- [10] О. Ляшенко, *Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логіко-дидактичні основи*, Київ, Україна: Генеза, 1996.
- [11] С. Величко та Л. Костенко, *Вивчення основ квантової фізики*, Кіровоград, Україна: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2002.
- [12] С. Величко, Е. Сірик, *Нове навчальне обладнання для спектральних досліджень*. Кіровоград, Україна: ТОВ "Імекс ЛТД", 2008.
- [13] О. Царенко, І. Сальник, Е. Сірик, та П. Сірик, *Лабораторний практикум з курсу загальної фізики: Частина 5. Квантова фізика*. Кіровоград, Україна: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2014.
- [14] П. Атаманчук, *Інноваційні технології управління навчанням фізики*, Кам'янець-Подільський, Україна: ІВВ К-Подільського держ. пед. ун-ту, 1999.
- [15] В. Биков, *Моделі організаційних систем відкритої освіти. Монографія*. Київ, Україна: Атіка, 2008.
- [16] І. Сальник, *Віртуальне та реальне у навчальному фізичному експерименті старшої школи: теоретичні основи*, Кіровоград, Україна: ФО-П Александрова М.В., 2015.

Матеріал надійшов до редакції 02.04.2018 р.

КОМПЬЮТЕРНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ В ОБУЧЕНИИ КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ

Величко Степан Петрович

заведующий кафедрой физики и методики ее преподавания, профессор, доктор педагогических наук
Центральноукраинский государственный педагогический университет им. Владимира Винниченко,
Кропивницкий, Украина
ORCID ID 0000-0002-1692-9741
spvelychko@gmail.com

Шульга Сергей Владимирович

аспирант кафедры физики и методики её преподавания
Центральноукраинский государственный педагогический университет им. Владимира Винниченко,
Кропивницкий, Украина
sergii.shulga@gmail.com

Аннотация. Внедрение современных инновационных технологий обучения в процессе подготовки высококвалифицированных специалистов с высшим образованием предусматривает значительное расширение и повышение значимости познавательной деятельности в учебно-воспитательном процессе каждого студента, и в частности индивидуальной его деятельности в ходе выполнения лабораторного практикума по курсу общей физики, включая и изучение раздела «Квантовая физика». Наши научные изыскания убеждают в целесообразности широкого использования компьютерно-ориентированных средств обучения с целью развития самостоятельной индивидуальной деятельности студентов по физике и высокой эффективности внедрения информационно-коммуникационных технологий в разрешении проблемы интеграции реального и виртуального эксперимента по указанному разделу. Для этого созданные нами компьютерно-ориентированные средства обучения и соответствующие программные продукты учитывают обязательное наличие последовательных модулей, обеспечивающие многофункциональность предложенного учебного комплекта для выполнения работ физического практикума и практических учебных заданий по соответствующему разделу как автономно (независимо от других), так и интегрировано с другими модулями. Выделенные модули, с одной стороны, согласованы с видами учебной деятельности студента, а с другой, – содействуют целенаправленному управлению исследовательской работой в ходе физического практикума и таким образом является важным моментом в организации и управлении самостоятельной работой студента. Такая методика дает возможность студенту на достаточно высоком уровне осознать каждый модуль и соответственно на надлежащем уровне овладеть лабораторным исследованием по квантовой физике, где предмет изучения может быть представленный реально или виртуально, что одновременно повышает предметные экспериментаторские компетенции будущих учителей физики и специалистов, деятельность которых связана с физикой, а также совершенствует эффективность самостоятельной работы будущего специалиста и формирует у него черты активного и целеустремленного исследователя.

Ключевые слова: индивидуальная работа студентов; обучение физике; программные продукты; лабораторный практикум; модули; методика физического практикума; интеграция реального и виртуального экспериментов; экспериментаторские компетенции.

ICT TOOLS FOR SUPPORT OF STUDENTS' INDIVIDUAL WORK IN THE STUDY OF QUANTUM PHYSICS

Stepan P. Velychko

PhD of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department of Physics and Methods of Teaching Physics
Central Ukrainian State Pedagogical University named after Volodymyr Vynnychenko, Kropyvnytsky, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-1692-9741
spvelychko@gmail.com

Sergii V. Shulga

Postgraduate student of the Department of Physics and Methods of Teaching Physics
Central Ukrainian State Pedagogical University named after Volodymyr Vynnychenko, Kropyvnytsky, Ukraine
sergii.shulga@gmail.com

Abstract. The introduction of modern innovative training technologies in the training of highly skilled specialists involves a significant expansion and increase of the significance of cognitive activity in the educational process of each student, and in particular his individual activity during the implementation of a laboratory practice on the course of general physics, including the study of the section "Quantum Physics". Our scientific researches convincingly prove the expediency of widespread use of computer-oriented means for the purpose of development of independent activity of students in physics and in their high efficiency in solving the problem of integration of the real and virtual experiment from the given section. For this purpose, our computer-oriented training tools and corresponding software products take into account the obligatory availability of successive modules that provide the multifunctionality of the proposed training kit for the physical workshop and practical training tasks from the corresponding section as autonomously (independently of others), for example and integrated with other modules. The isolated modules, on the one hand, are consistent with the types of educational activity of the student, and on the other hand, they contribute to the purposeful management of research work during the physical practice and thus are an important factor in the organization and management of the student's independent work. Such a technique allows the student to attain a sufficiently high level of understanding of each module and, accordingly, at the appropriate level, to master laboratory research on quantum physics, where the subject of study can be presented real or virtual, which simultaneously enhances the professional expertise of future physics teachers and professionals whose activities are "with physics", and also improves the efficiency of independent work of a future specialist.

Keywords: individual work of students; training in physics; software products; laboratory practicum; modules; methods of physical practicum; integration of real and virtual experiments; experimental competence.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] O.V. Slobodanyk. *Methodology of organization of independent work of students of pedagogical universities in the process of teaching physics*: Avtoref. dys. ... kand. pednaukzispets.: 13.00.02 – teoriia ta metodyka navchannia (fyzyka). Kirovohrad, Ukraine: RVV KDPU im. V.Vynnychenka, 2012. (in Ukrainian)
- [2] S.Shulha. Activating independent work of students in the physical workshop on atomic physics *Naukovizapysky. Seriya: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity.* – #.9.(2). Kirovohrad, Ukraine: RVV KDPU im.V.Vynnychenka, 2016. (in Ukrainian)
- [3] S.Velychko, A.Rastryhina, O.Slobodanyk. The relationship between real and virtual experiments as a factor in the development of a workshop on physics in high school *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii.* #7, Sumy, Ukraine: Sum. DPU imeni A.S.Makarenka, 2015. (in Ukrainian)
- [4] S.Velychko, and V.Nelipovych. Study of physical properties of liquid crystals in general and high school: navch. posib. Kirovohrad, Ukraine: PP "Tsentroperativnoipolihrafii "Avanhard", 2008. (in Ukrainian)
- [5] Yu.Zhuk, S.Velychko, O.Skoliuk, I.Sokolova, and P.Sokolov. *Experiment on a computer screen: monohrafiia* Kiev, Ukraine: Pedahohichna dumka, 2012. (in Ukrainian)
- [6] S.Velychko, S.Kovalov, and Yu.Kovalov. *A universal spectrum kit for educational purposes and a physical practice based on it.* Kirovohrad, Ukraine: KLANAU, 2016. (in Ukrainian)

- [7] S.Velychko, I.Salnyk, and E.Siryk. *Optical mini-lava and integrated learning experiment. Training physical experiment with the kit "Optical mini-lava"*. Kirovohrad, Ukraine: TsOP "Avanhard", 2015. (in Ukrainian)
- [8] S.Velychko, S.Kovalov, and O.Zabara. Modern principles of the development of the system of training experiment and equipment in physics. *Innovatsiini tekhnologii upravlinnia yakistiu pidhotovky fakhivtsia fizyko-tekhnolohichnoho profiluu*. Kamianets-Podilskyi, Ukraine. 2013. (in Ukrainian)
- [9] S.Kovalov "Methodical principles for the development and use of educational equipment for the study of optical radiation in the educational process in physics at universities": Avtoref. dys. ... kand. pednaukzispets.: 13.00.02 – teoriia ta metodykanavchannia (fizyka).Berdiansk, Ukraine. 2014. (in Ukrainian)
- [10] O.Liashenko. *Formation of physical knowledge in high school students: Logico-didactic basis*. Kiev, Ukraine.:Heneza, 1996. (in Ukrainian)
- [11] S.Velychko, and L.Kostenko. Study of the foundations of quantum physics.Kirovohrad, Ukraine: RVTsKDPUim.V.Vynnychenka, 2002. (in Ukrainian)
- [12] S.Velychko, E.Siryk.New training equipment for spectral studies. Kirovohrad, Ukraine: TOV "Imeks LTD", 2008. (in Ukrainian)
- [13] O.Tsarenko,I.Salnyk, E.Siryk, P.Siryk. Laboratory Workshop on General Physics: Part 5. Quantum Physics. Kirovohrad: RVVKDPUim. V.Vynnychenka, 2014. (in Ukrainian)
- [14] P.Atamanchuk. Innovative technologies of management of physics education. Kamianets-Podilskyi, Ukraine: IVV K-Podilskohoderzh. ped. un-tu, 1999. (in Ukrainian)
- [15] V.Bykov. *Models of Organizational Systems of Open Education*. Kiev, Ukraine: Atika, 2008. (in Ukrainian)
- [16] I.Salnyk. *Virtual and real in the high school physical training experiment*. Kirovohrad, Ukraine: FO-P Aleksandrova M.V., 2015. (in Ukrainian)

