

ШУЛЬГА Сергій Володимирович –
аспірант кафедри фізики та методики її викладання
Центральноукраїнського державного педагогічного університету
імені Володимира Винниченка
e-mail: steellrat@gmail.com

ВЕЛИЧКО Степан Петрович –
доктор педагогічних наук, професор,
завідувач кафедри фізики та методики її викладання
Центральноукраїнського державного педагогічного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID: 0000-0002-1692-9741
e-mail: spvelychko@gmail.com

МОНІТОРИНГ ТА ОЦІНКА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО КОМПЛЕКСУ З КВАНТОВОЇ ФІЗИКИ ДЛЯ РОЗВИТКУ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ

Постановка проблеми. Самостійна пізнавальна діяльність студентів у навчальному процесі закладу вищої освіти (ЗВО) є досить важливою і в той же час обов'язковою складовою підготовки висококваліфікованого фахівця для будь-якої галузі та сфери діяльності людини. При цьому виокремлюється індивідуальна самостійна робота студентів саме у педагогічних вишах, що готують майбутніх учителів, бо, з'ясувавши особливості її і пройшовши всі етапи, які є особливо значущими і важливими для формування і розвитку пізнавальної діяльності студентів, цей вид діяльності згодом переростає у досить вагомий професійну складову педагогічної компетентності і стає основним показником фахової педагогічної діяльності з організації та проектування основних педагогічних дій взагалі та у плануванні освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО). Зазначене є досить вагомим, актуальним і своєчасним на даному етапі розвитку вищої освіти і в процесі підготовки вчителів природничих дисциплін. Таким чином, проблема актуалізується у зв'язку із підготовкою майбутніх вчителів фізики у педагогічних університетах, де студент, з одного боку, є об'єктом процесу навчання, а з іншого – виступає суб'єктом цього процесу, і в кінцевому варіанті він, набуваючи професійних компетентностей, націлений на організацію та керівництво самостійною роботою школярів, стає професійним працівником освітньої галузі та реалізує набуті професійно-педагогічні компетенції у своїй практичній діяльності.

На даному етапі подальшого розвитку фізичної освіти у ЗВО, коли широко запроваджуються засоби комп'ютерних та інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), досягнення високого рівня підготовки майбутнього вчителя фізики неможливе без формування та розвитку високого рівня індивідуальної пізнавальної діяльності кожного студента, яка націлена на одержання вагомих педагогічних результатів у будь-якій складовій системі навчання: у формуванні теоретичного, практичного чи експериментаторського її складника.

Фізика відноситься до експериментальних наук, тому під час її вивчення і відповідно у процесі підготовки майбутнього вчителя фізики організація самостійної індивідуальної пізнавальної діяльності студентів (ПДС) спрямовується на важливі інтеграційні взаємозв'язки теоретичної та експериментальної складової фахової фізичної підготовки майбутнього вчителя, що позитивно вирішується низкою дидактичних підходів у розв'язанні проблеми та методичних вказівок і рекомендацій у процесі навчання, а також формуванням у студентів особистих якостей майбутнього фахівця.

Серед інших форм занять у цьому аспекті виокремлюється фізичний практикум як обов'язковий елемент освітнього процесу у формуванні сучасного вчителя фізики. Тому основною метою нашого дослідження, а, відповідно, і основною метою статті стало вирішення такої організації у підготовці студента до самостійної роботи у процесі підготовки та виконання фізичного практикуму за допомогою засобів ІКТ, яка дозволяє йому реалізувати себе як суб'єкта навчання та самостійно розв'язувати питання самоосвіти і саморозвитку.

Аналіз останніх досліджень з методики навчання фізики, а саме досліджень О.Задорожної (2014 р.), І.Засядька (2007 р.), С. Ковальова (2014 р.), Л.Костенко (2001 р.), А.Петриці (2010 р.), І.Сальник (2017 р.), О.Слободяник (2012 р.), А.Ткаченко (2012 р.), М.Хомутенка (2018 р.), К.Чорнобай (2011 р.) та ін. переконує, що пізнавальна діяльність студентів з квантової фізики у галузі навчального фізичного експерименту у педагогічному ЗВО має бути побудована на основі цілеспрямованої навчальної діяльності з урахуванням необхідного матеріального та методичного забезпечення, яка відбувається у відповідному комп'ютеризованому навчальному середовищі, що забезпечує саморозвиток особистості майбутнього вчителя фізики.

Дослідження Ю.Жука (2017 р.) переконують, що при цьому запровадження ІКТ і комп'ютерно орієнтованих засобів навчання (КОЗН) у ході виконання лабораторних дослідницьких завдань у

полікомпонентному навчальному середовищі сприяє розвитку ПДС і розвиває особистість майбутнього вчителя.

Таким чином, виконавши відповідний науково-методичний аналіз досліджень і публікацій, ми прийшли до висновку, що для розв'язання зазначеної проблеми треба створити навчально-методичний комплекс, який, з одного боку, мотивує студента на самостійну підготовку та самостійне виконання дослідницьких експериментальних завдань, що складають основу робіт фізичного практикуму і може запроваджуватися як у процесі вивчення розділу «Квантова фізика» у курсі загальної фізики ЗВО відповідно на практичних та лабораторних заняттях, так і в позанавчальний час у ході індивідуального вирішення студентами різних проблем з названого розділу під час виконання домашніх вправ, навчальних проєктів, індивідуальних навчальних завдань (ІНЗ) та в науковій роботі, а з другого – дає підстави вважати студента активним суб'єктом освітнього процесу, який може самостійно вирішувати багато питань у навчанні з урахуванням рівня опанування навчального матеріалу, будувати власну траєкторію навчання, забезпечуючи позитивні результати самонавчання і самовиховання. До запропонованого комплексу входять: два посібника для студентів, де розкриті методика організації індивідуальної роботи студентів засобами ІКТ і КОЗН у підготовці та виконанні лабораторного практикуму з квантової фізики (11 робіт) та через поетапність виконання конкретизована послідовність і характер пізнавальної діяльності студента під час виконання кожної роботи фізичного практикуму (чи ІНЗ та навчального проєкту до роботи) з названого розділу; розроблений авторський програмно-педагогічний засіб (ППЗ) «Quantum Physics»; система ІНЗ і навчальних проєктів з розділу, що передбачають можливість використання запропонованого ППЗ фрагментарно (поетапно з урахуванням кожної окремої дії чи операції в експериментуванні), а також є можливим запровадження його в освітньому процесі як єдине і цілісне дослідження. Такий підхід у запропонованій методиці виконання ІНЗ націлює студента на виконання спершу відомих складових навчального дослідження, а потім спрямовує його на опанування тих складових, що знайомі студентів меншою мірою і на завершальній стадії дозволяє студентів вивчати нові і розвивати набуті вміння і навички в експериментуванні, які є важливими, але залишаються маловідомими йому. Цей підхід забезпечує студентів можливість виконання усіх

передбачуваних у роботі фізичного практикуму видів діяльності та дій і операцій, а їхня послідовність узагальнюється на кінцевому етапі виконання дослідницького завдання, що презентується програмним забезпеченням як автоматичне виконання роботи на основі ППЗ. Таким чином ППЗ «Quantum Physics» дає можливість студентів виконувати окремо кожний фрагмент роботи (вивчати й удосконалювати свої теоретичні знання, а також розвивати вміння і навички в опануванні відповідного фрагменту та формувати й розвивати уявлення про нові методи і прийоми експериментування), а також вивчати новий матеріал, методи дослідження та способи їх запровадження і таким чином вдосконалювати і розвивати свої компетенції з фізичного експерименту. На завершальному етапі виконання роботи ППЗ ілюструє студентів оптимальний варіант послідовності усіх складових дослідження і дає кінцеві результати у ході експерименту, який студент відтворює під час реального виконання роботи на лабораторному занятті, і може співставити власні результати з одержаними віртуально за допомогою ППЗ та сформулювати відповідні висновки.

З метою моніторингу та оцінки ефективності створеного навчально-методичного комплексу «Quantum Physics» була проведена експериментальна перевірка обох посібників для студентів, програмно-педагогічного забезпечення «Quantum Physics», що представлений у вигляді електронного диску як додаток до посібника [3], а також системи запропонованих завдань ІНТЗ, ІНДЗ, ІНЕЗ, ІНМЗ: теоретичного, дослідницького, експериментального і методичного характеру та навчальних проєктів до кожної роботи з розділу «Квантова фізика» [4]. Експериментальна перевірка проводилася у 7 закладах вищої освіти України з охопленням 346 студентів (176 студентів контрольної групи та 170 студентів експериментальної групи).

У ході розподілу студентів на експериментальну (ЕГ) та контрольну (КГ) групи на початку формування етапу педагогічного експерименту бралися до уваги рівні навчальних досягнень студентів з попереднього розділу. З цією метою ми провели зрізи досягнень студентів на основі контрольної роботи №1. За наслідками цієї контрольної роботи одержали результати рівнів знань студентів для ЕГ та КГ, що представлені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Рівні навчальних досягнень студентів на початку експерименту

Групи	Кількість студентів, що мають відповідний рівень					
	Середній (60-73 бали)		Достатній (74-89 балів)		Високий (90-100 балів)	
	Кількість	%	Кількість	%	Кількість	%
ЕГ (170 студ.)	75	44,1	82	48,2	13	7,7
КГ (176 студ.)	77	44,8	88	50	11	6,2
Разом (346 ст.)	152		170		24	

Для оцінки результатів суттєвою є статистична перевірка характеру відмінностей у розподілах студентів КГ та ЕГ. Вибірки студентів були випадковими та незалежними. Відтак, для кожної з цих груп була можливість увійти до будь-якої з трьох категорій вимірюваної властивості, які характеризують рівень навчальних досягнень студентів.

Визначені нами три рівні (середній, достатній та високий) задовольняють умови для порівняння результатів з використанням критерію χ^2 (хі-квадрат) [5, с.96].

Запровадження критерію χ^2 побудоване на співставленні двох емпіричних розподілів (для вибірок більше 50) і порівнянні *спостережуваного та табличного значення критерію*, на підставі чого згодом робимо висновок про характер (суттєвий чи несуттєвий) відмінностей у розподілі студентів за обраною ознакою. Технологія методу

передбачає, що чим більша розбіжність між $\chi^2_{\text{спост.}}$ та $\chi^2_{\text{кр.}}$, тим істотнішими є відмінності у розподілах навчальних досягнень студентів ЕГ та КГ.

Спостережуване значення критерію $\chi^2_{\text{сп.}}$ визначається за формулою [5, с.101]:

$$\chi^2_{\text{сп.}} = \frac{1}{n \cdot m} \sum_{i=1}^c \frac{(nO_{2i} - mO_{1i})^2}{O_{1i} + O_{2i}},$$

де O_{1i} та O_{2i} - кількість студентів експериментальної та контрольної груп відповідно; n та m - об'єми вибірок, $C=3$ - кількість категорій стану вибірок, тобто рівнів навчальних досягнень студентів.

Розраховуємо значення $\chi^2_{\text{сп.}}$ до початку експерименту і одержуємо відповідні результати:

$$\chi^2_{\text{сп.}} = \frac{1}{170 \cdot 176} \cdot \left(\frac{(170 \cdot 75 - 176 \cdot 77)^2}{75 + 77} + \frac{(170 \cdot 82 - 176 \cdot 88)^2}{82 + 88} + \frac{(170 \cdot 13 - 176 \cdot 11)^2}{13 + 11} \right) = 0,717;$$

Критичне значення $\chi^2_{\text{кр.}}$ визначається за таблицею для двох ступенів свободи ($\nu=C-1=2$) і рівня значущості $\alpha=0,05$, який $\chi^2_{\text{кр.}}=5,991$.

Порівняння спостережуваного та критичного значення критерію показує, що спостережуване значення менше критичного: $\chi^2_{\text{спост.}} < \chi^2_{\text{кр.}}$, що дає підстави говорити про відсутність суттєвих відмінностей між контрольними та експериментальними групами студентів на початку педагогічного експерименту.

Основна мета зводилася до виявлення ефективності розробленої системи розвитку ПДС з квантової фізики та ефективного запровадження запропонованої методики виконання фізичного практикуму з використанням КОЗН «Quantum Physics» в умовах полікомпонентного навчального середовища, коли самостійна ПДС розвивається на стадії підготовки, виконання та на етапі узагальнення результатів дослідницького завдання (робіт практикуму, ІНЗ та НП), що активізує ПДС і позитивно змінює її рівні.

У контрольних групах процес навчання та фізичний практикум здійснювалися за традиційною методикою. Крім цього, студенти могли використовувати за власним бажанням засоби ІКТ, але частіше всього з метою виконання розрахунків у ході фізичного практикуму чи під час розв'язування ІНЗ, НП та розрахункових задач і вправ.

Експериментальні групи навчалися відповідно до запропонованої методики з використанням у ході виконання робіт практикуму (ІНЗ та НП) навчально-методичного комплексу.

Визначення рівнів навчальних досягнень студентів за наслідками виконання підсумкової контрольної роботи студентами ЕГ та КГ дозволяє визначити ефективність запропонованого навчально-методичного комплексу «Quantum Physics» і, зокрема, методики виконання фізичного практикуму з даного розділу, що представлено у таблиці 2.

Розрахунки основних параметрів і характеристик вибірки для ЕГ і КГ, що виконані за попередніми розрахунками, свідчать про наступні результати на завершальному етапі експерименту.

$$\chi^2_{\text{сп.}} = \frac{1}{170 \cdot 176} \cdot \left(\frac{(170 \cdot 45 - 176 \cdot 83)^2}{45 + 83} + \frac{(170 \cdot 96 - 176 \cdot 70)^2}{96 + 70} + \frac{(170 \cdot 29 - 176 \cdot 23)^2}{29 + 23} \right) = 16,36$$

Таким чином, критичне значення, визначене за таблицею, $\chi^2_{\text{кр.}}=5,991$ (не змінилося), а розраховане спостережуване значення критерію $\chi^2_{\text{спост.}} = 16,36$. Такий результат $\chi^2_{\text{спост.}} > \chi^2_{\text{кр.}}$ свідчить про суттєві зрушення у розподілі студентів за даним критерієм і наявність суттєвих

відмінностей між рівнями навчальних досягнень студентів ЕГ та КГ в опануванні навчальним матеріалом з розділу «Квантова фізика».

Результати завершального етапу експериментальної перевірки рівнів навчальних досягнень студентів з розділу «Квантова фізика» показали, що довірчий інтервал експериментальної

групи перевищує відповідний показник контрольної групи і перевищує зону невизначеності (рис.2), що підтверджує ефективність методики виконання фізичного практикуму з використанням КОЗН

«Quantum Physics» й одночасно дає можливість позитивно оцінити запропоновану систему розвитку ПДС з квантової фізики.

Таблиця 2.

Рівні кінцевих навчальних досягнень студентів з квантової фізики (по завершенню експериментальної перевірки)

Групи	Кількість студентів, що мають відповідний рівень					
	Середній (60-73 бали)		Достатній (74-89 балів)		Високий (90-100 балів)	
	Кількість	%	Кількість	%	Кількість	%
ЕГ (170 студ.)	45	26,5	96	56,5	29	17
КГ (176 студ.)	83	47,3	70	39,6	23	13,1
Разом (346 ст.)	128		186		65	

Діаграма рівнів навчальних досягнень студентів ЕГ та КГ

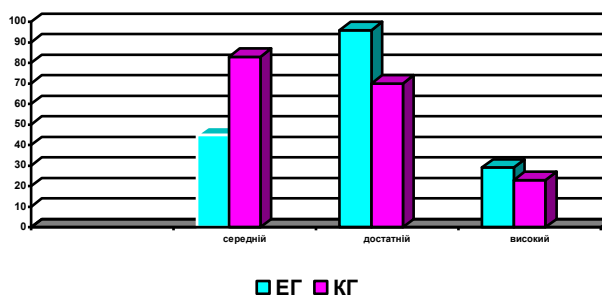


Рис.1. Порівняння початкових досягнень студентів ЕГ та КГ за наслідками контрольної роботи з квантової фізики (кінець експерименту)

За таблицею критичних точок розподілу

$$\chi^2_{кр.} = \begin{cases} 5,991; & p=0,05 \\ 9,210; & p=0,01 \end{cases}$$

$$\chi^2_{спост.} = 16,36 > 5,991$$

$$\chi^2_{спост.} = 16,36 > 9,210$$



Рис. 2. Інтервали значущості для ступенів вільності N=2

Поряд із визначенням рівнів навчальних досягнень студентів ЕГ та КГ проводилася оцінка рівнів пізнавальної діяльності студентів у ході виконання фізичного практикуму з використанням КОЗН «Quantum Physics» на основі тих критеріїв і показників, що пропонувалися викладачам у вигляді фіксованих для оцінки активності ПДС. При цьому кожний з викладачів у відповідному ЗВО оцінював не лише якісну, а й кількісну активність ПДС за дев'ятьма критеріями, серед яких виокремилися два: «Стабільна мотивація та достатня активність» і «Характер спілкування з викладачем та з однокурсниками», котрі для ЕГ складають

відповідно 73% і 67%, а для КГ – 47% і 33%. Зазначені критерії дали можливість оцінити безпосередньо активність студентів завдяки запровадженню КОЗН «Quantum Physics».

Висновки. Експериментальною перевіркою доведена ефективність навчально-методичного комплексу, методики виконання фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика» та ППЗ «Quantum Physics» на рівні значущості $\alpha = 0,05$ за наслідками виконання комплексної підсумкової контрольної роботи з використанням критерію χ^2 , який у кінці експерименту $\chi^2_{спост.} = 16,36$ і більший

за критичне його значення $\chi^2_{кр.} = 5,991$ (на початку експерименту). Одночасно доведена ефективність системи розвитку ПДС з квантової фізики за наслідками якісної і кількісної її оцінки з використанням 9 показників, усереднені результати яких для ЕГ складають 73%, а для КГ – 42% при похибці вимірювання $\mathcal{E} = 7\%$.

Перспективними напрямками у подальшому вирішенні проблеми бачаться такі: масове упровадження і перевірка одержаних результатів; удосконалення багатофункціонального ППЗ «Quantum Physics» з метою його універсалізації.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Величко С. П. Розвиток системи навчального фізичного експерименту та обладнання з фізики у середній школі. – Кіровоград, 1998. – 302 с.
2. Експеримент на екрані комп'ютера : монографія / Ю. О. Жук, С. П. Величко, О. М. Соколюк та ін. За ред. Ю. О. Жука. – К. : Педагогічна думка, 2012. – 180 с.
3. Шульга С. В. Організація індивідуальної роботи студентів засобами ІКТ у підготовці та виконанні лабораторного практикуму з курсу загальної фізики (КВАНТОВА ФІЗИКА) : Навч. посібн. для студентів / Наук. ред. С. П. Величко. – Кропивницький : ПП «Ексклюзив-Систем», 2018. – 142 с.
4. Шульга С. В. Індивідуальні завдання та навчальні проекти для студентів до лабораторного практикуму з курсу загальної фізики (КВАНТОВА ФІЗИКА) : Навч. посібн. для студентів пед. університетів / С. В. Шульга : наук. ред. проф. С. П. Величко. – Кропивницький : ПП «Ексклюзив-Систем», 2018. – 42 с.
5. Грабарь М. И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы. / Грабарь М. И., Краснянская К. А. – М. : Педагогика, 1977. – 136 с.

REFERENCES

1. Velychko, S.P. (1998). Rozvytok systemy navchalnoho fizychnoho eksperymentu ta obladnannya z fizyky u serednii shkoli [Development of the system of educational physical experiment and equipment in physics in high school]. Kirovohrad [in Ukrainian].
2. Zhuk, Yu.O., Velychko, S.P., Sokoliuk, O.M., Sokolova, I.V. & Sokolov, P.K. (2012). Eksperyment na ekrani kompiutera: monohrafiia [Experiment on the computer screen: a monograph] Yu.O. Zhuk (ed.). Kyiv: Pedahohichna dumka [in Ukrainian].

3. Shulga, S.V. (2018). Orhanizatsiia indyvidualnoi roboty studentiv zasobamy IKT u pidhotovtsi ta vykonanni laboratornoho praktykumu z kursu zahalnoi fizyky (KVANTOVA FIZYKA). [Organization of individual work of students by means of ICT in the preparation and implementation of a laboratory practicum on the course of general physics (QUANTUM PHYSICS)]. Kropyvnytskyi: Ekskliuzyv-System [in Ukrainian].

4. Shulga, S.V. (2018). Indyvidualni zavdannia ta navchalni proekty dlia studentiv do laboratornoho praktykumu z kursu zahalnoi fizyky (KVANTOVA FIZYKA) [Individual tasks and educational projects for students to the laboratory practicum in general physics (QUANTUM PHYSICS)]. Kropyvnytskyi: Ekskliuzyv-System [in Ukrainian].

5. Grabar, M.I., Krasnyanskaya, K.A. (1977). Primenenie matematicheskoy statistiki v pedagogicheskikh issledovaniyah. Neparametricheskie metodyi [The use of mathematical statistics in pedagogical research. Non-parametric methods]. Kyiv: Pedagogica [in Russian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ШУЛЬГА Сергій Володимирович – аспірант кафедри фізики та методики її викладання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Наукові інтереси: проблеми методики навчання фізики.

ВЕЛИЧКО Степан Петрович – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри фізики та методики її викладання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Наукові інтереси: проблеми дидактики фізики, методика навчання фізики.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

SHULGA Sergii Volodymyrovych – postgraduate student of the Department of Physics and Methods of Teaching Physics at Central Ukrainian State Pedagogical University named after Volodymyr Vynnychenko.

Scientific interests: problems of methods of teaching physics.

VELYCHKO Stepan Petrovych – PhD in Pedagogy, Professor, Head of Department of Physics and Methods of Teaching Physics at Central Ukrainian State Pedagogical University named after Volodymyr Vynnychenko.

Scientific interests: problems of didactics of physics, methods of teaching physics.

Стаття надійшла до редакції 23.04.2019 р.