

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ВИННИЧЕНКА**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ШУЛЬГА Сергій Володимирович

УДК 378.147.091.33-027.22:530 : 004(043.5)

ДИСЕРТАЦІЯ

**РОЗВИТОК ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ
З КВАНТОВОЇ ФІЗИКИ КОМП'ЮТЕРНО-ОРІЄНТОВАНИМИ
ЗАСОБАМИ НАВЧАННЯ**

13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика)
13 – Педагогічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____ С. В. Шульга

Науковий керівник: **ВЕЛИЧКО Степан Петрович**
доктор педагогічних наук, професор

АНОТАЦІЯ

Шульга С.В. Розвиток пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики комп'ютерно-орієнтованими засобами навчання. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)» (014 – Середня освіта (фізика)). – Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка МОН України, Кропивницький, 2020.

Інтеграція української системи освіти у світовий освітній простір та запровадження у закладах вищої освіти (ЗВО) кредитної трансферно-накопичувальної системи навчання реалізується у зв'язку й у відповідності до «Національної стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» та з урахуванням широкого впровадження в освітній процес інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Однак, на сьогодні ще існує значна кількість проблемних питань, котрі вимагають свого вирішення у розвитку освіти в ЗВО.

Наукові праці з проблем інноваційної діяльності в освіті В. Ю. Бикова, С. У. Гончаренка, М. І. Жалдака, Н. В. Морзе, Т. О. Пушкарьової, С. О. Сисоєвої, О. М. Спіріна, М. І. Шута та інших учених акцентують увагу на тому, що найважливішою особливістю у реалізації сучасних інноваційних технологій навчання (СІТН) є їх спрямованість на здійснення переходу від педагогіки формування особистості до педагогіки саморозвитку сучасного вчителя. Наявний різний рівень розробленості цих технологій підкреслює проблему вибору СІТН відповідно до цілей і змісту навчання. Разом з тим дидактичні можливості таких технологій у формуванні готовності студентів педагогічних ЗВО до професійної діяльності достатньою мірою не досліджені, а методичні рекомендації щодо їх застосування потребують розвитку.

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю забезпечення випереджувального характеру освіти у педагогічних університетах; потребою у

вдосконаленні змістової і процесуальної компоненти у вивченні розділу квантової фізики.

Для студентів педагогічних ЗВО вагомими є такі напрямки, що пов'язані з майбутньою педагогічною діяльністю і обумовлені існуючими суперечностями:

1 – значна частина студентів у педагогічних ЗВО має низький рівень розвитку самостійної пізнавальної активності, що є наслідком послаблення значущості фізичних спеціальностей та застарілого методичного забезпечення у вивченні розділу «Квантова фізика»;

2 – невідповідність змістової і процесуальної компоненти в організації освітнього процесу з квантової фізики, породжує потребу перебудови цього процесу на користь таких форм, методів і засобів навчання, які формують у студентів здатність та готовність до саморозвитку, самоосвіти, самореалізації;

3 – розвиток індивідуальної пізнавальної діяльності студентів з фізики потребує поєднання цілеспрямованої навчальної діяльності із засобами ІКТ і створення комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання (КОЗН), що здатні реалізувати системний, компетентнісний та синергетичний підходи у створенні методичної системи навчання розділу «Квантова фізика».

Упровадженню ІКТ і КОЗН у навчанні фізики майбутніх учителів присвячені праці П. С. Атаманчука, В. Ю. Бикова, С. П. Величка, В. П. Вовкотруба, М. І. Жалдака, Ю. О. Жука, В. Ф. Заболотного, О. І. Іваницького, О. С. Мартинюка, М. І. Садового, І. В. Сальник, В. Д. Сиротюка, М. І. Шута та інших. При цьому використання засобів ІКТ дозволяє мати педагогічні переваги у зв'язку з індивідуалізацією освітнього процесу, як це доведено у дослідженнях О. В. Задорожної, І. І. Засядька, О. А. Забари, С. Г. Ковальова, О. В. Слободяник, А. В. Ткаченко та інших дослідників через надання можливості студентів обирати свій темп і варіант освітньої траєкторії, який актуалізує проблему співвідношення реального та віртуального експериментів. Зазначене є важливим особливо для робіт фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика», де КОЗН дозволяє

проводити дослідження в освітніх цілях на новому технологічному і значно вищому якісному та кількісному рівні.

Показано, що вирішення зазначених суперечностей у вивченні розділу «Квантова фізика» та їх подолання через запровадження КОЗН у виконанні фізичного практикуму є нині актуальною проблемою, розв'язання якої визначило вибір теми дослідження **«Розвиток пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики комп'ютерно-орієнтованими засобами навчання»**.

Мета дослідження полягає в обґрунтуванні, розробці та експериментальній перевірці методичної системи розвитку ПДС з квантової фізики з використанням КОЗН.

Відповідно до мети дослідження поставлені **завдання**:

1. Провести аналіз першоджерел, з'ясувати сучасний стан проблеми та визначити засадничі положення, на яких має базуватися розвиток ПДС з розділу «Квантова фізика».

2. Враховуючи потенційні можливості ІКТ, створити програмні продукти для виконання комп'ютерно-змодельованих лабораторних робіт, що інтегрують віртуальні і реальні досліди з квантової фізики і реалізують їх через КОЗН.

3. Розробити методичну систему розвитку ПДС з квантової фізики на основі створених КОЗН та методичного забезпечення для успішної їх реалізації.

4. Експериментально перевірити й оцінити результативність запропонованої системи розвитку ПДС на основі створених КОЗН та провести експертну оцінку навчально-методичному комплексу.

Об'єкт дослідження – освітній процес з курсу загальної фізики у полікомпонентному навчальному середовищі ЗВО.

Предмет дослідження – пізнавальна діяльність студентів у процесі виконання фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика».

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

– *вперше* теоретично обґрунтовані засадничі положення і на їх основі створена система розвитку ПДС з квантової фізики у ході виконання фізичного

практикуму на основі КОЗН; розроблено алгоритми комп'ютерно-змодельованих лабораторних робіт практикуму з метою розробки програмно-педагогічного забезпечення (ППЗ) «Quantum Physics»;

– *отримали подальший розвиток* модель методичної системи розвитку індивідуальної самостійної роботи студентів з фізики та методика реалізації засобів ІКТ у процесі виконання ІНЗ і НП з квантової фізики у педагогічних закладах освіти; система рівнів, критеріїв та показників оцінки рівнів та активності ПДС з фізики; теорія і практика активізації пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики з використанням КОЗН;

– *одержала підтримку* методика розвитку самостійної роботи студентів з через виконання системи індивідуальних навчальних завдань (ІНЗ) і проєктів (НП) з розділу «Квантова фізика»;

– *удосконалено* методику навчального фізичного експерименту (демонстраційного і лабораторного) внаслідок запровадження КОЗН.

Практичне значення результатів: експериментально підтверджена ефективність запровадження системи розвитку ПДС у навчанні квантової фізики та методичного її забезпечення: двох посібників, ППЗ «Quantum Physics», 44 ІНЗ, 11 НП; *відпрацьовані критерії та показники* визначення рівнів ПДС з фізики та *розроблене методичне* забезпечення до фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика».

Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел (відповідно: I розділ – 209 найм.; II розділ – 100 найм.; III розділ – 23 найм.) та 6 додатків. Повний обсяг дисертації складає **335** сторінок, основний текст дисертації – 193 сторінки (8,0 авт. арк.). У дослідженні представлено 15 таблиць, 21 рисунок.

У вступі обґрунтовано актуальність, визначено мету, об'єкт, предмет, завдання та методи дослідження, розкрито наукову новизну, практичне значення одержаних результатів; подано інформацію про особистий внесок автора, впровадження та апробацію результатів, про публікації і структуру дисертації.

У першому розділі дисертації «Сучасні погляди на активізацію і розвиток самостійної навчальної діяльності студентів з фізики у педагогічному університеті» розглянуто психолого-педагогічні основи ПДС в освітньому процесі з фізики, де самостійна робота студентів оцінюється окремо як дидактична проблема. Аналізується розвиток ПДС у навчанні фізики. Описуються особливості організації ПДС з квантової фізики з використанням засобів ІКТ. Виокремлюються засадничі положення проектування індивідуальної діяльності студентів у фізичному практикумі з квантової фізики.

Встановлено, що поняття «активність» особистості в педагогіці трактується як здатність до свідомої трудової і соціальної діяльності. Активність особистості проявляється в її ініціативності, у діловитості та психологічній націленості на діяльність. За основу в психології беруть активність і цим ототожнюють поняття «діяльність» і «активність».

Наш аналіз констатує, що у педагогічній науці не встановлено чіткого і єдиного трактування феномена «діяльність», не існує його остаточної структури. Повно цей феномен подається у філософському його трактуванні як спосіб буття людини, її здатність вносити в дійсність зміни з виокремленням цілепокладання. Основними компонентами діяльності є: суб'єкт, засіб, предмет, результат. При цьому виокремлюються два моменти: а) суб'єктом діяльності виступає не окрема особа, а індивід, який є невід'ємною складовою суспільства; б) мету слід розуміти як суспільно-історичне явище.

Досліджено особливості розвитку ПДС у виконанні практикуму з розділу «Квантова фізика» з використанням КОЗН. Встановлено, що студент, виконуючи роботу практикуму із КОЗН, поліпшує свою інформативну компетентність, розвиває експериментаторську діяльність, а запроваджені КОЗН підносять його ПДС на якісно вищий рівень.

Визначені засади розвитку ПДС з квантової фізики у полікомпонентному навчальному середовищі, що стимулює активність і розвиває ПДС та забезпечує єдність інтелектуального й особистісного розвитку вчителя фізики внаслідок: – урахування значущості дидактичних цілей навчання квантової фізики; – різновекторної спрямованості засобів навчання; – запровадження ІНЗ різної

спрямованості; – моніторингу і постійної діагностики успішності ПДС; – реалізації суб'єктності педагогічної взаємодії викладача і студента.

У другому розділі **«Основи розробки методичної системи розвитку пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики»** на основі узагальнення праць в галузі методології та методики навчання фізики й організації навчальної діяльності студентів розроблено методичну систему ПДС та успішного її впровадження в освітній процес в умовах виконання фізичного практикуму на основі КОЗН. Створена авторська система розвитку ПДС, яка складається із традиційних компонентів і має особливу структуру моделі. Зокрема, у цій моделі зміст навчального матеріалу розділу «Квантова фізика» (змістова і процесуальна її компоненти) сконцентровано у центрі, що забезпечує проходження більшості взаємозв'язків і взаємодій між іншими компонентами саме через її ядро (базис). Розміщення у центрі моделі змістового блоку, поєданого з процесуальною складовою, дає можливість зіставити основні критерії оцінки рівнів ПДС (емпірично-інтуїтивного, репродуктивного та рефлексивно-творчого) з рівнями навчальних досягнень студентів як ідентичні. Методика навчання і розвитку ПДС з квантової фізики реалізована на платформі Java. Створено навчально-педагогічний комплекс для успішної реалізації системи ПДС, методологію розробки програмного забезпечення; розроблене авторське ППЗ «Quantum Physics» і методика його реалізації у виконанні фізичного практикуму; розроблено систему ІНЗ і НП. Підготовлено два посібники для студентів. Відібрані критерії оцінки рівнів ПДС та критерії оцінки рівнів навчальних досягнень студентів і завдань до контрольної роботи з квантової фізики, що уможлиблює порівняння рівнів ПДС і навчальних досягнень як ідентичні.

У третьому розділі **«Експериментальна перевірка методичної системи розвитку пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики»** розкрита сутність експериментальної перевірки відповідних рівнів ПДС з квантової фізики та рівнів навчальних досягнень в результаті виконання фізичного практикуму на основі КОЗН «Quantum Physics».

Експериментальною перевіркою була встановлена ефективність авторської системи розвитку ПДС, якість та доцільність, а також результативність запровадження КОЗН «Quantum Physics». Встановлено, що внаслідок реалізації системи ПДС і створеного методичного її забезпечення, підвищився рівень навчальних досягнень студентів і рівень ПДС з квантової фізики, які можна трактувати як рівноцінні та такі, що корелюють між собою.

Ключові слова: методика навчання фізики, квантова фізика, полікомпонентне навчальне середовище, програмне забезпечення, комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання, реальний і віртуальний експеримент, освітній процес, підготовка вчителя фізики.

ABSTRACT

Shulga S. Development of Cognitive Activity of Students in Quantum Physics by Computer-Oriented Learning Tools. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of a candidate of pedagogical sciences (doctor of philosophy) in specialty 13.00.02 "Theory and methods of teaching (physics)" (014 - Secondary education (physics)). - Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kropyvnytskyi, 2020.

The integration of the Ukrainian educational system into the world educational space and the need to introduce a European Community Course Credit Transfer System of education are being implemented in accordance with the "National Strategy for the Development of Education in Ukraine up to 2021" and taking into account the widespread introduction of information and communication technologies (ICT) in the educational process. However, there are still a significant number of problematic issues that require resolution in the process of further development of education in higher education institutions.

Scientific works on the problems of innovation in the education of V.Bykov, S.Goncharenko, M.Zhaldak, N.Morse, T.Pushkareva, S.Sysoeva, O.Spirin, M.Shut

and other scientists emphasize that the most important feature in the implementation of modern innovative learning technologies is their focus on the transition from the pedagogy of personality formation to the pedagogy of self-development of a modern teacher. The existing level of development of these technologies emphasizes the problem of selecting learning technologies in accordance with the goals and content of teaching. At the same time, the didactic possibilities of such technologies in forming the readiness of students of pedagogical universities for professional activities in the educational sector have not been sufficiently studied, and methodological recommendations for their application are in need of significant development.

The **urgency of the study** is due to the need to ensure a forward-looking nature of education in pedagogical universities; to the need of improvement the content and procedural component in the study of the section of quantum physics.

The following areas that are connected with future pedagogical activity and caused by existing contradictions are important for students of pedagogical higher schools:

1 - a significant part of students in pedagogical higher schools has a low level of independent cognitive activity, which is a consequence of the weakening of the social significance of physical specialties and obsolete methodological support of the teaching methods of the section “Quantum physics”, although modern requirements include strengthening the role of independent cognitive activity of students and the creation of appropriate software products;

2 - inconsistency of the content and procedural component in the organization of the educational process on quantum physics, which creates the need to reorganize this process in favor of such forms, methods and means of learning that form students’ ability and readiness for self-development, self-education and self-realization;

3 - the development of an individual cognitive activity of the student in physics requires a combination of focused learning activities with ICT tools and the creation of computer-oriented learning tools based on them, capable of implementing systemic

and competence approaches, and a synergistic approach to creating a methodological learning system section “Quantum Physics”.

The works of P.Atamanchuk, V.Bykov, S.Velychko, V.Vovkotrub, M.Zhaldak, Y.Zhuk, V.Zabolotny, O.Ivanytsky, A.Kaspersky, O.Lyashenko, Y.Oryshyn, I.Salnyk, V.Syrotyuk, V.Sharko, M. Shut and many others are devoted to the introduction of ICT and modern means of teaching to the educational process of future physics teachers. At the same time, the use of ICT itself allows to get a pedagogical advantage due to individualization of educational process, as proven in the studies of O.Zadorozhna, I.Zasyadko, O.Zabara, S. Kovalyov, N. Podoprygora, O. Slobodyanyk, A. Tkachenko and other researchers, that is, providing students with the opportunity to choose their own pace and variant of the educational trajectory, which actualizes the problem of the correlation of real and virtual experiments. This is also important for completion of physical workshop in the section “Quantum Physics”, where computer-oriented learning tools allow research to be conducted for educational purposes at a new technological level and significantly higher qualitative and quantitative level.

It is shown that the solution of these contradictions in the study of the section “Quantum Physics” and their overcoming through the introduction of computer-oriented learning tools into the implementation of the physical practicum is now an actual problem, the solution of which determined the choice of the topic of the study **“Development of Cognitive Activity of Students in Quantum Physics by Computer-Oriented Learning Tools”**.

The purpose of the study is to provide substantiation, development and experimental verification of the methodical system for the development of cognitive activity of students in quantum physics by computer-oriented learning tools.

In accordance with the purpose of the study the following **tasks** were set:

1. To conduct an analysis of the primary sources, to find out the current state of problem and to determine the basic provisions on which the development of cognitive activity of students from the section “Quantum Physics” should be based.

2. Taking into account the potential of information and computer technology, to create software products for the purpose of providing of computer-simulated laboratory workshops integrating virtual and real experiments from the section “Quantum physics” and are implemented by computer-oriented learning tools.

3. To develop a methodical system for the development of cognitive activity of students in the course of studying quantum physics with the use of created computer-oriented learning tools and methodological support for their successful implementation.

4. Experimentally check and evaluate the effectiveness of the proposed system for the development of cognitive activity of students on the basis of created computer-oriented learning tools and to conduct an expert evaluation of the proposed teaching-methodical complex.

The object of the study is the educational process in the course of general physics in the multicomponent learning environment of the pedagogical university.

The subject of the study is the cognitive activity of students in the process of implementation of the physical practicum in the section “Quantum Physics”.

The scientific novelty of the obtained results is conditioned by the following:

- basic positions were for the first time theoretically grounded and on the basis of them a system of development of cognitive activity of students in quantum physics by computer-oriented learning tools during implementation of a physical practicum was created; algorithms of computer-simulated laboratory works of physical workshop were developed for the purpose of development of the corresponding software “Quantum Physics”;

- the model of a methodical system for the development of individual independent work of students in physics and the method of ICT implementation in the course of performing individual training tasks and learning projects on quantum physics in pedagogical institutions of higher education received a further development; the levels, criteria and indicators of assessment of the students’ cognitive activity in physics were singled out;

- methods of development of independent work of students in quantum physics through the implementation of the system of individual training tasks of various vectors and learning projects from the section “Quantum Physics” received support;
- the theory and practice of activating cognitive activity of students on the basis of the introduction of individual tasks and scientific projects on quantum physics with the use of computer-oriented learning tools were further developed;
- the methods of educational physical experiment (demonstration and laboratory types) on quantum physics have been improved as a result of the introduction of computer-oriented learning tools.

Practical significance of the research: the effectiveness of the introduction of the system of development of students’ cognitive activity in the study of quantum physics and its methodological support were experimentally confirmed, which included: two manuals for students, program and pedagogical learning tool “Quantum Physics”, 44 training assignments, 11 educational projects on section “Quantum Physics”; the criteria and indicators for determining the levels of cognitive activity of students in physics were worked out and methodological support to the physical practicum of the section “Quantum Physics” was developed.

The dissertation consists of introduction, three sections, conclusions to each section, general conclusions, list of used sources (Section I – 209 titles, Section II – 100 titles, Section III – 23 titles) and 6 annexes. The full volume of the dissertation is **335** pages; the main text of the dissertation is 193 pages (8,0 copyright sheets). The study presents 15 tables, 21 figures.

In the introduction the relevance, purpose, object, subject, tasks and methods of the research, the scientific novelty and the practical significance of the obtained results are revealed; information about the author’s personal contribution, implementation and testing of the results, publications and structure of the dissertation is presented.

In the Section I of the dissertation **“Modern views on activation and development of independent educational activity of students in physics at the**

pedagogical university” the psychological and pedagogical bases of independent cognitive activity of students in the educational process in physics are considered, where independent work of students is evaluated separately as didactic problem. The development of cognitive activity of students in the study of physics is analyzed. Peculiarities of the organization of cognitive activity of students on quantum physics with use of means of ICT are described. The basic positions of designing of individual activity of students in the physical workshop on quantum physics are singled out.

It was found that the concept of “activity” of the individual in pedagogy is interpreted as the ability to conscious labor and social activity. The activity of the individual manifests itself in its initiative, in efficiency and in the psychological focus on activity. Activity is taken as a basis in psychology and identifies also the concept of “action”.

Our analysis states that pedagogical science does not establish a clear and uniform interpretation of the phenomenon of “activity”, as its final structure is not developed. The most exhaustingly this phenomenon is presented in its philosophical interpretation as a way of human existence, its ability to make a reality change with the isolation of goal-setting. The main components of the activity are: subject, tool, object, result. In these circumstances, the following two possible points are distinguished: a) the subject of activity is not a single individual, but an individual who is presented as an integral part of society; b) the goal should be understood as a socio-historical phenomenon.

The peculiarities of the development of the cognitive activity of students during the implementation of the physical workshop from the section “Quantum Physics” using the computer-oriented learning tools were explored. It was established that the student, performing the work of the physical workshop with computer-oriented learning tools, improves his informative competence, develops his experimental activity, and the implemented learning tools bring his cognitive activity to a qualitatively higher level.

The basic principles of the development of the cognitive activity of students on quantum physics in the multicomponent learning environment that stimulate activity itself and develop the cognitive activity, as well as ensure the unity of intellectual and personal development of the future teacher of physics are: – consideration the significance of didactic objectives of learning quantum physics; – multivector orientation of teaching aids; – introduction of individual tasks of different orientation types; – monitoring and constant diagnostics of the success of the cognitive activity of students; – realization of subjectivity of pedagogical interaction of the teacher and the student.

In the Section II **“Fundamentals of developing of methodical system for the development of cognitive activity of students in quantum physics”**, based on the generalization of the works of scientists and researchers in the field of methodology and methods of teaching physics and the organization of educational activities, the methodical system of cognitive activity of students and its successful implementation into the educational process in quantum physics in the conditions of performing a physical practicum with the help of computer-oriented learning was developed. The author’s system of development of cognitive activity of students, which consists of traditional components, but with a special structure of the model has been created. In the structure of this model, the content of the educational material of the section **“Quantum Physics”** (content and procedural components) are concentrated in the center, providing the flowing of most interconnections and interactions between the other components precisely through its core (basis). Placing the content block (the content of quantum physics) in the center of the model, combined with the procedural component (with the method of teaching of the section), makes it possible to isolate and compare the main criteria for assessing the levels of cognitive activity of students (empirical-intuitive, reproductive and reflective-creative) with levels of academic achievement students as identical, at the same time achievement of the goals by the student is ensured by a single content and procedural components, optimally selected computer-oriented learning tools, maintaining a high level of cognitive activity of students and aiming at acquisition of new knowledge.

The methods of teaching and the methodology of development of cognitive activity of students on quantum physics are implemented on the Java platform. Educational and pedagogical complex for successful implementation of the system of cognitive activity of students, methodology for software development have been created; the author's software tool "Quantum Physics" and the method of its implementation during completion of physical workshop have been developed; the system of individual training tasks and educational projects has been created. Two manuals for students have been prepared. The criteria for assessing the levels of the cognitive activity of students and of academic achievement of students, along with tasks for the control work on quantum physics have been defined and developed, which make it possible to consider the levels of cognitive activity of students and their educational achievements as identical.

In the Section III **"Experimental verification of the methodical system for the development of cognitive activity of students in quantum physics"**, the essence of experimental verification of corresponding levels of cognitive activity of students on quantum physics and levels of academic achievements on the strength of implementation of a physical workshop on the basis of the computer-oriented learning tool "Quantum Physics" have been explained.

As a result of the experimental verification, the effectiveness of the author's system of development of cognitive activity of students, along with its quality and expediency, as well as the high efficiency of the implementation of the computer-oriented learning tool "Quantum Physics" have been established. It's been revealed that with help of implementation of the system of cognitive activity of students and its methodological provision, the level of students' achievements and the level of their cognitive activity on quantum physics, which can be interpreted as equivalent and mutually correlated with each other, have got a significant increase.

Keywords: methods of teaching physics, quantum physics, multicomponent learning environment, software, computer-oriented learning tools, real and virtual experiment, educational process, preparation of physics teacher.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації Статті у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України:

1. Velychko S., Shulga S. Use of ict in the study of nuclear physics. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (КДПУ ім.В.Винниченка)*. Кіровоград, 2015. Вип. 8, ч. 2. С. 79-83.
2. Шульга С.В., Величко С.П. Активізація самостійної роботи студентів у фізичному практикумі з атомної фізики. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (КДПУ ім.В.Винниченка)*. Кіровоград, 2016. Вип. 9, ч. 2. С. 227-234.
3. Shulga S.V., Velychko S.P. Virtual experiments in the study of quantum physics. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. (КДПУ ім.В.Винниченка)*. Кіровоград, 2016. Вип.10, ч. 1. С. 99-105.
4. Shulga S.V., Velychko S.P. Virtual experiments: research phosphorescence. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. (КДПУ ім.В.Винниченка)*. Кропивницький, 2017. Вип. 11, ч. 2. С. 54-62.
5. Шульга С.В., Величко С.П. Посилення ролі індивідуальної пошукової діяльності студентів у фізичному практикумі з атомної фізики. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (ЦДПУ ім.В. Винниченка)*. Кропивницький, 2017. Вип. 12, ч. 3. С. 142-150.
6. Величко С.П., Сірик Е.П., Шульга С.В. Віртуальна лабораторія з вивчення основ квантової фізики. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Кам.-Под., 2018. Вип. 24: STEM-інтеграція як важлива передумова управління результативністю та якістю фізичної освіти. С. 56-59. (*Google Scholar, Index Copernicus (ICV 2016:59,45) та CEJSH*).

7. Величко С.П., Сірик Е.П., Шульга С.В. Віртуально-орієнтований практикум із фізики для студентів нефізичних спеціальностей. *Зб. наук. пр. «Педагогічні науки» (ХДУ)*. Херсон, 2018. Вип. LXXXI, Том. II. С.32-38. (*Index Copernicus*).

8. Шульга С.В., Величко С.П. Моніторинг та оцінка навчально-методичного комплексу з квантової фізики для розвитку пізнавальної діяльності студентів. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. Кропивницький, 2019, Вип. 177, ч. 2. С. 183-187.

9. Величко С.П., Шульга С.В. Оцінка ефективності і системи розвитку пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики комп'ютерно орієнтованими засобами навчання. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. Кропивницький, 2019. Вип. 179, С. 32-38.

Статті у наукових періодичних виданнях інших держав:

10. Величко С.П., Шульга С.В. Комп'ютерно орієнтовані засоби підтримки самостійної діяльності студентів у навчанні квантової фізики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. Том 65, №3. С.103-114. (*Web of Science*)

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

Посібники:

11. Шульга С.В. Організація індивідуальної роботи студентів засобами ІКТ у підготовці та виконанні лабораторного практикуму з курсу загальної фізики (Квантова фізика): навч. посібн. для студ. фіз.-мат. фак.-ту пед. ун-тів. Кропивницький: ПП Ексклюзив-Систем, 2018. 142 с.

12. Шульга С.В. Індивідуальні завдання та навчальні проекти для студентів до лабораторного практикуму з курсу загальної фізики (Квантова фізика) : навч. посібн. для студ. фіз.-мат. фак.-тів пед. ун-тів. Кропивницький: ПП Ексклюзив-Систем, 2018. 42 с.

Матеріали науково-практичних конференцій, тези доповідей:

13. Шульга С.В. До проблеми посилення самостійної роботи студентів у процесі навчання фізики атома і ядра в педагогічних університетах. *Засоби і технології сучасного навчального середовища: Матеріали XII (XXII) міжнародної науково-практичної конференції*, м. Кіровоград, 27-28 травня 2016 року. Відповід. ред.: С.П. Величко. Кіровоград: ПП Ексклюзив-Систем, 2016. С.116-118.

14. Шульга С.В. Віртуальний експеримент: дослідження спектру водню. *Засоби і технології сучасного навчального середовища: Матеріали XIII (XXIII) міжнародної науково-практичної конференції*, м. Кропивницький, 19-20 травня 2017 року. Відповід. ред.: С.П. Величко. Кропивницький: ПП Ексклюзив-Систем, 2017. С.88-90.

15. Шульга С.В. Результати перевірки методичної системи розвитку пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики. *Збірник тез матеріалів III Всеукраїнської науково-методичної конференції «Теоретико-методичні засади вивчення сучасної фізики та нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах»*, м. Суми, 28 листопада 2018 р. За ред. О.М. Завражної. Суми: Вид-во Сум. ДПУ ім. А.С. Макаренка, 2018. С.80-82.

16. Шульга С.В., Халецька З.П., Ізюмченко Л.В. Методичні особливості вивчення теми «Апроксимація функцій» студентами фізичних спеціальностей *Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Математика в сучасному технічному університеті*, м. Київ, 28-29 грудня 2017 р. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. С.290-292.

17. Величко С.П., Сірик Е.П., Шульга С.В. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання для студентів нефізичних спеціальностей. *Зб. матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі»*, м. Херсон, 13-15 вересня 2018 р. Укладач В.Д. Шарко. Херсон: Вид-во ХНТУ, 2018. С.69-71.

18. Величко С. П., Соменко Д.В., Шульга С.В. Удосконалення фізичного практикуму з квантової фізики комп'ютерно-орієнтованими засобами навчання.

Матеріали міжнародної науково-методичної конференції Проблеми математичної освіти. ПМО – 2019. Черкаси, Україна, 11-12 квітня 2019 року. Черкаси: Вид. ФОП Гордієнко Є.І., 2019. С.199-200.

Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

Стаття у науковому періодичному виданні:

19. Шульга С.В., Величко С.П. Результати перевірки методичного забезпечення для розвитку пізнавальної діяльності студентів з фізики. *Збірник наукових праць студентів і молодих науковців Фізика. Технології. Навчання.* Кропивницький: ПП Центр оперативної поліграфії Авангард, 2018. Вип. 17, С.102-107.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	22
ВСТУП.....	23
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ПОГЛЯДИ НА АКТИВІЗАЦІЮ І РОЗВИТОК САМОСТІЙНОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ З ФІЗИКИ У ПЕДАГОГІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ.....	35
1.1. Психолого-педагогічні основи самостійної пізнавальної діяльності студентів в освітньому процесі з фізики.....	36
1.1.1. Самостійна діяльність студентів в освітньому процесі як дидактична проблема.....	36
1.1.2. Розвиток індивідуальної пізнавальної діяльності студентів у навчанні фізики.....	46
1.2. Особливості організації самостійної навчальної діяльності студентів з квантової фізики та можливості їх реалізації засобами ІКТ.....	61
1.2.1. Особливості розвитку навчальної діяльності студентів з квантової фізики засобами сучасних інноваційних технологій	61
1.2.2. Сучасний стан та особливості вивчення квантової фізики у закладах вищої освіти.....	72
1.3. Особливості пізнавально-пошукової діяльності студентів з фізики у комп'ютерно-орієнтованому навчальному середовищі.....	84
1.4. Зasadничі положення проектування індивідуальної навчальної діяльності студентів у фізичному практикумі з квантової фізики.....	94
Висновки до розділу 1	101
Список використаних джерел до розділу 1	105
РОЗДІЛ 2. ОСНОВИ РОЗРОБКИ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ РОЗВИТКУ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ З КВАНТОВОЇ ФІЗИКИ .	127
2.1. Розробка методичної системи розвитку пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики засобами ІКТ	130
2.1.1. Структура моделі системи розвитку ПДС з квантової фізики як дидактична проблема.....	131

2.1.2. Методичні ідеї ефективного виконання фізичного практикуму з квантової фізики у створеній системі розвитку ПДС на основі КОЗН	140
2.2. Навчально-методичний комплекс для реалізації методики виконання фізичного практикуму у системі розвитку ПДС	149
2.2.1. Методологічні основи програмного забезпечення методики виконання фізичного практикуму з квантової фізики	153
2.2.2. ППЗ «Quantum Physics» як засіб підтримки пізнавальної діяльності студентів у фізичному практикумі	159
2.3. Методика використання ППЗ «Quantum Physics» для виконання робіт фізичного практикуму з квантової фізики	166
2.4. Індивідуальні завдання та навчальні проекти у системі розвитку ПДС і виконанні практикуму з квантової фізики	175
2.5. Результативно-оцінювальний блок системи розвитку ПДС з квантової фізики	182
Висновки до розділу 2	189
Список використаних джерел до розділу 2	192
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА СИСТЕМИ РОЗВИТКУ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ З КВАНТОВОЇ ФІЗИКИ	204
3.1. Організація та проведення експериментальної перевірки системи розвитку ПДС з квантової фізики	205
3.2. Результати впровадження методики розвитку ПДС з квантової фізики та їх аналіз	224
3.3. Експертна оцінка навчально-методичного комплексу для забезпечення методики виконання фізичного практикуму і системи розвитку ПДС з квантової фізики	233
Висновки до розділу 3	239
Список використаних джерел до розділу 3	241
ВИСНОВКИ	244
ДОДАТКИ	249

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЗВО – заклад вищої освіти

ЗЗСО – заклад загальної середньої освіти

ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології

ІНДЗ – індивідуальне навчально-дослідницьке завдання

ІНЕЗ – індивідуальне навчально-експериментальне завдання

ІНЗ – індивідуальне навчальне завдання

ІНМЗ – індивідуальне навчально-методичне завдання

ІНТЗ – індивідуальне навчально-теоретичне завдання

КОЗН – комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання

КОНК – комп'ютерно-орієнтовані навчальні комплекти

КОСН – комп'ютерно-орієнтовані системи навчання

НДРС – науково-дослідна робота студентів

НІТН – нові інформаційні технології навчання

НМК – навчально-методичний комплекс

НП – навчальні проекти

НПД – навчально-пізнавальна діяльність

ПДС – пізнавальна діяльність студента

ППЗ – програмно-педагогічні засоби

СІТН – сучасні інформаційні технології навчання

СОТ – сучасні освітні технології

ВСТУП

Сучасні зміни та перетворення, які відбуваються у соціально-економічному, політичному та духовному житті нашого суспільства, суттєво посилюють демократичні тенденції і підвищують роль загальнолюдських цінностей, сприяють розвитку інтеграційних процесів у науці, в освіті та в становленні ринкових відносин, розвивають національну культуру, а також наукові та соціально-економічні досягнення суспільства, що обумовлені спрямованістю до прогресивного розвитку в усіх напрямках, висуваючи нові вимоги й до системи вищої освіти. З урахуванням зазначеного на заклади вищої освіти (ЗВО) покладені вагомі завдання з підготовки активних і професійно освічених, творчих фахівців, які здатні до самоосвіти, самовдосконалення та самореалізації і володіють такими якостями, як системність мислення, інформаційна та комунікативна культура, самостійність, ініціативність, творча активність, відповідальність, мобільність і конкурентоспроможність.

Інтеграція української системи освіти у світовий освітній простір та приєднання нашої вищої освіти до Болонської хартії є вагомим показником як економічного, соціального, інтелектуального та інноваційно-технологічного, так і культурного розвитку українського суспільства, що зумовлює потребу в запровадженні у ЗВО кредитної трансферно-накопичувальної системи навчання, яка націлена саме на підвищення якості освіти майбутніх високопрофесійних фахівців і забезпечення престижу української вищої школи. У відповідності до «Національної стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» й з урахуванням широкого впровадження в освітній процес інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у вивченні фізики, що регламентується Законом України «Про національну програму інформатизації», розпорядженням Кабінету Міністрів України «Про затвердження плану заходів, передбачених Законом України «Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 роки», окреслилися основні напрямки розвитку національної системи вищої освіти. Це призвело до її модернізації в контексті європейських вимог. Однак, на сьогодні ще існує значна кількість

проблемних питань, котрі вимагають свого вирішення, а тому є потреба у внесенні суттєвих змін у процес подальшого розвитку системи вищої освіти.

Наукові праці з проблем інноваційної діяльності в освіті В. Ю. Бикова, С. У. Гончаренка, М. І. Жалдака, О. І. Ляшенка, Н. В. Морзе, Т. О. Пушкарьової, С. О. Сисоєвої, М. І. Шута та інших акцентують увагу на тому, що найважливішою особливістю у контексті реалізації сучасних інноваційно-педагогічних технологій навчання (СІТН) є їх спрямованість на здійснення переходу від педагогіки формування особистості до педагогіки саморозвитку сучасного вчителя. Наявний на сьогодні різний рівень розробленості цих технологій з надзвичайною гостротою підкреслює проблему вибору СІТН відповідно до цілей і змісту навчання. Разом з тим дидактичні можливості таких технологій у формуванні готовності студентів педагогічних університетів до професійної діяльності в освітянській галузі достатньою мірою не досліджені, а методичні рекомендації до їх застосування потребують значного розвитку.

Таким чином, актуальність дослідження обумовлена необхідністю забезпечення випереджувального характеру освіти у педагогічних університетах; потребою у подальшому вдосконаленні змістової і процесуальної компоненти у вивченні курсу фізики та методики його навчання; підвищення рівня і якості навчально-методичного і матеріально-технічного забезпечення реалізації навчальних програм відповідно до вимог стандартів вищої освіти; підвищення значущості самостійної роботи студентів і впровадження для цього в освітній процес новітніх технологій; удосконалення систем контролю знань та умінь (моніторингу освіти) у вищій школі; участь студентів у формуванні індивідуальних навчальних завдань і проектів; розвиток і поглиблення науково-дослідної роботи студентів; створення умов для розвитку творчої самостійної діяльності студента, що відповідає його потребам, індивідуальним здібностям та вимогам суспільства.

До того ж констатуватимемо, що у ЗВО у ході вивчення фізичних дисциплін (загальної фізики, теоретичної фізики та методики навчання фізики і низки спецкурсів) активно запроваджуються ІКТ, які реалізують моделювання

(математичне, фізичне та комп'ютерне) не лише фізичних явищ, а й педагогічних; забезпечують обробку інформації, отриманої у ході навчальних експериментів; створюють необхідні і досить важливі для навчання дидактичні мультимедійні матеріали, що розкривають усі можливості наявних засобів і значною мірою розширюють їх, об'єднуючи у комп'ютерно-орієнтовані засоби (чи системи) навчання КОЗН (чи КОСН).

Відтак, запроваджуючи роботу студентів з ІКТ та активізуючи її, слід увагу приділяти тим із засобів, котрі є вагомими саме для майбутніх учителів у їхній педагогічній діяльності: робота з інтерактивними мультимедійними системами; створення або адаптація існуючих ППЗ відповідно до дидактичної мети у вирішенні ІНЗ чи проекту; робота з навчальними комплектами, коли обробка одержаних результатів та їх інтерпретація виконується автоматично; створення мультимедійних дидактичних матеріалів; організація освітнього процесу на базі інтерактивного ППЗ.

Отже, як у процесі групової аудиторної, так і в ході самостійної (індивідуальної) роботи студентами здобуваються певні уміння та формуються конкретні навички роботи з ІКТ у контексті саме фізичної освіти.

За цих обставин привертають увагу *суперечності*, які зумовлені і потребами суспільства, і інтеграційними тенденціями, серед яких вагомими є:

1 – значна частина студентів у педагогічних ЗВО має ще низький рівень розвитку самостійної пізнавальної активності. Це є наслідком послаблення соціальної значущості фізичних спеціальностей та застарілого методичного і технічного забезпечення, необхідного для підготовки сучасного вчителя фізики. Зазначене є вагомим на завершальній стадії вивчення фізики, а саме розділу «Квантова фізика», де цього вимагає і змістова, і процесуальна складові освітнього процесу, хоча й сучасні вимоги передбачають посилення ролі самостійної ПДС, яка ще недостатньо підкріплена наданням вільної траєкторії й усіх можливостей кожному студенту індивідуально працювати із засобами ІКТ і під час вивчення розділу «Квантова фізика», бо відсутні відповідні ППЗ, що відрізняються і своєю якістю, і призначенням та універсальністю;

2 – невідповідність змістової і процесуальної компоненти в організації освітнього процесу з квантової фізики у педагогічному ЗВО породжує потребу перебудови цього процесу на користь таких форм, методів і засобів навчання, які формують не лише знання, уміння і навички, а й здатність та готовність до самоосвіти, створюють умови їх розвитку;

3 – розвиток індивідуальної ПДС з фізики потребує поєднання цілеспрямованої навчальної діяльності із засобами ІКТ і створення на їх основі КОЗН, що здатні реалізувати системний і компетентнісний підходи, а на завершальній стадії і синергетичний підхід у створенні методичної системи навчання розділу «Квантова фізика» у педагогічному університеті.

Отже, аналіз першоджерел дає підстави виокремити протиріччя, які, з одного боку, підкреслюють знижений інтерес молоді до вивчення фундаментальних наук у вишах, а з іншого боку – студенти, відчуваючи потребу в активній діяльності, розуміють, що без нових знань не можна успішно організувати власне життя, діяльність, бути професійно компетентними та соціально мобільними. Тому є потреба у створенні умов для розкриття особистісних якостей і достатньо повної реалізації усіх можливостей та особистих здібностей, розвитку пізнавальної активності, уміння самостійно працювати в нових умовах навчання, що дозволяє майбутньому вчителю перебудувати свою професійну спрямованість для ефективного вирішення потреб суспільства, поєднуючи їх із власними намірами.

Упровадженню ІКТ і сучасних засобів у навчанні фізики майбутніх вчителів присвячені праці П. С. Атаманчука, В. Ю. Бикова, С. П. Величка, В. П. Вовкотруба, М. І. Жалдака, Ю. О. Жука, В. Ф. Заболотного, О. І. Іваницького, А. В. Касперського, О. І. Ляшенка, Ю. М. Орищина, М. Т. Мартинюка, Н. В. Подопрігори, М. І. Садового, І. В. Сальник, В. Д. Сиротюка, В. Д. Шарко, М. І. Шута та багатьох інших вітчизняних учених. При цьому слід відмітити, що використання саме засобів ІКТ дозволяє мати педагогічні переваги порівняно з традиційними технологіями навчання у зв'язку з індивідуалізацією навчального процесу, як це доведено, наприклад, у

кандидатських дослідженнях О. В. Задорожної, І. І. Засядька, О. А. Забари, С. Г. Ковальова, О. В. Слободяник, Д. В. Соменка, А. В. Ткаченко та інших дослідників, тобто наданням можливості студентів обирати свій темп і варіант освітньої траєкторії, що актуалізує проблему співвідношення реального та віртуального експериментів (С. П. Величко, І. В. Сальник, С. Г. Ковальов, А. Н. Петриця, Д. В. Соменко). Зазначене є особливо важливим для фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика», де використання засобів ІКТ дозволяє проводити дослідження в освітніх цілях на новому рівні. Зазначене допомагає оволодінню студентами системою інтегрованих фізичних знань, а також формуванню умінь і навичок застосовувати набуті знання у майбутній професійній діяльності, формуванню сучасних уявлень про фізичну картину світу, що поліпшує опанування фаховими знаннями й одночасно сприяє формуванню відповідних професійних якостей вчителя фізики: науково-теоретичної, експериментаторської та світоглядної складових, творчості, фахової професійної компетентності тощо.

У зв'язку із зазначеним важливо взяти до уваги й урахувати роль дієвості такого етапу в освітньому процесі з фізики між конкретно-предметною діяльністю студента й абстрактно-логічним його мисленням, який забезпечує перехід від емпіричного пізнання до теоретичного узагальнення (ідея академіка О. І. Ляшенка), що обумовлений об'єктивними закономірностями розвитку особистості майбутнього вчителя фізики. Такий етап має забезпечити конкретність і наочність досліджуваних об'єктів і теоретичних понять у розділі «Квантова фізика» і забезпечує їхню інтеграцію.

Враховуючи сказане, поєднання теоретичної та експериментаторської складових фахової підготовки майбутнього вчителя буде спрямоване на розвиток ПДС з квантової фізики та в цілому професійної компетентності вчителя фізики, а також і виконання фізичного практикуму. Для вирішення зазначеної проблеми важко знайти альтернативу комп'ютерно-змодельованим лабораторним роботам і КОЗН, що є важливим для розділу «Квантова фізика» і

вирішує матеріально-технічну базу у створенні необхідного навчального середовища і розвитку технологічної складової в організації ПДС.

Отже, вирішення зазначених суперечностей у традиційній методиці організації індивідуальної роботи студентів у процесі вивчення курсу фізики й особливо під час виконання фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика» та науково-методичними можливостями для їх подолання через запровадження КОЗН є нині актуальною проблемою, розв'язання якої визначило вибір теми дослідження **«Розвиток пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики комп'ютерно-орієнтованими засобами навчання»**.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дослідження виконано відповідно до плану науково-дослідної роботи кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського (нині – Центральноукраїнського) державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка «Шляхи підвищення ефективності навчально-виховного процесу з фізики в школі та ВНЗ» (протокол № 5 від 08.12.2011 р.). Тему дослідження затверджено рішенням вченої ради Кіровоградського (нині – Центральноукраїнського) державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (протокол № 6 від 28 грудня 2015 р.).

Мета дослідження: теоретично обґрунтувати, розробити та експериментально перевірити методичну систему розвитку пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики за допомогою КОЗН.

Відповідно до мети дослідження були поставлені такі **завдання**:

1. На основі аналізу літературних першоджерел з'ясувати сучасний стан проблеми пізнавальної діяльності студентів у навчанні курсу фізики в педагогічному університеті і визначити можливі засадничі положення, на яких має базуватися розвиток ПДС з розділу «Квантова фізика».

2. Враховуючи основні напрямки розвитку фізичного практикуму та потенційні можливості ІКТ, вивчити проблему запровадження наявних ППЗ і за необхідності створити власні програмні продукти забезпечення для виконання комп'ютерно-змодельованих лабораторних робіт практикуму, що інтегрують

віртуальні і реальні експерименти з розділу «Квантова фізика» у загальному курсі фізики і реалізуються завдяки КОЗН.

3. Розробити систему розвитку ПДС у вивченні квантової фізики з використанням створених КОЗН та методичного забезпечення для їх реалізації; вивчити можливості запровадження для успішної реалізації проблеми пізнавальної діяльності студентів у ході фізичного практикуму, котрий поєднує науково-теоретичну, практичну та експериментаторську складові фахової професійної компетентності майбутнього вчителя фізики.

4. Експериментально перевірити й оцінити результативність запропонованої методичної системи ПДС на основі створених КОЗН та організувати експертну оцінку запропонованому навчально-методичному комплексу, методичним рекомендаціям і посібникам.

Об'єкт дослідження – освітній процес з курсу загальної фізики у закладі вищої освіти.

Предмет дослідження – пізнавальна діяльність студентів у процесі підготовки та виконання фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика» у курсі загальної фізики педагогічного університету.

Методи дослідження. Під час виконання поставлених завдань були використані такі методи досліджень: *теоретичні*: вивчення, узагальнення, систематизація та аналіз науково-методичної й психолого-педагогічної літератури з теми дослідження, що дало можливість уточнити поняття пізнавальної діяльності студентів, визначити рівні її активності у процесі навчання квантової фізики, а також з'ясувати стан та вирішення проблеми активізації і розвитку ПДС комп'ютерно-орієнтованими засобами навчання; *праксиметричні* – вивчення педагогічного досвіду викладачів фізики для його наукового аналізу й узагальнення ефективних напрацювань; – *емпіричні*: діагностичні (анкетування, тестування, опитування, бесіда, педагогічне спостереження, аналіз контрольних робіт) для з'ясування особливостей ПДС, визначення рівня їх активності, сформованості експериментаторських умінь і навичок, визначення вимог до побудови методичної системи розвитку ПДС з

квантової фізики; *прогностичні*: розробка методичної системи розвитку ПДС засобами ІКТ з квантової фізики; *експериментальні*: констатувальний, пошуковий, формувальний педагогічний експеримент для визначення стану вирішення проблеми, апробації розробленої методичної системи; *статистичні* – для кількісного і якісного аналізу результатів навчання за створеною методичною системою.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

– *вперше* теоретично обґрунтовані засадничі положення і на їх основі створена методична система розвитку ПДС з квантової фізики комп'ютерно-орієнтованими засобами навчання під час підготовки і в ході виконання фізичного практикуму в умовах полікомпонентного навчального середовища у процесі підготовки майбутніх учителів фізики у педагогічному ЗВО; розроблено алгоритми комп'ютерно-змодельованих (віртуальних) лабораторних робіт фізичного практикуму з метою розробки відповідного програмного забезпечення «Quantum Physics»;

– *отримали подальший розвиток* модель методичної системи розвитку індивідуальної самостійної роботи студентів з фізики та методика реалізації засобів ІКТ у процесі виконання ІНЗ і НП з квантової фізики у педагогічних закладах освіти; система рівнів, критеріїв та показників оцінки рівнів та активності ПДС з фізики; теорія і практика активізації пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики з використанням КОЗН;

– *одержала підтримку* методика розвитку самостійної роботи студентів у ході аудиторних і позааудиторних занять з квантової фізики через виконання системи ІНЗ різновекторного (теоретичного, експериментального, дослідницького та методичного) характеру і наукових проєктів з розділу «Квантова фізика»;

– *удосконалено* методику і техніку навчального фізичного експерименту (демонстраційного і лабораторного) з квантової фізики внаслідок запровадження КОЗН, а також методику вивчення квантової фізики у ЗВО.

Практична значущість дослідження доведена експериментальним підтвердженням доцільності й ефективності запровадження методичної системи розвитку ПДС у навчанні квантової фізики та методичного її забезпечення завдяки запропонованому навчально-методичному комплексу, який охоплює: два посібники для студентів, ППЗ «Quantum Physics», систему із 44 ІНЗ, 11 навчальних проєктів з розділу «Квантова фізика», що сприяє розвитку пізнавальної діяльності студентів комп'ютерно-орієнтованими засобами навчання і дало позитивний педагогічний ефект у реалізації їх як єдиної і взаємопов'язаної комп'ютерно-орієнтованої системи навчання фізики у ЗВО з метою підготовки майбутнього вчителя за напрямом «Фізика». Створена система може бути ефективно використаною також у підготовці фахівців зі спорідненого з фізикою напрямку та фахівців нефізичних спеціальностей; *відпрацьовані критерії та показники* визначення рівнів ПДС з фізики та *розроблене методичне забезпечення* до фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика» суттєво активізує пізнавальну діяльність студентів.

Впровадження результатів дослідження. Основні теоретичні положення виконаного дослідження, методична система розвитку ПДС у ході підготовки і виконання фізичного практикуму з квантової фізики на основі створених КОЗН, системи ІНЗ та НП і методичні рекомендації та посібники для їх реалізації впроваджені в освітній процес: Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (довідка №06/63 від 30.10.2018 р.); Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка (довідка №50 від 08.10.2018 р.); Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка (довідка №83/18 від 27.09.2018 р.); Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки (довідка №03-28/02/2774 від 28.09.2018 р.); Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка (довідка №2325 від 26.09.2018 р.); Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини (довідка №2452/01 від 25.10.2018 р.); Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (довідка № 15-н від 15.01.2019 р.).

Особистий внесок здобувача. В опублікованих у співавторстві працях особистий внесок автора дисертаційного дослідження полягає у наступному.

У статтях «Use of ict in the study of nuclear physics», «Virtual experiments in the study of quantum physics», «Virtual experiments: research phosphorescence» розкрито окремі питання методики фізики, які можуть бути покладені в основу розробки та удосконалення ППЗ для моделювання явищ і процесів з атомної та ядерної фізики для впровадження їх у вивченні зазначеного розділу та у ході фізичного практикуму з цього розділу. У статтях «Активізація самостійної роботи студентів у фізичному практикумі з атомної фізики», «Посилення ролі індивідуальної пошукової діяльності студентів у фізичному практикумі з атомної фізики» доведено потребу розширення самостійної ПДС у виконанні фізичного практикуму взагалі з фізики атома і атомного ядра, а на основі детального аналізу попередніх досліджень доведено доцільність розвитку самостійної роботи студентів за рахунок упровадження засобів ІКТ, що актуалізують проблему інтеграції реального і віртуального в експерименті; показано з цією метою як у створених ППЗ повинні враховуватися низка модулів у ході виконання конкретної роботи практикуму і будь-якого експериментального дослідження. У статтях «Оцінка ефективності і системи розвитку пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики комп'ютерно орієнтованими засобами навчання», «Моніторинг та оцінка навчально-методичного комплексу з квантової фізики для розвитку пізнавальної діяльності студентів» розкрита проблема організації та розвитку ПДС у ході виконання фізичного практикуму на основі засобів ІКТ і показано, що саме комп'ютерно орієнтовані засоби навчання підвищують ефективність освітнього процесу. У статтях «Віртуальна лабораторія з вивчення основ квантової фізики», «Віртуально-орієнтований практикум із фізики для студентів нефізичних спеціальностей» розкрита сутність і зміст пропонованого ППЗ, що забезпечує виконання 11 лабораторних робіт практикуму і серії ІНЗ та НП з розділу «Квантова фізика», що дає підстави говорити про створення віртуальної фізичної лабораторії, яка урізноманітнює і розвиває дослідницьку діяльність

студента. У статті «Комп'ютерно орієнтовані засоби підтримки самостійної діяльності студентів у навчанні квантової фізики» розкрита методика запровадження КОЗН з метою підтримки і розвитку самостійної діяльності студентів у ході виконання практикуму з квантової фізики, що підвищує фахові експериментаторські компетенції майбутнього вчителя фізики. У статті «Методичні особливості вивчення теми «Апроксимація функцій» студентами фізичних спеціальностей» автор доводить, що у вивченні математики студентами фізичних спеціальностей важливими виступають конкретні приклади, задачі і запропоновані вправи, які тісно пов'язані з фізикою, і зазначене сприяє підвищенню якості опанування студентами матеріалом, який є корисним і для фізики; у статтях «Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання для студентів нефізичних спеціальностей», «Удосконалення фізичного практикуму з квантової фізики комп'ютерно-орієнтованими засобами навчання» – автором розкрита сутність удосконалення фізичного практикуму завдяки запровадженню створеного ППЗ «Quantum Physics» та особливостей виконання лабораторних робіт з розділу у сучасному полікомпонентному навчальному середовищі; у статті «Результати перевірки методичного забезпечення для розвитку пізнавальної діяльності студентів з фізики» – автор відображає результати перевірки методичного забезпечення розвитку ПДС з фізики.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати дослідження отримали позитивну оцінку на конференціях і семінарах різного рівня: *міжнародних*: «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (м. Кіровоград, 2016 р.); «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (м. Кропивницький, 2017 р.); «Математика в сучасному технічному університеті (м. Київ, 2017 р.); «Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі» (м. Херсон, 2018 р.); «Проблеми математичної освіти. ПМО 2019» (м. Черкаси, 2019 р.); *всеукраїнських*: «Теоретико-методичні засади вивчення сучасної фізики та нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах» (м. Суми, 2018 р.); «Фізика. Технології. Навчання» (м. Кропивницький, 2018 р.) та науково-методичному

семінарі «Сучасні проблеми дидактики фізики» у Центральноукраїнському державному педагогічному університеті ім. В. Винниченка (м. Кропивницький, 2019 р.).

Публікації. Результати дослідження відображено в 19 публікаціях, з них 5 написані без співавторів. Основні результати роботи представлені 10 статтями, з них 9 опубліковано у наукових фахових виданнях України, 1 – у фаховому виданні України, яке входить до міжнародних наукометричних баз, зокрема Web of Science. Апробація матеріалів дисертації представлена у 8 публікаціях: 2 посібники та 6 тез науково-практичних конференцій. Публікації, що додатково відображають наукові результати дослідження, представлені 1 статтею. Загальний обсяг публікацій складає 21,5 др. арк, з яких авторів належать 16,9 др. арк.

Структура дисертації. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків; списку використаних джерел до розділів (перший розділ містить 209 найменувань; другий – 100 найменувань; третій – 23 найменування) і 6 додатків; основний текст дисертації містить 21 рисунок і 15 таблиць.

Повний обсяг дисертації складає **335** сторінок, основний текст становить 193 сторінки (8,0 авторських аркушів).

РОЗДІЛ I

СУЧАСНІ ПОГЛЯДИ НА АКТИВІЗАЦІЮ І РОЗВИТОК САМОСТІЙНОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ З ФІЗИКИ У ПЕДАГОГІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Серед багатьох проблем в освітньому процесі взагалі та в сучасній психолого-педагогічній науці й особливо в дидактиці проблема формування активної особистості відноситься до однієї з найбільш важливих та актуальних, що вимагає свого вирішення. Але коли мова йде про підготовку майбутнього висококваліфікованого фахівця, то ця проблема виділяється з поміж інших, уособлюється і пов'язується зі змінами та перетвореннями, які мають місце саме у системі вищої освіти. Разом з тим, зазначена проблема одночасно актуалізує проблему забезпечення якісної всебічної підготовки молодого покоління у закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО), бо школярі мають бути здатними швидко адаптуватися до нових умов, що спостерігаються і проявляються у різних сферах нашого суспільства. Безперечно, зазначена проблема знаходиться у тісному взаємозв'язку із підготовкою випускників ЗЗСО і ЗВО до реалізації потреби ефективно працювати і навчатися упродовж всього життя та формування у кожного з них спроможності і готовності до постійного самовдосконалення, саморозвитку і самореалізації, формування особистості з активною життєвою позицією, з критичним, творчим мисленням, готовою до рішучих й ефективних дій заради суспільства.

Активність людини відноситься до однієї з дуже важливих психологічних характеристик її особистості і проявляється вона у поведінці такої людини та у її діяльності. Тут варто виокремити, що через свою активність людина намагається створити і забезпечити собі такі умови для власної діяльності, досягти такого рівня і такої якості її реалізації, щоб така діяльність відповідала її бажанням і намаганням, намірам і власним потребам, особистим інтересам і планам на майбутнє.

1.1. Психолого-педагогічні основи самостійної пізнавальної діяльності студентів в освітньому процесі з фізики

У психолого-педагогічній літературі доводиться, що термін «активність» особистості походить від латинського «activus», що означає діяльний, енергійний, ініціативний. З педагогічної точки зору [137, с.10] активність особистості трактується як: 1 – здатність особистості до свідомої трудової і соціальної діяльності; 2 – міра цілеспрямованого, планомірного перетворення навколишнього середовища і самої себе.

Крім того, активність кожної особистості виявляється в її ініціативності, у діловитості та психологічній націленості на діяльність. З огляду оцінки особистості з точки зору діяльнісного підходу психологи за основу беруть не особистість з її властивостями чи рисами або особистісними характеристиками, а в центр уваги ставлять активність і цим ототожнюють два поняття «діяльність» та «активність».

Виходячи з того, що у нашому дослідженні за основу ми беремо діяльність особистості у процесі навчання і головним чином нас цікавить саме пізнавальна діяльність студентів педагогічних ЗВО у ході вивчення розділу «Квантова фізика», то важливою проблемою постає проблема з'ясувати зміст, сутність та характеристики таких понять, як діяльність, пізнавальна діяльність, розглянути та проаналізувати чинники формування, розвитку й стимулювання ПДС в освітньому процесі з квантової фізики в педагогічному університеті, а також вплив на активність та подальший розвиток ПДС запроваджуваних різних підходів до організації навчального процесу з фізики та сучасних освітніх технологій навчання й особливо засобів інформаційно-комунікативних технологій (ІКТ) та КОЗН до розділу «Квантова фізика» у ході виконання фізичного практикуму.

1.1.1. Самостійна діяльність студентів в освітньому процесі як дидактична проблема

Пропедевтичний аналіз першоджерел [1; 7; 12; 46; 57; 138; 151; 159 та ін.] дає підстави зробити висновки, що у педагогічній науці не встановлено єдиного

чіткого і завершеного трактування феномена «діяльність», як і немає остаточного загальноприйнятого визначення структури цього поняття, хоча й треба констатувати, що проблему діяльності особистості досліджували багато як вітчизняних, так і зарубіжних психологів. Зокрема, Л. С. Виготський у працях [44; 45] розкрив вагомі основи підґрунтя для формування психологічної теорії діяльності та разом з тим висунув і обґрунтував ідею про вирішальну роль діяльності в психічному розвитку людини [46]; О. М. Леонт'єв у праці «Деятельность. Сознание. Личность» висловив свої погляди на структуру діяльності, компонентами якої виступають потреби, мотиви, завдання, дії, операції та продукт діяльності [108]; О. Г. Асмолов у посібнику з психології особистості трактує діяльність як характеристику, котру визначає і обирає особистість з урахуванням того, що дана діяльність визначає її розвиток [7]; відомий психолог С. Л. Рубінштейн в основах загальної психології, запропонувавши принцип єдності свідомості і діяльності людини, довів, що психіка людини виявляється і розвивається саме через різні види її діяльності та поведінки, тобто через рух, дію, вчинок кожної особистості [140]; врешті О. М. Матюшкін структуру діяльності інтерпретує через цілі, способи та умови дії особистості [121].

З філософської точки зору, яка, на нашу думку, найбільш повно представлена у філософському словнику за редакцією В. І. Шинкарука, феномен «діяльності» подається як «суттєва визначеність способу буття людини в світі, здатність її вносити в дійсність зміни, опосередковані ідеальним» [163, с.146]. Тут же зазначається, що історичною ознакою діяльності є **цілепокладання**, а до основних компонент у процесі її здійснення відносяться такі обов'язкові складники, як: **суб'єкт**, відповідно до якого перетворюється і змінюється предмет; **засіб**, за допомогою якого відбувається зміна і здійснюється перетворення; **предмет** (чи об'єкт), на що спрямована дія суб'єкта (діяльність); **результат** діяльності.

За цих обставин, на нашу думку, вагомими і доречними є застереження щодо двох складників, які входять до структури і без яких діяльність як такий,

що поданий у сформульованому визначенні феномен, не реалізується: *по-перше*, суб'єктом діяльності за цих обставин має виступати не окремий індивід, і не виокремлена особа, а індивід має бути представлений як невід'ємна складова суспільства відповідно до принципу «єдність індивіда і суспільства»; *по-друге*, таке розуміння суб'єкта діяльності вимагає, щоб за цих обставин мету діяльності уявляти не як суто індивідуальне, а як суспільно-історичне явище. Тоді, повніше окреслюючи інші складники у структурі діяльності будь-якого суб'єкта, який проявляє свою дію, ми маємо підкреслити той факт, що з урахуванням сучасних поглядів, які пов'язані із широким запровадженням у діяльність людини взагалі у будь-якій галузі інформаційно-комунікативних технологій (ІКТ), комп'ютерної техніки і комп'ютерно-орієнтованих засобів, до засобів діяльності взагалі варто віднести усю сукупність знарядь праці, які взагалі може використовувати людина і які вона при цьому розробляє і створює для полегшення своєї праці та підвищення її ефективності і результативності: тобто всю техніку і всі технології з метою одержати кращий і доволі наблизений до істинного результат.

За цих обставин однаково важливими для діяльності й в одержанні кінцевих результатів у ході її реалізації повинні бути використані усі знаряддя і засоби, як матеріальні, так і ідеалізовані, як реальні, так і віртуальні, що особливо проявляються для окремих галузей, і, безперечно, в освітянській галузі (зокрема, у процесі вивчення змісту матеріалу з розділу «Квантова фізика»), де індивід (учень) лише починає свою пізнавальну діяльність на достатньо високому науковому рівні з урахуванням теоретичного та практичного (споглядального чи експериментального) її аспектів опанувати природу (оточуючий світ, включаючи самого себе і суспільство) і уявляє її у вигляді загального наслідку – *оприлюдненої природи*.

Зазначені аспекти діяльності як своєрідного наукового феномена, сутність якого є надзвичайно важливою для нашого науково-педагогічного дослідження, не є незмінними (постійними), вони з часом також змінюються, розвиваються, і відповідно змінюються уявлення про них. При цьому досить важливим є той

факт, що ці аспекти можуть розглядатися й одночасно трактуватися як два різні (і навіть протилежні) види: ідеальний і реальний, а при цьому діяльність виступає як їх взаємоперетворення.

Зазначений момент для фізики, як наукової галузі, не є чимось незрозумілим і не до кінця з'ясованим, бо добре відомий у цій галузі науки приклад, коли на початку ХХ століття після достатньо переконливого доведення хвильової теорії світла відомий фізик Макс Планк, маючи на меті узгодити результати теоретичного та експериментального досліджень оптичного випромінювання, припустив можливість узгодження одержаних суперечливих наслідків вивчення природних світлових явищ і взаємозв'язків між ними як такі, що одночасно можуть бути представлені і хвильовими властивостями (тобто хвильовою теорією), і корпускулярними уявленнями (інакше – квантовою теорією), тобто світло одночасно є і хвилею, і квантом (порцією енергії). Тут варто констатувати, що не дивлячись на те, що видатний учений М. Планк виправдано став основоположником цієї квантової теорії, він ще довгий час (понад 20 років) не міг до кінця збагнути сутність одночасного уявлення світла і як кванта, і як хвилі.

Наведений приклад, на нашу думку, переконливо доводить ту обставину, що діяльність: наукова (теоретична, практична чи у їхній єдності) проявляє себе у двоїстому характері: з «одного боку, суб'єкт має справу з наявним об'єктом і, орієнтуючись по ньому, створює його ідеальний образ – теоретичне ставлення до світу, з другого – людина створює ідеальний образ бажаного – *модель*, відповідно до якої виготовляється або перетворюється предмет, – практичне ставлення до світу» [163, с.146]. При такому розумінні феномена діяльності теорія і практика взаємопроникають і взаємозумовлюють одна одну, і провідною у такому взаємозв'язку залишається практика як «матеріальна чуттєво-предметна цілепокладаюча діяльність людини, що має своїм змістом освоєння природних та соціальних об'єктів та становить всезагальну основу, рушійну силу людського суспільства і пізнання» [163, с.519].

Отже, у своєму історичному розвитку феномен «діяльність» пройшов низку формоутворень, а його структура може бути представлена трьома ступенями: а) безпосередньою діяльністю (дією, що виконується об'єктом); б) теоретичною і практичною діяльністю суб'єкта; в) єдністю теоретичного і практичного ставлення суб'єкта до оточуючого світу.

За цих обставин безпосередня діяльність характеризує той ступінь історичного розвитку суспільства і взаємодії його з оточуючим світом, коли висловлювання ідей, формування уявлень та свідомості на першій стадії вплетені у матеріальну діяльність і пов'язані з матеріальними стосунками між людьми. Згодом з розвитком суспільства і взаємовідносин у ньому між окремими його групами (тобто у випадку появи суспільних класів) діяльність «роздвоюється на протилежні форми – теоретичну і практичну» [163, с.146]: для теоретичної – первинною виступає дійсність, а поняття чи уявлення – є результатом; для практичної – первинним є знання про предмет (об'єкт), а вторинним виступає створюваний предмет.

Крім того, в залежності від різноманітних потреб людини і суспільства доцільно розглядати різні, але конкретні види діяльності, наприклад: духовну, матеріальну, виробничу, трудову, нетрудову тощо. При цьому кожному виду притаманні елементи практичного і теоретичного компонента діяльності.

І врешті, розуміння діяльності, як єдності ідеального і реального, нерозривно й органічно пов'язане з основним питанням філософії, яке не відокремлює їх одне від одного, а представляє і подає їх органічним синтезом усіх сфер дійсності: природи – як предмета; суспільства – як суб'єкта; мислення – як ідеальної сторони діяльності, а наукове розуміння дійсності має місце лише з урахуванням діалектики, а отже діяльність – основа пізнання будь-яких ідеальних чи реальних, природних чи віртуальних явищ.

На завершення аналізу філософського тлумачення феномена «діяльність», на нашу думку, для виконуваного нами дослідження корисно підкреслити значущість такої діяльності, у межах якої формуються психічні процеси, або перебудовуються та розвиваються і здійснюються основні процеси на етапі

становлення і розвитку особистості, коли виникають і диференціюються нові види діяльності, котру можна окреслити як *провідну діяльність* [163, с.537]. Така діяльність є критерієм періодизації психіки в онтогенезі особистості і охоплює такі види: – безпосередньо емоційну діяльність у вигляді спілкування, що пов'язана і реалізується спілкуванням немовляти з дорослими; – предметно-маніпулятивну діяльність, коли дитина у ранньому віці виконує різні дії і операції з іграшками, різними предметами, маніпулюючи ними; – сюжетно-рольову діяльність, що проявляється в рольовій грі і різних видах дій дошкільника; – учіння молодшого школяра; – інтимно-особистісне спілкування підлітка; – навчання старшокласника як підготовка до майбутньої професії; – продуктивно-професійну діяльність зрілої людини; – спілкування між людьми.

Таким чином, філософський аналіз феномена «діяльність» дає підстави для узагальнення і систематизації зазначеного поняття і на випадок аналізу освітнього процесу взагалі, а також для оцінки рівня і якості та результативності пізнавальної діяльності студентів з фізики у педагогічному ЗВО з метою з'ясування можливостей розвитку самостійної навчальної діяльності кожного студента та виявлення готовності його до реалізації себе через КОЗН у вивченні розділу «Квантова фізика».

Враховуючи результати нашого аналізу, можна узагальнити, що нині в психології актуальними залишаються питання, що пов'язані зі структурою та динамікою рівнів діяльності, проблема ключового поняття теорії діяльності, зокрема, поняття «перетворення», функції спонукання і спрямування діяльності. До того ж ми маємо можливість констатувати, що під діяльністю будемо вважати особливу для людини форму відносин з оточуючим світом з метою змінити його на свою користь. Зокрема, відомий вітчизняний методист С. У. Гончаренко [56] стверджує, що діяльність – це спосіб буття людини у світі, здатність її вносити в дійсність зміни, а на думку М. С. Кагана [90], ключовими елементами діяльності є *суб'єкт, об'єкт, активність* як спосіб оволодіння суб'єкта об'єктом, *знаряддя та засоби діяльності, результат* діяльності. Крім того, А. В. Петровський [131] діяльність трактує як форму активності

особистості, яка має відповідну структуру, що представлена схематично на рис.1.1: 1 – *мотиваційний блок*, до якого входять потреби, інтереси, спонукання; 2 – *цільовий блок*, який представлено метою, мотивами, дією; 3 – *інструментальний блок*, до структури якого входять знання, уміння, навички.

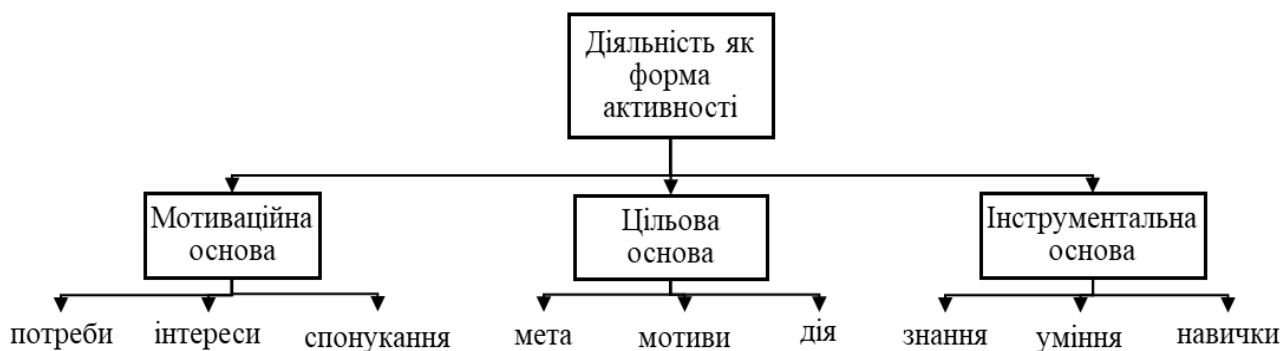


Рис. 1.1. Структура діяльності за А. В. Петровським [131].

З урахуванням зазначеного під *потребами* маємо розуміти такий стан особистості, який виражає необхідність досягати чогось. За цих умов потреби виступають рушійною силою активності людини у її діяльності. При цьому доречно розрізняти різні види потреб, які можуть бути, наприклад, біологічними чи соціальними потребами або ж первинними, або ті, що природжені чи вторинні, до яких віднесемо матеріальні та духовні.

Ще одним важливим елементом діяльності є *мета*, яка націлює, організовує діяльність і передбачає або ставить конкретні завдання. З філософської точки зору мета виступає логічною моделлю майбутнього, а з психологічної точки зору, мета передбачає у свідомості суб'єкта той результат, на одержання якого спрямована діяльність особистості. Тому, узагальнюючи цю думку, під метою будемо розуміти намір особистості, котрий вона має реалізувати або здійснити. У цьому випадку варто розрізняти проміжну і кінцеву мету діяльності, серед яких кінцева мета задовольняє потреби особистості, а проміжна стає умовою досягнення кінцевої мети.

Психологічний аналіз сутності діяльності за С. Л. Рубінштейном [140] доводить, що значущим елементом у її структурі є саме *мотив*, який проявляє свою спонукальну причину дій і вчинків. За цих умов потреби виступають основою мотивів діяльності особистості, а будь-яка свідома дія суб'єкта виходить з мотивів і розкриває сенс цієї дії для індивіда, а отже є її внутрішнім психологічним змістом. Таким чином, мотиви та мету діяльності можна вважати взаємозумовленими структурними елементами, невід'ємними компонентами діяльності, бо мотив трактується як причина формування мети. Тому доцільно розділяти внутрішні та зовнішні мотиви.

В освітньому процесі у закладі вищої освіти, зокрема і в педагогічному виші, структура мотивів студента формується як стрижень особистості майбутнього фахівця у відповідній галузі. За цих обставин діяльність студентів у навчанні вмотивовується як ззовні (наприклад, з боку викладача), так і з урахуванням планів, схильності, здібностей студента, його намірів тощо, тобто внутрішньо. В такому випадку, коли мотивація організовується лише зовнішніми чинниками, наприклад, перевіркою стану навчання з боку батьків, контроль деканату, куратора і т.п., то студент, зазвичай, навчається заради оцінки, стипендії, диплому. Однак, якщо відбувається перенесення зовнішніх педагогічних впливів у внутрішній індивідуальний (особистісний) вплив студента на власну свідомість і мислення (тобто, коли зовнішні чинники інтеріоризуються і починають впливати на внутрішній світ індивіда), тоді відбувається формування у студентів власного (внутрішнього, індивідуального) бажання до опанування знаннями, уміннями та навичками опанування студентом професійними компетенціями, а це ґрунтується вже на глибокому інтересі до навчання, який віддзеркалює особистість самого індивіда.

У підсумку можемо узагальнити, що до зовнішніх мотивів у навчанні студентів маємо віднести цінності, які відбивають чинники соціального значення: отримати схвалення батьків та оточуючих; успішно навчатися, щоб отримувати стипендію; не відставати від однокурсників; отримати диплом і т.п., а також чинники, що відбивають внутрішні мотиви (професійні), тобто ті, що

відображають роль особистої (індивідуальної) ПДС як майбутнього фахівця своєї справи у відповідній галузі, бажання набути глибокі та міцні знання; отримувати інтелектуальне задоволення від процесу пізнання; реалізація намірів стати висококваліфікованим фахівцем в обраній сфері.

Окрім того відмітимо, що діяльність людини взагалі, на думку Г. О. Атанова [9], має теоретичну та практичну складові і за цих умов її *теоретичну компоненту* становлять усвідомлення проміжної і кінцевої мети та їх формулювання, врахування умов діяльності, постановка задач, а *практичну компоненту* складають дії, що спрямовані на перетворення і зміну об'єктів діяльності та отримання нового продукту діяльності. Тут варто виокремити думку відомого психолога Н. Ф. Талізної [160] про те, що дія представлена цілісною системою взаємозалежних елементів, що уможливають виконавчу та контрольну-коригувальну функції. Ця думка відомого психолога дає підстави передбачити можливість подальшого розвитку навчальної ПДС у ЗВО та активізувати її різними видами методів, прийомів, засобів і технологій у навчанні природничих наук і зокрема у навчальному фізичному практикумі з розділу «Квантова фізика», який завершує процес вивчення курсу фізики у ЗВО.

Відтак, під *дією* розумітимемо таку структурну одиницю діяльності особистості, яка сконцентрована в цілеспрямованих й одночасно вмотивованих актах поведінки особистості, що націлені на досягнення мети і задоволення потреби. Водночас *інтереси* трактуються як спрямованість людини на визначений об'єкт або як визначену діяльність, яка викликана позитивним впливом на особистість студента і його ставленням до чогось чи когось, на чому наголошує академік С. У. Гончаренко в педагогічному словнику [56, с.73].

Аналізуючи сутність поняття «інтерес» зазначимо, що в науковому трактуванні воно подається по-різному, виділяючи якусь окремо взятую особистість. Своє бачення цього поняття ми хочемо висловити через два таких напрями: *перший* з них пов'язаний із розумінням його сутності як спрямованості свідомості людини, а *другий* – представляє собою розуміння

інтересу як відповідне ставлення особистості до конкретного об'єкта і являє собою віддзеркалення цього об'єкта (предмета) у свідомості.

За цих умов по-різному можна трактувати, по-перше, ставлення людини до об'єкта (чи досліджуваного явища), а по-друге, від результативності таких дій залежать рівні активності та стійкість інтересу. Зазначена обставина властива будь-якому інтересу, а головне, вона характерна саме для професійного інтересу, де формування і подальший розвиток інтересу до конкретного предмета та відповідної діяльності перебуває у тісному взаємозв'язку інтелектуального, емоційного та вольового її компонентів і таким чином охоплює як суб'єктивні, так і об'єктивні аспекти діяльності людини. У процесі свого розвитку зазначений феномен включає в себе усвідомлення об'єктів і явищ оточуючого світу, збагачується за рахунок інтелектуальної власності, не втрачає свою емоційну основу, а досягаючи високого рівня, зазнає позитивних змін, стає активним та набуває діяльнісного характеру.

Отже, аналіз переконує, що за сутністю та з урахуванням різних показників інтерес можна класифікувати наступним чином:

а – якісні психологічні характеристики дають можливість говорити про інтерес стійкий і нестійкий, дієвий і недієвий, глибокий і поверхневий, безпосередній та опосередкований, слабкий і сильний, пасивний та активний;

б – відповідно до змістової складової навчального процесу та різних галузей пізнання і діяльності розрізняють інтерес: до літератури, історії, філософії, математики, фізики, хімії і т.п., чи розглядають інтерес науковий, теоретичний, технічний, конструкторський, спортивний, музичний, мистецький;

в – з урахуванням обсягу (залежно від кількості об'єктів, предметів, явищ і видів діяльності) інтерес може бути широким чи вузько спрямованим, підтверджуючи його різнобічність (чи націленість) у розвитку особистості або ж можливої її діяльності.

Серед виокремлених видів інтересу, враховуючи тематику дослідження, головну увагу ми мусимо приділити саме пізнавальному інтересу, значний внесок у розвиток якого зроблено Г. І. Щукіною [179] (встановлені основні

тенденції та рівні розвитку пізнавального інтересу); Л. С. Виготським [45] (виокремлені основні елементи у формуванні пізнавального інтересу: особистість, професіоналізм викладача та зміст матеріалу); О. М. Леонт'євим [108; 109] (виявлені принципи доступності, системності і наочності у навчанні та ін.). Відповідно, пізнавальний інтерес розкриває постійне прагнення до пізнання, до нових, повніших і ґрунтовніших знань та уявлень про оточуюче середовище. Отже, пізнавальний інтерес стає основою позитивного ставлення студента до навчання і проявляє свій пошуковий характер.

А відтак, студент (за наявності у нього пошукового інтересу) сам постійно продукує запитання й сам систематично та активно шукає відповіді на ці запитання. Як наслідок, пошукова діяльність студента відбувається із захопленням, а сам студент за цих умов відчуває емоційне піднесення та радість від успіху. Отже, за умов проявлення пізнавального інтересу навчальна діяльність активізується, розвивається і відбувається результативно. Тому у процесі навчання фізики треба створювати умови, які дають можливість правильно організувати освітній процес, а в систематичній і цілеспрямованій такій роботі студентів пізнавальний інтерес переходить у стійку рису особистості студента й одночасно досить вагомо та позитивно впливає на розвиток ПДС і кінцеві її результати у формуванні особистості випускника будь-якого навчального закладу, а також у підготовці майбутнього висококваліфікованого фахівця за обраним напрямком.

1.1.2. Розвиток індивідуальної пізнавальної діяльності студентів у навчанні фізики

Аналізуючи сучасні проблеми освітнього процесу з курсу загальної фізики у ЗВО, до яких відносяться класичні та педагогічні університети, де готують майбутніх учителів, варто розрізняти діяльність викладача, котрий організовує, планує та реалізовує все, що стосується процесу навчання, включаючи і викладання предмета «Фізика», та організацію діяльності студентів, для яких така діяльність виступає як навчальна.

Тут, на нашу думку, корисно скористатися і погодитися з думкою, яку висловлює методист С. П. Величко [36], що процес навчання, відбиваючи діяльність педагога, зводиться не лише до викладання, тобто не лише до передавання учням (студентам) певного обсягу уже одержаних і відомих у суспільстві готових знань та формування у них конкретних умінь і навичок, відповідних уявлень тощо, а й спрямована на організацію та керівництво їхньою пізнавальною діяльністю, яку має проявити індивідуально кожний учень (чи студент) особисто, а також націлена на вирішення комплексу завдань, пов'язаних з вихованням, формуванням і розвитком особистості кожного учня (студента) і на розвиток навчально-пошукової діяльності кожного з них.

Навчальна діяльність (або ж як інтерпретовано у зазначеному дослідженні [36] «процес учіння») так само розглядається «як складний динамічний процес пізнавальної діяльності, який охоплює не лише опанування того, що дає вчитель та являє собою узагальнений досвід людства у вигляді готових знань, порад і рекомендацій щодо їх використання у житті, а й передбачає набуття кожним учнем власного досвіду у пізнанні навколишнього світу на основі самостійного оперування знаннями й оволодіння необхідними для цього діями і способами» [36, с.14]. Зазначене, безперечно, стосується і процесу пізнання, і процесу навчання студентів, бо у процесі навчання фізики студенти не лише засвоюють нові фізичні поняття, закони, теорії, ідеї, розкривають їхню сутність, а пізнаючи їх, навчаються розуміти сутність безпосередньо об'єкта вивчення, узагальнювати і систематизувати, набувають досвіду як у трактуванні, так й у застосуванні одержаних фізичних знань на практиці, а й, відповідно, опановують систему теоретичних знань та практичних умінь і навичок, професійних компетенцій і способи навчальної, оцінювальної та практичної й експериментаторської діяльності, прийоми самостійного оволодіння новими знаннями про оточуючий світ (природу) завдяки використанню сучасних інноваційних технологій, включаючи і інформаційні та комп'ютерні технології, систему навчального фізичного експерименту та устаткування й обладнання для відтворення необхідної системи навчальних дослідів, а також відповідне

полікомпонентне навчальне середовище, в якому організовується процес навчання фізики у конкретному ЗВО, що являє собою сферу професійної діяльності для майбутнього вчителя.

Оцінюючи процес пізнання як «процес цілеспрямованого активного відображення об'єктивного світу в свідомості людей, зумовлений суспільно-історичною практикою людства» [163, с.491], ми маємо досить добре розуміти і поняття «пізнавальна діяльність студента», адже пізнавальне відношення суб'єкта (в даному випадку студента) до об'єкта (яким виступає, зазвичай, навчальний матеріал у будь-якому його вигляді: факти, поняття, закони, закономірності, фізичні теорії, прилади, методи і прийоми дослідження, експерименти тощо) у освітньому процесі з фізики виникає саме у процесі практичної діяльності, яка для фізичної галузі науки і для природничих дисциплін взагалі виокремлюється в експериментаторську діяльність і досить успішно функціонує й реалізується завдяки досягненню й урахуванню об'єктивних закономірностей дійсності (оточуючого світу). Тому, виступаючи вторинним процесом відносно практичної діяльності, пізнання (а відтак і пізнавальна діяльність студента) завжди активно впливає на практику, а закономірності розвитку його, специфіка і взаємопереходи форм відображення чуттєвого (відчуття, сприйняття, уявлення) і логічного (судження, умовиводи, поняття) ступенів пізнання, які здійснюються емпірично чи теоретично, вирішує проблему істини та критерію істини, що вивчає теорія пізнання.

За цих обставин теорія пізнання, як розділ філософії, вивчає «пізнавальне відношення суб'єкта до об'єкта», людини до природи, «можливість пізнання людиною світу й самої себе, загальні передумови, засоби і закономірності руху пізнання, критерії його істинності» [163, с.491]. Поряд з цим, теорія пізнання досліджує вихідні умови і загальні основи будь-якого пізнання, що гарантують його об'єктивну істинність, і є узагальненням пізнавального досвіду людства та «розуміння пізнання як діалектичного процесу наближення суб'єкта до об'єкта, руху від незнання до знання, від неповного, неточного знання, до знання все повнішого й точнішого», а також уведення у теорію пізнання «принципу

суспільно-історичної практики як основи пізнання й критерію істини» [163, с.493], що дозволяє показати нерозривну єдність чуттєвого відображення і абстрактного мислення та якісну їхню специфіку як особливих форм пізнання у їхній позитивній динаміці.

Разом з тим, чуттєве відображення базується на безпосередній взаємодії суб'єкта та об'єкта і має конкретно-образну чуттєву форму, і дає знання явищ, яке виникає в нашій свідомості внаслідок дії зовнішніх речей. Абстрактне ж мислення є відносно самостійним і виявляється у тому, що виникаючи на основі узагальнення властивостей предметів, воно втрачає конкретну форму чуттєвості і виступає у формі поняття. Поняття можуть залишатися незмінними, а предметний світ може змінюватися і при існуванні певних понять, конкретні предмети можуть бути уже навіть і відсутніми, або ще не повною мірою усвідомленими (наприклад, поняття «маси», єдність корпускулярно-хвильових властивостей та ін.). Досить вагомим за цих обставин в теорії пізнання є такий стан, за якого абстрактне мислення, проявляючись на основі чуттєвого пізнання, «сприяє вдосконаленню, формуванню, розвиткові чуттєвого пізнання», а «узагальнюючи історичний досвід, абстрактне мислення зберігає для майбутніх поколінь результати історичного розвитку пізнання і створює можливість обміну результатами пізнання між людьми», «... виступає як знаряддя зворотного впливу людини на світ, знаряддя перетворення світу» [163, с.494].

Отже, з урахуванням результатів, які випливають із теорії пізнання взагалі, де переважає саме філософське трактування цього процесу, пізнавальна діяльність студента, до якої додаються ще й психолого-педагогічні аспекти у процесі учіння з курсу загальної фізики постійно вдосконалюється і розвивається, бо вивчаючи цей навчальний предмет, студент спершу опановує механічні явища і процеси, а потім у відповідній послідовності теплові, електромагнітні, світлові та ядерні, що характерні суттєвим ускладненням. За цих умов запроваджуються все новіші і значно ефективніші методи наукового дослідження природних явищ та методи педагогічного впливу на ПДС, доводячи її до самореалізації, самокоригування, самокорекції одержаних

результатів через запровадження комп'ютерно-орієнтованих систем і засобів навчання, створюваних нових ППЗ, що суттєвим чином впливають на індивідуальну пізнавальну діяльність кожного студента. Відтак, вивчаючи загальний курс фізики у ЗВО упродовж трьох років, студент на завершальній стадії у процесі опанування змістом і науково-методичним апаратом у дослідженні квантових явищ отримує достатньо високий рівень пізнавальної діяльності, але у процесі вивчення розділу «Квантова фізика», що охоплює відповідні теми будови атома і ядра, елементарних частинок та ін., має місце подальший розвиток його пізнавальної діяльності з урахуванням того, що і змістова складова, і процесуальна сторона навчального процесу з названого розділу є інтегрованим уявленням знань, умінь і навичок та фахових компетенцій з механіки, термодинаміки, електрики і магнетизму, оптики, будови атома і ядра, але не зводиться до простого їх складання (не є простою сумою кожного) і передбачає одержання вагомих нових знань саме з квантової фізики, що проявляють ймовірнісний характер і, відповідно, вимагають від студента переходу до ймовірнісного характеру мислення і залучення синергетичних уявлень до оцінки кінцевих результатів ПДС.

Тому слід констатувати, що ПДС у навчанні фізики є досить глибоким і складним поняттям, яке уже досить тривалий час застосовується і в психології, й у педагогіці та в дидактиці фізики з метою оцінки і моніторингу в освітньому процесі взагалі у будь-якому навчальному закладі. Але коли ми пробуємо цей феномен запроваджувати для вирішення завдань, що зводяться до оцінки впливу на результати внаслідок цього процесу діяльності саме студентів, то маємо справу з низкою проблем, окремі з яких:

а – вимагають вирішення відносно простих завдань, що пов'язані із забезпеченням самостійної роботи студента (матеріальне, науково-методичне, інструктивне); таке забезпечення має відбивати сучасний рівень наукових досягнень та сучасного наукового трактування об'єкту (знаряддя, засобу, предмета) у самостійному вивченні його студентом для досягнення й усвідомлення бажаного результату, що досягається відбором змісту навчального

матеріалу і відповідних науково-педагогічних методів аналізу, створенням нових КОЗН, ППЗ, залучення хмарних технологій і т.п.;

б – відносяться до значно складніших питань і проблем, але таких, які на даному етапі розвитку психолого-педагогічної науки залишаються ще не розв'язаними, хоча й певні уявлення та ідеї для їх вирішення уже намічені і вони знаходяться на стадії свого вирішення (наприклад, побудова такої методичної системи навчання з розділу «Квантова фізика», яка розв'язує серію проблем і завдань у зв'язку із організацією самостійної роботи студентів у процесі опанування теоретичними аспектами певного кола явищ і процесів, виконання низки експериментів, експериментальних завдань, навчальних проектів та конкретних досліджень на основі синергетичного підходу в організації ПДС із залученням елементів штучного інтелекту чи їх моделей завдяки створенню КОСН або КОЗН);

в – являють собою досить складні питання і проблеми як теоретичного, так і практичного та математичного характеру, які не завжди узгоджуються з експериментальними фактами, або ж навіть такі, котрі вимагають надто складного моделювання; для прикладу такого, яке вимагає побудови пристрою, подібного до колайдера, чи побудови моделі для вивчення гравітаційних хвиль тощо, що на даному етапі у дидактиці фізики ще неможливо вирішити.

Одночасно із зазначеним, поділяючи думку Г. О. Атанова [9], під пізнавальною діяльністю маємо розуміти спеціально організовану діяльність, яка спрямована на засвоєння досвіду попередніх поколінь, результатом якої є формування способів дій. З огляду на оцінки навчального процесу у ЗВО трактуватимемо ПДС як таку, яка спрямована на оволодіння та засвоєння способів дій і операцій як у ході експериментування, так і під час розв'язування різних практичних завдань, вправ і задач, що складають згодом із завершенням навчання у ЗВО основу його майбутньої професійної діяльності.

Вартими нашої уваги у ході виконання дослідження стали результати, що одержані С. М. Меньяйловим [123] з метою контролю ПДС у технічних навчальних закладах з курсу загальної фізики, якими інтерпретується ієрархічна

структура пізнавальної діяльності студента в умовах навчання у ЗВО за нині діючою кредитною трансферно-накопичувальною системою організації навчального процесу. Запропонована цим автором графічна інтерпретація представлена на рис.1.2 і являє собою п'ятиступеневу її структуру, де найвищий рівень у ній узагальнюється творчою діяльністю, що передбачає засвідчити досить високий кваліфікаційний рівень і дій та операцій (діяльності взагалі – теоретичної і практичної), і творчості у майбутнього фахівця, якого готує ЗВО. Але, на нашу думку, вона потребує детальнішого аналізу і конкретизації.

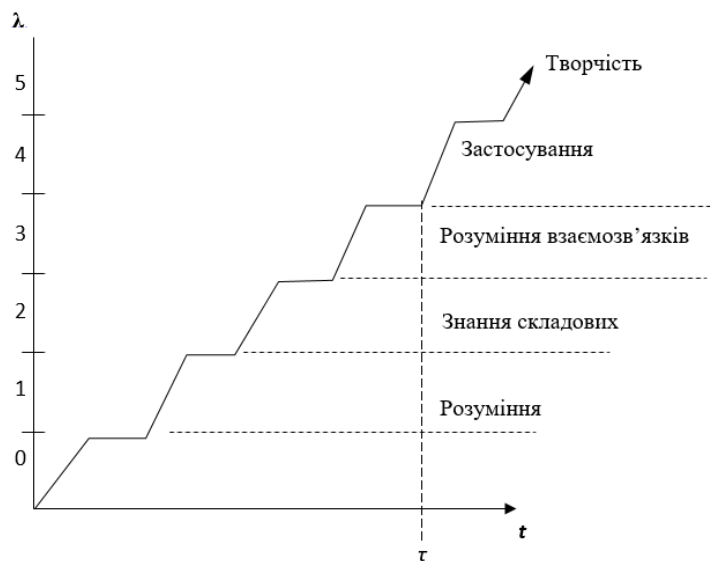


Рис. 1.2. Ієрархічна структура пізнавальної діяльності: λ - рівень засвоєння; t - час засвоєння; τ - час засвоєння одного модуля (адаптовано з [123])

Безперечно, що пізнавальна діяльність студента тісно пов'язана з основними етапами процесу пізнання, серед яких виокремлюються такі етапи: сприймання, усвідомлення, осмислення, закріплення, узагальнення і застосування набутих знань, умінь і навичок та способів діяльності у майбутній професійній галузі, й одночасно, як переконує досвід і практика, вона неможлива без дослідницької діяльності, до якої також залучається студент і дуже часто ще навчаючись у ЗВО.

Однак, принциповою відмінністю дослідницької діяльності від будь-якої іншої діяльності та її головною ознакою є наявність *елементів новизни*, а також таких елементів, які свідчать про конкретну запропоновану (чи розроблену) *авторську практичну методика виконання дослідження*, про наявність

«власного наукового матеріалу» – власного аналізу в одержаних результатах і власних висновків щодо проблеми, яка вивчалася, або власного нового результату. Оптимальне поєднання навчальної і дослідницької діяльності студентів є досить важливим інтегруючим моментом сучасної методики навчання фізики, бо від доцільної інтеграції цих двох видів діяльності одержала назву, відповідно, навчально-дослідницька діяльність студента, яка особливо виділяється у процесі вивчення у ЗВО природничих дисциплін, що реалізується на базі експериментального підходу із залученням на завершальній стадії саме теорії (теоретичної розумової діяльності) у тісному поєднанні з результатами експерименту на базі експериментаторської діяльності, яка є обов'язковою у навчанні фізики й, відповідно, у підготовці майбутнього вчителя фізики. Така НПД студентами (майбутніми вчителями фізики) здійснюється повсякденно у процесі навчання фізики у педагогічному закладі вищої освіти і розвивається завдяки закладеним природою у людину таких рис, як цікавість, допитливість, прагнення до дослідження, з одного боку, а з другого – забезпечується змістом навчального матеріалу та відпрацьованою і перевіреною на практиці методикою навчання фізики чи інших природничих дисциплін.

Завершену конфігурацію такого об'єднання діяльностей поки що не створено. Тому маємо різноманіття тлумачень, що зустрічаються у методичних та педагогічних джерелах, до яких, зокрема, відносяться: навчально-дослідна, науково-пізнавальна, пошуково-дослідна, дослідницька, науково-дослідницька, експериментально-дослідницька, дослідницько-творча діяльність.

На нашу думку, тут варто акцентувати увагу на тому, що у процес пізнання в галузі фізики (та інших природничих наукових галузей), однаковою мірою як і процес навчання (як у ЗЗСО, так й у ЗВО) здійснюється на основі інтегрованої діяльності, яка може бути представлена її теоретичною компонентою, а також експериментальною складовою, які однаково важливі і значущі. У процесі навчання, коли учень має ще мало знань і недостатній досвід, – у нього, особливо на перших етапах, превалює експериментаторська пізнавальна складова, а з накопиченням знань, умінь та навичок, досвіду та

дослідницьких компетентностей взагалі, більшої ваги набуває теоретична розумова діяльність, хоча результати експериментаторської діяльності зміщуються на завершальній стадії у той бік, де теоретичні узагальнення мають отримати підтвердження (дослідним шляхом) практикою.

Відтак, доречно розуміти творчу діяльність (творчість) однаковою мірою такою, що відбиває обов'язковість у ході дослідницької діяльності елементів новизни, котрі можуть відноситися як до теоретичних аспектів у вивченні фізичних явищ, процесів і т.п., так і до запроваджуваної методики (авторської методики) виконання студентом навчального дослідження, включаючи і запроваджені та створені нові методики, ППЗ, засоби, системи і технології їх реалізації у навчанні фізики.

Спробу хоча б логічно обґрунтувати таке трактування термінології, як загальноосвітню технологію у навчанні, зроблено О. І. Анісімовою [5]. Авторка вважає, що характер діяльності залежить від взаємодії того, хто навчає, з тим, хто навчається. Тому з урахуванням такої точки зору пропонує три варіанти: *а* – *перший*, коли викладач знає кінцевий результат та хід його пошуку у вирішенні завдання і пропонує їх студенту саме у ході дослідження, тоді така діяльність студента називається *навчально-пізнавальною*; *б* – *другий*: якщо викладач не знає кінцевого результату, але знає, як провести дослідження і спонукає студента використати цю відому методику для самостійного розв'язання проблеми, тоді таку діяльність студента доцільно вважати *навчально-дослідницькою*; *в* – *третій* варіант зводиться до того, що викладачу і студенту невідомі ні кінцевий результат, ні методика його пошуку, але обидва володіють науковою інтуїцією, а викладач, до того ж, ще й обізнаний з різноманітними методами наукового дослідження, то це означає, що за цих умов їхній спільний пошук (або особисто виконуваний пошук самостійно студентом) може називатися *науково-дослідницькою* діяльністю.

Зазначений підхід у ході аналізу навчальної діяльності у процесі навчання фізики відповідає відомим у дидактиці *репродуктивній*, *продуктивній* та *творчій* діяльності: 1 – *репродуктивна діяльність* забезпечує розв'язання

проблеми задачі чи вправи уже відомим людству способом, на основі попереднього досвіду (такий вид діяльності не містить елементів новизни); 2 – **продуктивна діяльність** проявляється під час здобуття нових знань, досить часто саме в нових умовах (у цій діяльності повніше проявляється наявний теоретичний потенціал студента та його інтелект); 3 – **творча діяльність** відрізняється від попередніх наявністю якісно нового елемента у вирішенні проблеми, новим результатом (продукту – як оприлюдненої природи) в умовах невизначеності. Ця діяльність здійснюється у вигляді такого варіанта, який ще ніхто не пройшов, він є джерелом інновацій.

Отже, підводячи підсумок проведеному психолого-педагогічному аналізу виокремлених дефініцій та їх видів (діяльність, пізнавальна діяльність, навчальна діяльність, дослідницька діяльність, активність тощо), підсумуємо: діяльність є однією з форм активності людини, яка не є вродженою її рисою, а такою, що формується у процесі пізнання. Тому її слід формувати у процесі життєдіяльності особистості, враховуючи, що активність діяльності особистості та її активізація взаємопов'язані та взаємообумовлені. Крім того, її слід активізувати, стимулювати, розвивати в освітньому процесі як у ЗЗСО під час формування особистості випускника, готового до подальшого навчання чи до трудової діяльності за обраним напрямом, так і в ЗВО у ході його підготовки як висококваліфікованого фахівця за обраним напрямом.

Приймаючи до уваги зазначений зміст аналізованого феномена і проєктуючи його на ПДС у навчанні фізики, нам варто з'ясувати та визначити *педагогічні чинники і психологічні умови*, що сприяють розвитку навчальної діяльності та детермінують пізнавальну активність студентів у навчанні розділу «Квантова фізика» із запровадженням КОЗН.

У дидактиці в такому випадку у ході розвитку ПДС можемо розуміти таку організацію сприйняття навчального матеріалу, коли повне його усвідомлення кожним студентом здійснюється через загальний інтерес і потреби, а також через запровадження необхідних засобів та активних дій для досягнення усвідомлених цілей. За цих умов Г. І. Щукіна передбачає, що процес розвитку

навчання вимагає таку діяльність педагога, яка направлена на спонукання студента до інтенсивної цілеспрямованої реалізації пізнавальної діяльності [179, с.46]. На думку Т. І. Шамової, активізацію навчально-пізнавальної діяльності варто трактувати як мобілізацію інтелектуальних, емоційно-вольових та фізичних сил студента, що реалізується педагогом за допомогою технічних засобів, включаючи і засоби СІТН та засоби ІКТ, і спрямовується на досягнення конкретних цілей у процесі навчання [166, с.49].

Треба додати, що у педагогічних дослідженнях досить часто і небезпідставно стверджується, що розвиток ПДС можливий і завдяки застосуванню системи зовнішніх дій з боку викладача, посібника, методичних розробок, навчального середовища, а також інших педагогічних впливів, СІТН чи ІКТ, які підвищують рівень та якість будь-якої діяльності студента у відповідному стані, в якому знаходиться суб'єкт діяльності, для якого характерною є зростання активності.

Глибше і чіткіше визначення розвитку та активізації пізнавальної діяльності в освітньому процесі взагалі у ЗВО розкрито у працях З. І. Слєпкань, яка активізацію ПДС подає як «цілеспрямовану діяльність викладача, спрямовану на розробку і використання такого змісту, форм, методів, прийомів і засобів навчання, які сприяють підвищенню пізнавального інтересу, активності, творчої самостійності студентів у засвоєнні знань, формуванні навичок і вмінь, застосуванні їх на практиці» [151, с.64], що справедливим є у формуванні професійних компетентностей майбутнього вчителя.

Відтак, у процесі вивчення курсу загальної фізики викладачеві ЗВО необхідно так організувати і реалізувати освітній процес, щоб у стислі терміни досягти найкращого позитивного результату, який є наслідком «формування здатності творчо мислити, використовуючи набуті у процесі діяльності знання, навички та вміння» [151, с.76]. Розвиваючи цю тезу, А. А. Вербицький [40] додає також підвищення пізнавального інтересу, активності на заняттях, самостійності в одержанні знань.

Таким чином, переслідуючи мету розвитку ПДС, викладач повинен організовувати освітній процес, спираючись на комплексне використання усіх наявних стимулів, технологій, методик, методів, прийомів, систем і засобів навчання, заохочувати студентів до підвищення рівня діяльності, наприклад, від репродуктивного до творчого і т.п. чи до чинників, до яких відносяться: природна зацікавленість учнів (студентів) до пізнання природних явищ; професійний інтерес; підвищення рейтингу студента у навчанні; майбутню кар'єру; прагнення до самовдосконалення.

Певною мірою така активізація самостійної ПДС має здійснюватися систематично з урахуванням й у взаємозв'язку основних психолого-педагогічних та організаційно-методичних засадничих положень, які відбивають певний період чи етап розвитку як науки, так й освітньої галузі суспільства в цілому. Тут слід враховувати і загально дидактичні та конкретні методичні ідеї щодо організації навчання, зокрема:

– послідовно враховувати наростання ролі і значущості індивідуальної самостійної навчально-пізнавальної діяльності кожного студента та використовувати і широко практикувати та запроваджувати пояснювально-ілюстративні методи, репродуктивні методи, евристичні та дослідницькі методи, бо самостійна робота сама по собі не виникає, а формується і передбачає набуття кожним студентом відповідного власного досвіду у пізнанні оточуючого світу і відповідно у навчанні фізики;

– досить важливим бачиться запровадження проблемного навчання, а також важливу роль відіграють навчальні ігри, дискусії, творчі та індивідуальні завдання, вправи і задачі різного характеру (теоретичного, практичного, експериментального), вирішення навчальних проектів;

– вагомим джерелом розвитку активності студента виступають особистісні якості викладача, його вміння інтенсифікувати розумову роботу студентів за рахунок умілого і раціонального використання часу на занятті, безпосереднього спілкування зі студентом та залучення його до наукової роботи, яку виконує сам викладач. Не менш вагомим і важливим тут

виявляється також вміння викладача створювати атмосферу доброзичливості, відкритості, співпереживання та партнерства у відносинах зі студентом. Особлива увага в останні роки тут приділяється комп'ютерному та інтерактивному навчання, запровадженню КОЗН і КОСН, дистанційного навчання, хмарних технологій [182; 183; 184; 203] і STEM-освіти, котрі націлені на самонавчання, вироблення у студентів уміння самоконтролю і саморегулювання власної навчальної діяльності та самокоригування її результатів.

У вивченні зазначеної проблеми активізації ПДС слід виокремити і той факт, що тут існує і низка науково-методичних напрацювань, які позитивно вирішують окремі питання. Зокрема, дослідник Г. П. Кобель [92] пропонує використовувати моделювання як засіб активізації пізнавальної діяльності студентів з фізики. А. А. Давидьон [60] наголошує на доцільності запровадження творчих фізичних задач у процесі навчання фізики. В. В. Іллюшко [89] і А. В. Ткаченко [162] доводять, що саме навчальний фізичний експеримент є основним чинником розвитку пізнавальної діяльності і творчої активності особистості школяра чи студента. Л. О. Кулик [103] рекомендує активізувати діяльність студентів у процесі вивчення загального курсу фізики саме фізичними задачами, які, у свою чергу, виступають засобом розвитку продуктивного мислення студентів. І. І. Засядько [82] рекомендує методику практично-пошукових занять та творчих семінарів з фізики для студентів, яка спрямована на активізацію самостійної творчої діяльності студентів і забезпечення розвитку індивідуальних особистісних механізмів і станів студентів (мотивації, пам'яті, мислення, досвіду, рефлексії, волі, умінь доцільно використовувати власні психофізіологічні здібності).

Як вагомі слід відзначити методичні розробки Г. І. Костишиної [99; 100], де автор наголошує на важливості використання різнорівневих проблемних завдань професійного спрямування під час лабораторно-практичних робіт з фізики у технічних ЗВО, а також пропозиції О. В. Слободяник «дотримання ієрархії дидактичних цілей, багатовекторності можливих варіантів використання засобів навчання, підбір і створення ІНЗ, що відповідають

мотиваційній сфері, забезпечення діагностики та можливість коригування навчальних досягнень, забезпечення суб'єктної взаємодії викладача і студента» [152, с.7]; при цьому ІНЗ розроблені як ІНТЗ; ІНЕЗ; ІНДЗ; ІНМЗ, що має професійне спрямування. Такі завдання забезпечують розвиток мотиваційної сфери, ціннісних орієнтацій, потребу у діяльності; засвоєння нових знань і способів дій; єдність освітньої, розвивальної, виховної функцій освітнього процесу; спрямованість навчання на формування системи дій і досягнення когнітивних змін особистості; диференціацію та індивідуалізацію навчання.

На нашу думку, вартою уваги також є система чинників активізації ПДС, котра одночасно розвиває цю діяльність під час вивчення фізики, яка окреслена у дослідженні В. П. Сергієнка [146, с.122] (рис.1.3). Зазначені чинники достатньо повно відображають компоненти (мотиваційний, змістово-операційний та емоційно-вольовий) пізнавальної діяльності особистості студента з урахуванням педагогічних вимог до їх розвитку у процесі навчання фізики та інших природничих дисциплін.

Отже, активізація ПДС у навчанні фізики у ЗВО повинна здійснюватися з урахуванням психолого-педагогічних аспектів, що мають будуватися на засадничих положеннях, на цілісності освітньої, розвивальної і виховної функцій навчання; різноманітності форм, методів і засобів навчання та учіння; завдяки розробленню та запровадженню ефективних стимулів відносно викладача і студента, що спонукають їх до активної навчальної діяльності; завдяки створенню атмосфери довірливості і партнерства між студентом і викладачем; націлення студентів на необхідність наполегливого самостійного здобуття знань; а також розробленню та впровадженню таких форм і засобів навчання, які одночасно заохочували б студентів до активної самостійної пізнавальної діяльності, до самоконтролю, самооцінки і, відповідно, до самокоригування власних навчальних досягнень, до самовдосконалення.

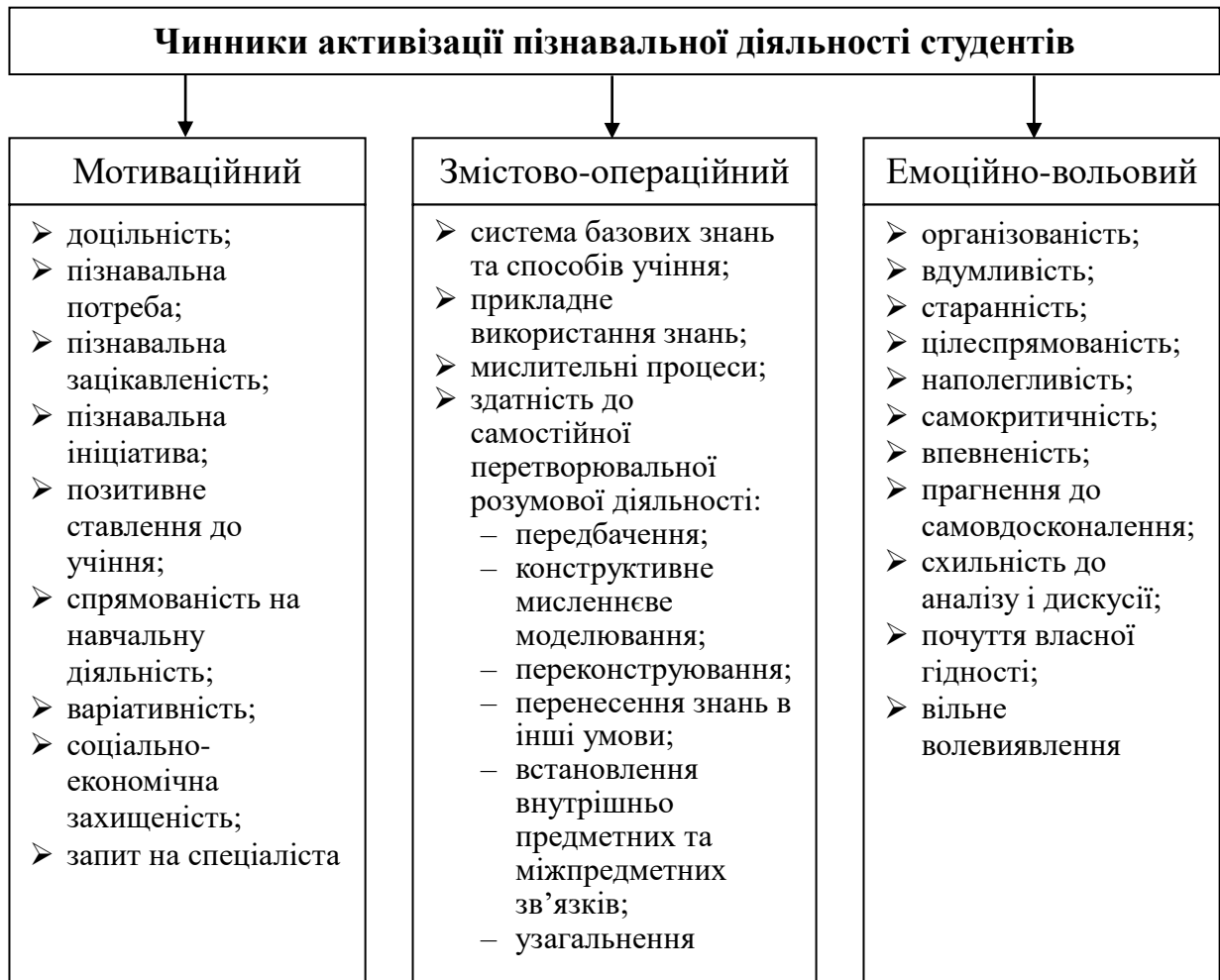


Рис. 1.3. Структура основних чинників активізації пізнавальної діяльності студентів

Висловлені узагальнення дають підстави зробити висновок, що для вдосконалення проблеми формування та подальшого розвитку активної ПДС з фізики слід значно глибше проаналізувати відповідні сучасні технології навчання, котрі особливе значення надають і виокремлюють особистісно орієнтоване навчання, та проаналізувати процес навчання фізики у відповідній технології, виокремлюючи експериментаторську діяльність студентів, і зокрема фізичний практикум з квантової фізики, як основну стрижневу складову такого процесу, виявляючи його вплив як засобу розвитку та активізації навчальної ПДС з фізики в умовах широкого впровадження і реалізації в освітній процес КОСН і КОЗН, методичних розробок і ППЗ для ефективного розв'язання завдань, задач і вправ та навчальних проектів різних типів і різної складності.

1.2. Особливості організації самостійної навчальної діяльності студентів з квантової фізики та можливості їх реалізації засобами ІКТ

Аналіз стану дослідження проблеми реалізації самостійної роботи студентів у освітньому процесі з квантової фізики у вищій школі доводить, що у підготовці висококваліфікованих фахівців для освітянської галузі в умовах широкого запровадження кредитної трансферно-накопичувальної системи організації навчального процесу існує реальна потреба подальшого її вдосконалення та розвитку засобами ІКТ. За цих обставин викладач повинен запроваджувати методи СІТН та ІКТ і способи подачі основної фахової інформації з розділу квантової фізики, використовувати різноманітні прийоми її одержання, збереження та обробки. Згодом на основі обробки цієї інформації одержувати нові знання і не лише з квантової теорії, з будови атома і ядра та про елементарні частинки і загальні уявлення про будову Всесвіту тощо, а й знання професійні, пов'язані із методикою навчання основ квантової фізики у шкільному курсі фізики, а також з вирішення важливих проблем фізичного практикуму, розв'язання проблем у зв'язку зі змістом навчального матеріалу, методики його вивчення, впровадження ІНЗ, НІ та НДРС й формування особистості майбутнього вчителя як найвищої цінності в суспільстві.

1.2.1. Особливості розвитку навчальної діяльності студентів з квантової фізики засобами сучасних інноваційних технологій

Психолого-педагогічними дослідженнями [17; 47; 49] показано, що людина, зазвичай, налаштована на отримання знань у процесі реалізації розважальних програм, з перевагами ігрових видів діяльності, наприклад, сприйняття інформації з телебачення або ж людина легше сприймає на занятті інформацію, яка пропонується за допомогою медіа засобів. При цьому кожний студент по-різному засвоює знання, бо кожний із них має свої особисті здібності і можливості щодо їх сприйняття та в опануванні конкретного матеріалу. Однак, коли нова інформація подається для одночасного сприйняття її і візуально, і через слух, – то рівень її сприйняття суттєво підвищується.

Зазначимо, що сказане вимагає від викладача глибоких знань студентської аудиторії, а також знань особистих характеристик кожного із студентів. Викладач має бездоганно володіти змістом навчального матеріалу, методикою викладання і, як наслідок, викладач має знайти індивідуальний підхід до кожного студента й організувати самостійну (індивідуальну) роботу студентів, аби кожний з них повною мірою проявив свою активність, готовність, бажання на високому рівні опанувати і сам зміст матеріалу, і запроваджену методика його навчання, і цілий комплекс педагогічних впливів, що сприймаються учнями, і котрі опановуються у процесі вивчення розділу «Квантова фізика», хоча й майбутньому вчителю вони стануть у пригоді у майбутній професійній діяльності з учнівським колективом чи у період безпосередньої педагогічної діяльності, або ж під час педагогічної практики.

На даному етапі широкого запровадження нових інноваційних технологій навчання (НІТН) із залученням комп'ютерних мереж і онлайн-засобів дистанційного навчання, хмарних технологій і STEM-освіти, навчальні заклади отримали необмежені можливості у подачі нової інформації, задовольняючи індивідуальні запити кожного студента. Результативність такого навчання залежить від умілої організації викладачем як освітнього процесу в цілому і особливо на заняттях (лекційних, практичних, лабораторних), так і в позааудиторний час. Разом з тим, від того, як кожний студент уміє самостійно працювати, опановуючи необхідну інформацію, залежить загальний рівень його навчальних досягнень, що відбиває як рівень його фахової підготовки з курсу фізики, так і рівень професійних педагогічних компетенцій, що пов'язані не лише з методикою навчання, наприклад, розділу «Квантова фізика», а й у зв'язку з вихованням учнів, з формуванням світогляду та особистості кожного випускника, розвитком його теоретичного мислення й інтелектуального розвитку чи практичної (експериментаторської) діяльності та умінь і навичок робити узагальнення й формувати висновки узагальнювального характеру, оскільки зазначений розділ завершує вивчення курсу загальної фізики в педагогічному ЗВО і на нього покладається досить вагома функція

узагальнювального характеру у пізнанні людиною оточуючого світу (природи) та вироблення у неї уявлень про цей світ («оприлюднену природу»), що узагальнює результати пізнання чи навчання (див.п.1.1).

Все нові сучасні відкриття в галузі ІКТ та їх запровадження в освітню галузь змушують постійно переглядати питання організації інформаційного забезпечення та створюваного у ЗВО навчального середовища. За цих умов доцільно виділити кілька досить важливих можливостей використання інформаційних технологій, які слід обов'язково забезпечити у процесі фахової фізичної підготовки майбутнього вчителя фізики: прямий і зворотний зв'язок між усіма користувачами ІКТ; архівне зберігання великих обсягів змісту навчального матеріалу та педагогічної інформації з можливостями їх передачі; можливість проведення віртуального експерименту та його інтеграція з реальним; обробка та аналіз результатів експерименту (як реального, так і віртуального й результатів їхнього інтегрованого подання) та формулювання висновків, що з них випливають; самостійне реферування й анотування матеріалів; можливість оцінки і контролю рівня опанування відповідною навчальною інформацією і коригування рівня навчальних досягнень.

Реалізація зазначених можливостей засобів комп'ютерної техніки у педагогічній сфері діяльності дає підстави визначити ті види самостійної пошукової і дослідницької діяльності, до яких доцільно залучати студентів у процесі вивчення фізики, і зокрема квантової фізики: збір, зберігання, обробка інформації про досліджувані об'єкти; передача інформації, її інтерпретація та подання в різній формі; взаємодія користувача з програмною системою, що припускає обмін текстовими запитаннями і відповідями; автоматизований контроль результатів знань, тестування тощо.

Зазначені види ПДС засновані на інформаційній взаємодії між студентами, викладачами і засобами ІКТ, спрямованими на вирішення навчальних цілей і досягнення відповідного рівня активності та запланованого кількісного і якісного рівня у засвоєнні навчальної інформації.

Студенти можуть застосовувати ІКТ у відповідності зі своїми індивідуальними бажаннями і потребами й у різних проявах тих чи інших функцій, які реалізуються такими засобами: наприклад, у зв'язку із можливостями реалізації функцій викладача [80; 81], з метою виконання ІНЗ, вправ, розв'язування задач у процесі самостійної (за одержаним індивідуальним завданням) та домашньої (індивідуальної пошукової) роботи студентів, у ході самостійного вивчення окремих законів чи квантової теорії в цілому, з метою заповнення і ліквідування прогалин у своїх знаннях, які з різних причин з'явилися у ході навчання тощо. У цьому випадку корисно використовувати тренувальні та навчальні комп'ютерні програми або ППЗ, які спеціально створені для цих навчальних цілей: наприклад, GRAN 1, GRAN 2, GRAN 3, L-мікро, MATHCAD, MATHEMATICA, EUREKA, MATHLAB, а також [34; 38; 66; 153] та конкретно з квантової фізики [24; 165; 174].

Окрім того, у ході організації індивідуальної самостійної роботи з квантової фізики завдяки засобам ІКТ студенти можуть: одержати ІНЗ; запросити додаткову інформацію, необхідну для виконання цього завдання; усвідомити метод і спосіб та засоби виконання завдання; виконати розрахунки й увести відповідь; одержати аналіз і оцінку відповіді і за необхідності одержати додаткові вказівки чи додаткове завдання для детальнішого і повнішого усвідомлення та глибшого опанування навчальним матеріалом чи для остаточного узагальнення одержаних результатів у ході експериментування та формулювання висновків [172; 174].

Прикладом такого розв'язку задач є низка дослідницьких експериментальних завдань, що рекомендовані для виконання у ході лабораторних робіт за допомогою ППЗ «Віртуальна фізична лабораторія з вивчення властивостей рідких кристалів» в інфокомунікативному середовищі для вчителів фізики [25, с.124-154], або у посібнику для студентів [24, с.189-272]; [31]; [80, с.20-102]; [81, с.40-81].

При цьому варто відзначити низку переваг використання персональних комп'ютерів для організації й успішної реалізації самостійної роботи в

опануванні змістом навчального матеріалу з квантової фізики порівняно з аудиторними заняттями, які проходять під керівництвом та з обов'язковою участю викладача: 1 – студенту надається необмежений час роботи; 2 – студент може обрати вільну траєкторію своєї навчальної діяльності і властивий саме йому режим і темп роботи; 3 – студент у своїй самостійній (індивідуальній) діяльності не відчуває впливу викладача та однокурсників (виключається вплив суб'єктивних сторонніх факторів, відсутність упередженості до будь-кого із студентів, до оцінювання відповіді), зате є можливість і зростає роль самооцінки і самоконтролю на основі запропонованих і чітко сформульованих критеріїв без порівняння (особливо коли воно небажане) з результатами роботи інших студентів, має місце нерозголошення недоліків роботи студента і т.п.).

Крім розглянутих прикладів запровадження ІКТ у розв'язуванні задач з фізики, що сприяє поліпшенню рівня фахової фізичної підготовки і компетентності студентів, маємо зазначити, що досить ефективним є вирішення таких педагогічних цілей за допомогою НІТН у процесі вивчення студентами загального курсу фізики і, зокрема, розділу «Квантова фізика», як: розвиток особистості студентів, підготовка їх до результативної життєдіяльності в умовах достатньо розвинутого і насиченого інформаційного суспільства, що передбачає: розвиток мислення; розвиток комунікативних здібностей студента; формування навичок і вмінь приймати оптимальне рішення або пропонувати варіанти виважених рішень у складній навчальній і педагогічній ситуації; формування інформаційної культури, умінь здійснювати обробку інформації; естетичне та інтелектуальне формування фахівця за рахунок можливостей комп'ютерних програм та мультимедійних технологій.

Для підвищення ефективності і якості одержання фахових фізичних знань на основі самостійної роботи студентів у процесі навчання фізики необхідна ширша реалізація усіх можливих функцій ІКТ, бо запровадження таких засобів в освітньому процесі забезпечує активізацію ПДС за рахунок комп'ютерної візуалізації навчальної інформації, а програмовані комп'ютери дозволяють впроваджувати різні ігрові ситуації як у ході занять, так і в позааудиторний час,

а також спрямовують індивідуальну ПДС на опанування фаховими знаннями з фізики та з інших природничих дисциплін, що помітно впливають на фундаментальну підготовку фахівця. До того ж має місце і відбувається помітне поглиблення міжпредметних зв'язків за рахунок запровадження сучасних засобів швидкої обробки інформації, у тому числі аудіовізуальної та під час розв'язання індивідуальних завдань з різних предметних галузей і особливо інтегрованих завдань різного рівня складності (теоретичного, експериментального чи методичного характеру з елементами дослідницької діяльності) як за змістом опрацьованої навчальної інформації, так і за видами навчальної діяльності у процесі її опанування [27; 30].

На сьогодні до вагомих і важливих завдань у процесі навчання фізики у педагогічному ЗВО слід віднести і такі, що пов'язані із формуванням особистості студента, здатного жити й працювати в умовах високорозвиненого інформаційного суспільства, серед яких виокремимо ті, що:

- передбачають і дають доступ до баз даних, що відбивають всі аспекти освітянської галузі, а реалізуються засобами інформаційного обслуговування;
- враховують і розкривають різні форми та засоби представлення даних у графічних або числових форматах та подають експериментальні результати і їхню обробку з метою узагальнення;
- передбачають знання доступних джерел інформації та їх використання;
- враховують уміння оцінювати та обробляти результати експериментальних вимірювань, використовуючи різні методи;
- формують уміння аналізувати та обробляти статистичну інформацію і на її основі робити узагальнення та висновки;
- передбачають уміння використовувати одержані результати при вирішенні як традиційних, так і нових поставлених задач, завдань і вправ, зокрема, й індивідуальних завдань, для організації і розвитку ПДС у ході його самостійної роботи як з фізики, так і з навчальних дисциплін, що взаємопов'язані із фізикою.

За таких обставин корисно і цінно практикувати такі ситуації у процесі організації індивідуальної діяльності студента з фізики, коли комп'ютер дозволяє реалізувати різні форми міжособистісного опосередкованого спілкування; серед яких виокремлюється:

– *усна контактна комунікація* (телеконференції) і *письмова комунікація* (електронна пошта);

– *індивідуальне спілкування* (особисте листування) і *групове спілкування* (дошка оголошень, чати, форуми тощо).

З дидактичної точки зору залишається важливою для організації індивідуальної ПДС реалізація тієї функції комп'ютера, що пов'язана з можливостями тестування та визначення рівня володіння змістом навчального матеріалу: опанування фізичними знаннями або окремою темою чи цілого розділу з курсу фізики, що скорочує час оцінки і моніторингу результатів і визначення рівнів навчальних досягнень студентів.

Тут же слід наголосити і на тому, що використання комп'ютерів на заняттях з фізики не лише підвищує інтерес студентів до предмета вивчення, а й стимулює викладача підвищувати свою педагогічну майстерність і методичний рівень своєї фахової та професійної підготовки. Сучасні вимоги до освітнього процесу якраз і пов'язані саме з умінями викладача кваліфіковано обирати й успішно реалізовувати ті технології, які найбільше відповідають змісту і цілям вивчення конкретної дисципліни і поряд з цим оптимально сприяють досягненню гармонійного розвитку студентів та дозволяють виконати облік у зв'язку з розвитком їхніх індивідуальних рис особистості.

Безперечно, що широке запровадження засобів ІКТ і комп'ютерних технологій суттєво впливає на процес опанування знаннями, бо інформаційні та комунікаційні технології навчання дозволяють інтенсифікувати освітній процес. Вони пришвидшують сприйняття змісту навчальної інформації, поліпшують розуміння та розширюють обсяг і глибину засвоєння величезних масивів фізичних знань, включаючи і той навчальний матеріал, який відноситься до розділу «Квантова фізика» й, з одного боку, інтегрує систему фізичних знань з

усіх попередніх розділів курсу фізики, а з другого – інтегруючи ці знання, формує нові знання. До того ж ця нова система квантових уявлень про оточуючий світ проявляє свою ідентичність і своєрідність, котра відрізняється значущими і досить важливими теоретичними висновками, новими уявленнями про об'єкт вивчення (наприклад, поняття фотону, хвиля де-Бройля).

Отже, підкреслимо, що впровадження ІКТ у навчання фізики у педагогічному ЗВО сприяє повнішому оволодінню студентами усією системою фахових і професійних знань та вмінь, розвиває творчу спрямованість індивідуальної пізнавальної діяльності кожного студента, допомагає формуванню відповідних професійних та особистісних якостей майбутнього фахівця. При цьому засоби ІКТ виступають як сучасний прогресивний напрям і є педагогічно виправданим підходом, що розглядається як факт позитивних змін і перспективних педагогічних переваг порівняно з традиційним підходом і традиційними технологіями організації самостійної роботи студентів взагалі, і зокрема організації та розвитку ПДС з квантової фізики.

Узагальнення власних поглядів, досвіду викладачів, що працюють у ЗВО, де проводилася експериментальна перевірка наших здобутків, та результати дослідницької роботи підтвердили наші ідеї і припущення, що ефективність організації індивідуальної ПДС підвищується, якщо в методичну систему, яка забезпечує таку самостійну роботу, впровадити КОЗН, а в процес вивчення квантової фізики та в ході виконання фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика» та під час вирішення ІНЗ та НП будуть оптимально реалізовуватися НІТН: телекомунікаційні та мережеві технології або відповідні створені ППЗ. Це дасть можливість складні завдання (або такі, які студентом ще не опановані і розв'язки яких йому ще невідомі) поділяти на окремі, простіші завдання або на окремі простіші складові і їх вирішувати, використовуючи відомі прийоми, методи і підходи та КОЗН. На завершальній стадії кінцеві результати будуть інтегруватися в єдине завдання дослідницького чи пошукового характеру, що активізує і розвиває ПДС.

Ця гіпотеза з теоретичної точки зору оцінки уявляється нам можливою для реалізації її саме у процесі вивчення розділу «Квантова фізика», бо:

– *по-перше*, застосування СІТН є однією з найбільш важливих, стійких і перспективних тенденцій розвитку світового освітнього процесу, оскільки використання телекомунікаційних та мережевих технологій спрямовує студента на свідоме засвоєння знань у процесі власної пізнавальної діяльності й особистого виконання різних завдань фахової спрямованості; підвищує результативність підготовки майбутнього фахівця, розвиває активність і самостійність у процесі навчання студента [28], що поряд з цим розкриває значний гуманітарний потенціал природничих навчальних дисциплін, і зокрема фізики та пов'язано з формуванням наукового світогляду, розвитком логічного і творчого мислення, формуванням самосвідомості майбутнього фахівця;

– *по-друге*, використання мультимедійних технологій забезпечує формування інтегрованого сприйняття і розуміння природних явищ і процесів квантової фізики, забезпечує вільний доступ до інформаційних джерел, обробки великих обсягів інформації і використання при цьому складного математичного апарату, не зводячи його до високого рівня опанування, а до рівня користувача. Це дає змогу самостійно досягати навчальних цілей через моделювання у ході розв'язання проблеми, розкриває можливості оперативного пошуку інформації при вирішенні ІНЗ та НП, надає можливості самостійної оцінки оптимальності варіантів їхнього вирішення [34; 38; 172; 174];

– *по-третє*, впровадження засобів ІКТ в індивідуальну навчальну діяльність студента призводить до суттєвої зміни статусу студента, який активно вибудовує свій власний погляд на процес навчання, визначає індивідуальну траєкторію в освітньому середовищі і стає рівноправним суб'єктом процесу навчання.

На думку дослідників Н. М. Поповича [136], М. І. Жалдака [68], М. І. Жалдака, Ю. К. Набочука, І. Л. Семещука [67], яку ми оцінюємо позитивно і плануємо розвивати у своєму дослідженні, до основних

педагогічних завдань успішної реалізації ІКТ у процесі навчання курсу фізики слід віднести:

- підвищення наочності змісту навчального матеріалу та сприяння його сприйняттю студентами завдяки компактному і чіткому поданню навчальної інформації у повному її обсязі;
- розвиток творчого потенціалу суб'єктів навчання, їх комунікативних здібностей, умінь експериментально-дослідницької діяльності; культури навчальної діяльності, підвищення мотивації та інтересу до навчання;
- інтенсифікація всіх складових освітнього процесу, підвищення його результативності, підвищення рівня навчальних досягнень студентів;
- суттєве збільшення обсягу навчального матеріалу, його поглиблення для з'ясування сутності досліджуваних явищ і процесів з квантової фізики;
- засвоєння усього переліку основних понять, величин, законів і теоретичних основ та операцій і функцій, методів і засобів їх вивчення і вільне володіння ними, що передбачено змістом розділу «Квантова фізика» і дидактичними (процесуальними) аспектами її вивчення;
- реалізація соціального замовлення, що зумовлене інформатизацією сучасного суспільства [129, с. 95–98].

Зазначені аспекти, на нашу думку, є досить суттєвими і важливими саме для створення моделі організації самостійної роботи студентів з фізики у педагогічному університеті, у ході реалізації якої студент на таких конкретних прикладах, зокрема з розділу «Квантова фізика», опановує уміння і навички самостійної роботи, розв'язуючи конкретні індивідуальні професійно спрямовані завдання, набуває професійних умінь і навичок їх використання, а в цілому професійної компетентності у майбутній діяльності, піддаючи їх критичній оцінці як з теоретичної, експериментально-практичної точки зору, так і з погляду методики виваженого вирішення проблеми в опануванні як змісту навчального матеріалу, так і методики його викладання і опанування з використанням засобів ІКТ і КОЗН. Тут особливого значення, на нашу думку, набувають і значні потенційні можливості можуть проявляти такі індивідуальні

завдання, навчальні проекти та приклади їх розв'язання з використанням засобів ІКТ, що узгоджуються з експериментальними завданнями, які студенти виконують під час обов'язкового фізичного практикуму як невід'ємної складової методичної системи навчання розділу «Квантова фізика».

Одним з напрямів удосконалення методики навчання курсу фізики і його фізичного практикуму, розширення і поглиблення його теоретичних основ і підвищення практичної значущості результатів навчання є збільшення у процесі вивчення загального курсу фізики у ЗВО компоненти *дослідницької діяльності студента*. Необмежені можливості зараз і широкі перспективи тут проявляють саме НІТН.

На нашу думку, ця творчо-дослідницька складова повинна формуватися, у першу чергу, у процесі вирішення дослідницьких завдань і задач, підібраних спеціально так, щоб їх розв'язок був достатньо наочним з використанням комп'ютерних ППЗ і запропонованих КОЗН, коли студент, використовуючи засоби НІТН, планує експеримент, створює теоретичну модель явища, яке вивчається, розробляє методичну модель явища чи процесу, проводить вимірювання з достатнім ступенем точності, визначає похибки вимірювань, тобто коли студент у процесі пізнання природних явищ та значно глибшого з'ясування їхньої сутності використовує мікропроцесорну техніку і доводить ці методичні прийоми до рівня трактування їх як власні здобутки у методиці навчання фізики. А така ситуація найбільшою мірою може бути реалізована саме у ході виконання студентом фізичного практикуму, коли студент, самостійно готуючись до індивідуального виконання лабораторного експерименту, з'ясовує усі аспекти як теоретичного, так і практичного характеру, а також належну увагу приділяє усім етапам виконання експерименту. За цих обставин, проявляючи і реалізуючи свої власні нові ідеї і бачення за допомогою засобів ІКТ та КОЗН, студент має можливості апробувати й перевірити низку можливих варіантів виконання дослідницького завдання та, інтегруючи одержані результати, сформулювати остаточні висновки стосовно дидактичних аспектів доцільності, перспективності і взагалі

можливості реалізовувати свої «нові методичні ідеї», нові вирішення поєднання реального і віртуального експериментів та наслідків їх запровадження в освітній процес середньої школи, де буде проявлятися у повному обсязі при відповідній відповідальності його власна педагогічна діяльність.

Отже, вирішення проблеми підготовки студентів педагогічного ЗВО з метою розв'язування дослідницьких задач за допомогою комп'ютера, є актуальним як для вдосконалення методичної системи навчання фізики взагалі, так й у зв'язку з особливостями формування прийомів навчально-дослідницької діяльності студентів у цьому процесі, бо ще недостатньо розроблена методика використання засобів НІТН для цілеспрямованого розвитку творчо-дослідницької діяльності і школярів, і студентів.

Таким чином, підводячи підсумки науково-методичного аналізу запровадження засобів ІКТ в цілеспрямованій індивідуальній навчально-пошуковій діяльності студентів для розв'язування фізичних задач різних типів і різної складності, навчальних завдань і проектів та виконання фізичного практикуму, можемо узагальнити, що використання НІТН у процесі вивчення курсу загальної фізики дає можливості і дозволяє істотно підвищити результативність навчальної діяльності студентів, надає навчанню творчо-дослідницького характеру, чим розвиває і розширює компоненти ПДС в позаурочний час та у процесі організації індивідуальної пошуково-дослідницької роботи студентів з фізики.

1.2.2. Сучасний стан та особливості вивчення квантової фізики у закладах вищої освіти

Проведений нами аналіз навчальних планів і програм та посібників з курсу загальної фізики (див. додаток А) дає підстави стверджувати про актуальність побудови навчального процесу з фізики у педагогічному виші на основі дослідницького підходу та пов'язаних з ним ІКТ, які характеризуються високою ефективністю саме у розвитку індивідуальної дослідницької діяльності студентів, яка досягає найвищого рівня у самостійній ПДС.

У ході вивчення і детальнішого дослідження змістового компонента планів, програм, підручників і посібників з курсу загальної фізики ми обмежилися тими конкретними об'єктами, які представлені у додатках (Додаток А.1), і при цьому виокремили різні форми занять і відповідні види ПДС, які при цьому найбільшою мірою проявляються, та ввели часові параметри, котрі передбачають запровадження відповідних методів, методичних прийомів, форм і засобів (особливо ІКТ) навчання як в цілому для усього курсу загальної фізики, так і двох його розділів «Оптика» та «Квантова фізика», які завершують вивчення навчальної дисципліни.

Враховуючи, що таке обмеження є умовним і беручи до уваги, що оптику традиційно поділяють на геометричну, фізичну, фізіологічну й квантову, ми зробили спробу оцінити ступінь узагальнення своєрідних технічних засобів та існуючих оптичних методів дослідження природних явищ, які є досить важливими у розкритті фундаментальних фізичних понять взагалі, і зокрема з квантової фізики, у формуванні уявлень про оточуючий світ і його фізичну картину, у створенні методів дослідження природних явищ та практичного застосування фізичних знань у життєдіяльності людини.

Методика викладання фізики у ЗВО, як наука, має низку особливостей, що виокремлюють її з-поміж інших методик викладання навчальних дисциплін природничого циклу. Зокрема, у фізиці значного розвитку набули фізичні теорії (зокрема, квантова теорія), що складають її ядро: достатньо важливу роль відіграє експеримент взагалі, і зокрема фундаментальні досліди та їх фізичне і математичне (а також і комп'ютерне) моделювання. Значну роль у фізиці посідає практичне її спрямування, яке проявляється у вигляді фізичних основ, що складають базис у створенні значної кількості діючих моделей машин, механізмів, технологічних ліній та наукових методів дослідження природи і прикладів практичного їх застосування тощо. Тому вивчення загальної фізики, як навчального предмета, і зокрема розділу «Квантова фізика» (а особливо квантової електроніки) у ЗВО вимагає своєрідної системи, яка базується на інтегрованому поєднанні теорії і навчального експерименту. У цій системі,

зазвичай, превалюють навчальні досліді і експерименти для лекційних, практичних та лабораторних занять, що вимагають спрямованої організації навчальної діяльності студентів на майбутню професію і цілеспрямованої пізнавально-пошукової діяльності кожного студента, яка допомагає сформувати у нього необхідні дієві знання й практичні та експериментаторські уміння і навички майбутньої професійної діяльності, але для розділу «Квантова фізика» вони є специфічними. Разом з тим, фізика є основою для великої кількості технічних галузей і навчальних дисциплін, що вивчаються у ЗВО, у тому числі і дисциплін технічного профілю. Тому методика навчання загального курсу фізики повинна враховувати специфіку підготовки фахівців з вищою освітою відповідних різних профілів, зокрема, має враховувати методику викладання дисциплін технічного напрямку (основи інформаційного програмування, конструювання і розробки устаткування, машин і механізмів тощо), а для майбутніх учителів має подавати усі зазначені аспекти як однаково важливі і вагомі з відповідним поєднанням у базисі фізичної галузі науки.

Вагомим питанням методики навчання фізики є зміст матеріалу [15; 16; 50; 52; 55; 58; 71; 77], обсяг та зміст якого відображено в навчальних планах та програмах. Типовою програмою з курсу для педагогічних вишів є програма, що підготовлена за редакцією М. І. Шута, І. Т. Горбачука, В. П. Сергієнка [176].

Проведений нами ретроспективний огляд навчальних планів і програм з курсу загальної фізики у низці ЗВО України (додаток А.1) та аналіз відмінностей у змісті найбільш поширених посібників (додаток А.2) при підготовці фахівців різних профілів у педагогічних і класичних університетах дають підстави для таких узагальнень.

1. Головний документ, який визначає зміст курсу «Загальна фізика» і окремих її розділів є навчальна програма, яка окреслює його інформаційний обсяг, вимоги до рівня сформованості знань, умінь та навичок і фахових компетенцій, перелік рекомендованих підручників, інших методичних та дидактичних матеріалів, а також окреслює критерії успішності навчання та засоби діагностики рівнів навчальних досягнень студентів.

2. Вивчення курсу загальної фізики у ЗВО уособлюється тим, що зараз плани та програми кожної з навчальних дисциплін, зокрема і розділу «Квантова фізика», розробляються окремо кожним вищим закладом освіти відповідно до освітньо-професійних програм підготовки майбутніх фахівців і затверджуються керівником відповідного вишу. Зазначена обставина індивідуалізує кожну конкретну навчальну програму, які мають відповідати підготовці фахівця з визначеного напрямку. Разом з тим, ця програма одночасно відбиває і той зміст та ті основні завдання, які покладаються на курс фізики взагалі у процесі підготовки будь-якого фахівця у ЗВО.

3. Згідно з метою нашого дослідження ми обрали для аналізу зміст навчального матеріалу, що охоплює два розділи курсу загальної фізики, тобто розділ «Оптика» та «Атомна і ядерна фізика» (Додаток А.1), зміст яких відноситься до вагомих і значущих питань як квантової теорії, так і експериментальних основ дослідження природних явищ загалом.

4. До основних форм занять відносяться лекційні, практичні та лабораторні заняття. Для посилення ролі кожного студента у зв'язку з упровадженням кредитно-трансферної системи організації навчально-виховного процесу посилена роль самостійної роботи, яка сконцентрована на практичних та лабораторних заняттях й обумовлена обов'язковістю самостійної роботи кожного студента ($K_{c.p.} = 0,52$) та виконанням індивідуальних навчальних завдань (ІНЗ), обов'язкового фізичного практикуму, навчальних проектів (НП).

5. Обов'язковим елементом методичної системи навчання фізики у будь-якому ЗВО є навчальний фізичний практикум, який крім якісних демонстраційних дослідів на лекційних заняттях передбачає обов'язкове виконання лабораторних робіт практикуму і вагомих дослідницьких експериментальних завдань, що виконуються студентами індивідуально на основі інтеграції теоретичної та експериментальної складових фундаментальної фізичної підготовки фахівця з напрямку «Фізика».

6. В умовах високих темпів науково-технічного прогресу в галузі квантової електроніки, нанотехнологій, комп'ютерної техніки та широкого їх

упровадження у приладобудування, включаючи створення сучасного обладнання у поєднанні із засобами ІКТ, варто належну увагу приділити проблемі створення КОСН і КОЗН та розробці сучасного фізичного практикуму і з урахуванням останніх наукових досягнень по-новому розкривати представлення оптичних методів дослідження оточуючого світу у процесі опанування основним змістом розділу «Квантова фізика».

На основі навчальних планів ми провели моніторинг часу, відведеного на вивчення розділів «Оптика» та «Квантова фізика» (таблиця 1.1 і таблиця 1.2), тобто відведеного на вивчення основного матеріалу базису цих розділів, що засвідчує вагомість і значущість вивчення змісту матеріалу для підготовки фахівця з вищою освітою. Такий матеріал мав би, на нашу думку, проілюструвати вагомість зазначеного змісту і для вивчення курсу загальної фізики загалом, і для показу значущості методів наукових досліджень з методологічного погляду формування особистості майбутнього фахівця. Одночасно цей аналіз засвідчує і той вклад, який вносить у зазначений аспект курс загальної фізики та його розділ «Квантова фізика» під час підготовки майбутнього фахівця у кожному закладі вищої освіти.

Аналіз програм дає нам можливість констатувати наступне:

1. *Знання, які студенти отримують з курсу «Загальна фізика», є базовими для блоку дисциплін, що забезпечують природничо-наукову і професійно-практичну підготовку. Але, не дивлячись на базовість змісту курсу у підготовці фахівців різних спеціальностей з напрямку «фізика», відповідні навчальні програми, зокрема, К-ПНУ ім. І. Огієнка («Фізика»), СумДУ («Системна інженерія»), ЛНУ ім. Т. Шевченка («Фізика») помітно відрізняються наявністю своєї системи спецкурсів; спостерігається відповідна відмінність і в наукових школах, що розвиваються на базі цих закладів, які також вносять суттєві корективи у зміст навчального матеріалу.*

Інші умови складаються в педагогічних університетах, де розв'язується завдання підготовки вчителів фізики (зокрема у ЦДПУ ім. В. Винниченка та СумДПУ ім. А. С. Макаренка), а також у другому варіанті класичних

університетів, де готуються науковці, що займатимуться теоретичними та практичними аспектами науково-дослідницької діяльності в галузі фізики (ЛНУ ім. Т. Шевченка): а) у випадку педагогічних університетів передбачається підготовка вчителя фізики, який однаково повно має володіти знаннями про всі аспекти та розділи фізичної науки і готується кваліфіковано передати набуті знання з фізики та одержаний досвід учням; б) у випадку класичних університетів підготовка фахівця передбачає поряд з базовими фізичними знаннями ще й акцент на безпосередню професійну діяльність у теоретичній або експериментальній фізиці.

Необхідно зауважити, що у своїх пошуках ми не брали до уваги плани і програми провідних вищих закладів, зокрема, Київського національного університету імені Т. Шевченка (КНУ), Київського національного політехнічного університету («КП»), Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (НПУ), бо нашою метою було з'ясувати стан вивчення курсу загальної фізики і конкретно питань, що стосуються основ квантової фізики на рівні усередненої характеристики, а всі вищі заклади освіти України охопити ми не мали можливості.

2. *Друга обставина*, яка привертає увагу у нашому аналізі, полягає в тому, що *перехід до Європейських стандартів навчання* вніс в систему організації навчального процесу вивчення курсу загальної фізики *зміни*, які визначаються у всіх ЗВО впровадженням кредитної трансферно-накопичувальної системи та зосередженням навчального процесу саме на самостійній (індивідуальній) роботі кожного студента, яка суттєво підвищила роль самостійної пізнавально-пошукової діяльності майбутніх фахівців й у процесі навчання фізики відповідно зменшила кількість годин, відведених на аудиторні заняття. Коефіцієнт самостійної роботи студентів перевищує половину часу і становить $k_{c.p.} > 0,52$ (додаток А.1, табл. А.1.1), а для розділу «Оптика» та «Квантова фізика» цей коефіцієнт складає відповідно 0,54 і 0,5.

За цих обставин привертає увагу вагомість різних форм навчальних занять, яка надається лекційним, практичним і лабораторним заняттям з метою

вивчення змісту основного матеріалу. Тут більшу вагомість мають лекційні, практичні, лабораторні заняття саме у педагогічних закладах вищої освіти.

Не менш важливим для глибшого з'ясування зазначеного кола питань є вивчення і таких аспектів:

а) квантова фізика, що визначає можливі елементарні порції квантів випромінювання, розглядає факти їх поширення, взаємодії і такі явища, як поляризація, дисперсія світла та поглинання світла і приклади їх використання у відповідності до теорії корпускулярно-хвильового дуалізму світла [105; 106];

б) з теми «Атомна і ядерна фізика», де розкриваються квантові властивості випромінювання, детально аналізуються теплове випромінювання та його характеристики і закони, випромінювання абсолютно чорного тіла, закони Стефана-Больцмана, Віна і Релея-Джинса і т.п. [104; 148; 181], що в цілому слід віднести до вагомого навчального матеріалу, який посідає провідне місце у двох розділах курсу загальної фізики та у фундаментальній фаховій підготовці майбутнього високопрофесійного фахівця, й у формуванні наукових уявлень про сучасну фізичну картину та оточуючий світ, у якому здійснюється професійна підготовка і становлення фахівця та формується і розвивається особистість цього фахівця та його навчально-пізнавальна діяльність (НПД).

Особливості вивчення курсу загальної фізики і, зокрема, розділу «Квантова фізика», на основі проведення навчального експерименту (демонстраційних дослідів, робіт фізичного практикуму та ІНЗ як однієї з основних сучасних складових вивчення фізики у ЗВО) дають підстави для визначення аспектів поліпшення методики навчання фізики.

По-перше, перехід до Європейських стандартів навчання змінив систему організації навчального процесу, яка характеризується зосередженням на самостійній роботі студентів (див. табл. А.1.1 додатку А.1). Ця обставина переконує, що в цілому курс загальної фізики і розділ «Квантова фізика» вивчається в університетах на базі самостійної роботи студентів ($k_{c.p.} \geq 0,52$, див. табл. А.1.1; $k' \approx 0,54$; $k'' \approx 0,5$). Теоретичне представлення змісту матеріалу у посібниках для студентів [105; 120; 142; 148] є досить повним, математично

обґрунтованим і забезпеченим на сучасному рівні трактування відповідних фізичних теорій (аналіз подано в додатку А.2, де розкрита змістова складова методики навчання курсу загальної фізики).

Але процесуальна складова методики навчання фізики у ЗВО, практичні (особливо експериментальний) її елементи заслуговують особливо на увагу і потребують подальшого розвитку з урахуванням сучасних наукових досягнень в галузі широкого застосування СІТН і засобів ІКТ, котрі в інтегрованому варіанті їх реалізації відповідають сучасним тенденціям розвитку методики фізики (забезпечують розвивальне особистісно-орієнтоване навчання, індивідуалізацію навчального процесу, дають можливість студенту виступати в ролі суб'єкта навчання, самостійно організовувати власну навчально-пошукову діяльність як у ході аудиторних занять, під час практичних, а особливо лабораторних форм і групової та індивідуальної роботи, так і в ході позааудиторної домашньої самостійної (індивідуальної) роботи. За цих обставин студент набуває досвіду самостійно вирішувати питання самоосвіти, самокоригування власних досягнень та самоконтролю рівня досягнень за обраним напрямом підготовки.

По-друге, визначений нами коефіцієнт часу для вивчення змісту з обох зазначених розділів під час аудиторних занять складає $0,45 \leq k \leq 0,48$ з оптики і біля 0,5 з атомної і ядерної фізики як для класичних, так і для педагогічних закладів вищої освіти. З метою кількісної оцінки цих програм зазначені параметри ми подали у процентному їх співвідношенні для класичних і педагогічних університетів (див. додаток А.1, таблиця А.1.2), а також показали у вигляді коефіцієнтів вагомості μ , який визначався як відношення кількості годин, відведених на вивчення заданого навчального матеріалу у ході лекцій (практичних чи лабораторних занять), до загальної кількості годин на конкретну форму аудиторних занять (Лк., Пр., Лб.). Подані в таблиці 1.1 результати дають можливість констатувати долю самостійної роботи студентів у ході вивчення основного змісту у кожному з двох розділів загального курсу фізики:

– для оптики оцінка вагомості форм занять відповідно складає: $\mu_{\text{лк}}' = 0,17$; $\mu_{\text{пр}}' = 0,14$; $\mu_{\text{лб}}' = 0,14$ для класичних і відповідно $\mu_{\text{лк}}'' = 0,18$; $\mu_{\text{пр}}'' = 0,17$; $\mu_{\text{лб}}'' = 0,14$ – для педагогічних університетів;

– для квантової фізики оцінка вагомості форм занять складає відповідно: $\mu_{\text{лк}}' = 0,2$; $\mu_{\text{пр}}' = 0,17$; $\mu_{\text{лб}}' = 0,11$ для класичних університетів і відповідно: $\mu_{\text{лк}}'' = 0,21$; $\mu_{\text{пр}}'' = 0,17$; $\mu_{\text{лб}}'' = 0,12$ для педагогічних університетів (Таблиця 1.1).

По-третє, наш аналіз навчальних програм переконує і в такому аспекті відмінностей методики навчання фізики у класичних університетах, що стосується переліку питань, котрі виносяться на самостійне вивчення та його опанування студентами у ході аудиторних занять. Цей факт впливає досить переконливим із таблиці А.1.2 (додатку А.1), а в узагальненому вигляді представлений у тексті таблицею 1.2.

За цих умов розробники робочих програм з курсу загальної фізики у класичних університетах надали значно більше уваги і вищу оцінку відповідному матеріалу у розділі «Оптика» у порівнянні з розробниками програм для педагогічних університетів, про що свідчать такі показники: для класичних ЗВО: $\mu'_{\Sigma} = \mu_{\text{лк}}' + \mu_{\text{пр}}' + \mu_{\text{лб}}' + \mu_{\text{ср}} = 0,155 + 0,3 + 0,22 + 0,22 = 0,89$; для педагогічних ЗВО: $\mu''_{\Sigma} = 0,18 + 0,14 + 0,11 + 0,14 = 0,57$, що в 1,56 разів менший.

Аналогічно ці параметри для розділу «Квантова фізика» для класичних університетів $\mu'_{\Sigma} = 0,86$ проти $\mu''_{\Sigma} = 0,93$ для педагогічних ЗВО, що за нашою оцінкою є підставою для подальшого розвитку фахових знань, умінь і навичок і відповідних компетенцій майбутнього фахівця у ході опанування низки спецкурсів і спецдисциплін, спрямованих на продовження підготовки фахівця з напрямку «Фізика», а в педагогічних університетах підготовка майбутнього учителя фізики практично завершується вивченням курсу теоретичної фізики, де вже відсутня експериментальна складова у його фаховій підготовці.

Таблиця 1.1

Вагомість форм занять і видів діяльності студентів у процесі вивчення загального курсу фізики в університетах

Розділ курсу фізики та види навч. занять		Оптика						Квантова фізика					
		Всього	Аудитор	Лекції	Практ.	Лабор.	Сам. роб.	Всього	Аудитор	Лекції	Практ.	Лабор.	Сам. роб.
ЗВО													
Класичні	час. на вивч. ОВ (годин)	200	90	34	28	28	110	220	108	46	38	24	112
	коефіцієнт k_{cp} (сам. діяльн.)		0,45	0,17	0,14	0,14	0,55		0,50	0,2	0,17	0,11	0,50
Педагогічні	час. на вивч. ОВ (годин)	270	130	48	46	36	140	234	117	50	39	28	117
	коефіцієнт k_{cp} (сам. діяльн.)		0,48	0,18	0,17	0,13	0,52		0,5	0,21	0,17	0,12	0,5
В середньому	час. на вивч. ОВ (годин)	235	110	40	37	32	125	228	112	48	38	26	116
	коефіцієнт k_{cp} (сам. діяльн.)		0,47	0,17	0,16	0,14	0,53		0,5	0,21	0,17	0,12	0,5

Таблиця 1.2

Моніторинг вагомості (важливості) навчального матеріалу у вивченні курсу загальної фізики

Розділ курсу фізики та види навч. занять		Оптика						Квантова фізика					
		Всього	Аудитор	Лекції	Практ.	Лабор.	Сам. роб	Всього	Аудитор	Лекції	Практ.	Лабор.	Сам. роб
Тип університету													
Класичні	кїл. час. на вивч. ОВ (годин)	133	58	15	25	18	75	139	65	26	20	19	74
	заг. кїл. час. на розд. (годин)	598	261	97	82	82	337	660	322	140	112	70	338
	μ - вагомїсть	0,22	0,22	0,155	0,3	0,22	0,22	0,21	0,2	0,19	0,18	0,27	0,22
Педагогїчні	кїл. час. на вивч. ОВ (годин)	155	77	35	26	16	78	204	112	48	29	35	92
	заг. кїл. час. на розд. (годин)	1080	518	194	180	144	562	936	468	202	156	110	468
	μ - вагомїсть	0,144	0,149	0,18	0,14	0,11	0,14	0,22	0,24	0,24	0,19	0,32	0,197
В середньому	кїл. час. на вивч. ОВ (годин)	288	135	50	51	34	153	343	177	74	49	54	166
	заг. кїл. час. на розд. (годин)	1678	779	291	262	226	899	1596	790	342	268	180	806
	μ - вагомїсть	0,172	0,173	0,171	0,195	0,15	0,17	0,215	0,224	0,216	0,183	0,3	0,21

μ – коефіцієнт, що визначає вагомїсть форм занять та видів ПДС

По-четверте, вартим уваги залишається і *той (четвертий) аспект*, який свідчить про перспективність розвитку і подальшого вдосконалення фізичного практикуму і практичних занять з курсу загальної фізики у педагогічних університетах (згідно таблиці 1.2 при вивченні оптики *на практичних заняттях*: $\mu_{\text{пр}}' = 0,3$ проти $\mu_{\text{пр}}'' = 0,14$ у педагогічних ЗВО; *на лабораторних заняттях*: $\mu_{\text{пр}}' = 0,22$ проти $\mu_{\text{пр}}'' = 0,11$ у педагогічних ЗВО).

По-п'яте, загостримо увагу на *наступному аспекті*. Вирішення проблеми, яка впливає із нашого висновку, передбачає створення спеціальних лабораторій, матеріально-технічна база яких у більшості ЗВО є морально і технічно застарілою, або такі спеціалізовані лабораторії просто відсутні. Відтак, ми особливу увагу приділяємо педагогічним університетам і при цьому доводимо, що фізичний практикум для кожного з розділів у курсі «Загальна фізика» у цих закладах має однакову вагомість, а з метою їх удосконалення вартими уваги є запровадження засобів ІКТ і КОЗН.

З урахуванням зазначеного ми віднесли до достатньо забезпечених педагогічних ЗВО ЦДПУ ім. В. Винниченка, ПНПУ ім. В. Г. Короленка, СумДПУ ім. А. С. Макаренка, які мають багатолітню історію підготовки висококваліфікованих учителів фізики. Ми не брали до уваги НПУ ім. М. П. Драгоманова, бо цей ЗВО є столичним і вважаємо, що його методичне, матеріально-технічне та організаційно-педагогічне і кадрове забезпечення має свої переваги, а відтак цей педагогічний заклад виступає орієнтиром для інших, включаючи розробку власних програм та створення сприятливих умов для їх успішної реалізації на основі самостійної ПДС.

Отже, аналіз змісту навчальних програм курсу загальної фізики у виокремлених навчальних закладах, надав можливість зробити висновок, що запровадження кредитної трансферно-накопичувальної системи організації освітнього процесу з фізики передбачає посилення ролі і значущості самостійної роботи студентів, поєднуючи її з широким запровадженням засобів ІКТ. За цих умов потребує подальшого розвитку експериментальна складова

фундаментальної фізичної підготовки майбутніх фахівців з напрямку «Фізика», що реалізується у фізичному практикумі.

Відтак, актуальним є подальший розвиток фізичного практикуму, а освітній процес у ЗВО має будуватися на особистісно орієнтованому та компетентісному підходах до його організації з вираженими тенденціями постійного розвитку навчальних досягнень студента як майбутньої високопрофесійної особистості та фахівця в галузі фізики. При цьому фізичний практикум має постійно розвиватися сучасними новими технологічними рішеннями, що одночасно досягається запровадженням КОЗН, що формують і розвивають самостійну (індивідуальну) ПДС.

До того ж, реалізація експериментальної складової підготовки фахівця з напрямку «Фізика» ставить проблему розширення навчальних експериментів і ширшого впровадження ІКТ та поєднання їх із наявними лабораторними установками й урізноманітнення можливості створення сучасного навчального обладнання, а також розробки такої методики виконання фізичного практикуму, яка передбачає активізацію індивідуальної ПДС, врахування можливостей особистості студента в само організованій цілеспрямованій його навчальній діяльності, виокремлення власної траєкторії навчання.

1.3. Особливості пізнавально-пошукової діяльності студентів з фізики у комп'ютерно-орієнтованому навчальному середовищі

В сучасних умовах інформатизації освіти загалом і, зокрема в педагогічних ЗВО, виокремлюється як уособлена проблема розробки базових положень для створення на їх основі відповідних навчальних середовищ, що відповідають домінуючій парадигмі освіти і, безперечно, враховують психолого-педагогічні особливості організації освітнього процесу у конкретному ЗВО. За цих умов звертають увагу на навчальну ПДС та взаємообумовленість діяльності викладачів і студентів у цих середовищах з урахуванням специфіки навчальних предметів.

Аналіз першоджерел переконує, що проблемі запровадження і реалізації ІКТ у навчанні фізики присвячена достатня кількість досліджень та науково-методичних праць, де висвітлюються різні напрямки вдосконалення освітнього процесу, наприклад: активізація пізнавальної діяльності та розвиток творчих здібностей учнів і студентів засобами ІКТ у навчанні фізики (В. Е. Краснопольський [101]; А. М. Сільвейстр [150]; В. І. Сумський [158]; І. О. Теплицький [161]), організація навчальної діяльності студентів у комп'ютерно-орієнтованому навчальному середовищі та проектування інформаційно-освітнього середовища (С. П. Величко [25; 26; 28], Ю. О. Жук [70-73], О. В. Задорожна [79; 80], О. І. Іваницький [85-87]); формування інформатичної компетентності на уроках фізики (Н. В. Баловсяк [11], О. П. Пінчук [133; 134], В. Д. Шарко [167; 168]); використання інформаційних технологій у системі навчального експерименту (С. П. Величко [25; 37], Ю. О. Жук [76], В. О. Ізвозчиков [84], С. Г. Литвинова [112-114], Л. М. Наконечна [125], І. В. Сальник [144], Н. Л. Сосницька [154; 155] та ін.).

Психолого-педагогічні проблеми навчання у комп'ютерно-орієнтованому середовищі висвітлювалися в працях Ю. Д. Бабаєвої [10], О. Є. Войскунського [43], П. Л. Гальперіна [51], В. П. Зінченко [83], О. М. Леонт'єва [111], Ю. І. Машбиця [127], Н. Ф. Тализіної [160] та ін.

Таким чином, позитивний результат, що пов'язаний з запровадженням засобів ІКТ і комп'ютерної техніки у освітньому процесі з фізики у закладах як ЗЗСО, так й ЗВО, став загальноновизнаним, позитивним аспектом запровадження засобів НІТН, хмароорієнтованих технологій, включаючи і STEM-освіту, що успішно розвиваються, вирішуючи різні проблеми у навчанні і вихованні.

Однак, як справедливо констатує Ю. О. Жук, думку якого ми поділяємо, для лівової долі цих публікацій характерними залишаються лише висловлені авторські ідеї і бажання, а характерним «для більшості з них є певна декларативність, яка, у кращому випадку, підтверджена бажанням авторів

застосовувати зазначені технології у дедалі новіших галузях діяльності, у тому числі навчальній» [97, с.40].

На нашу думку, тут Ю. О. Жук має рацію, бо як він досить переконливо далі пояснює свою позицію про некоректність акцентування уваги на традиційні посилення на основі результатів психолого-педагогічних досліджень, пов'язано і обумовлено тим, що такі дослідження та частина їх результатів щодо впливу на особисті якості людини засобів ІКТ були одержані значно раніше, ще до появи цих засобів і, відповідно, до широкого їх упровадження в освітній процес взагалі. Особливо це твердження актуалізується зараз, коли апаратно-програмні засоби ІКТ удосконалюються значно швидше, ніж психолого-педагогічні дослідження стосовно їхнього впливу на процеси навчання і виховання суб'єктів у цьому процесі. Отже, з'ясування впливу засобів ІКТ та особливостей їх використання в освітньому процесі варто оцінювати за динамікою психічного розвитку суб'єктів, а також за наслідками досягнення цими суб'єктами кінцевих результатів у вирішенні навчальних цілей та у визначенні рівня сформованих компетенцій.

За цих обставин маємо підкреслити, що навчальна діяльність студента з використанням засобів ІКТ обов'язково пов'язана із самостійною роботою, тобто з індивідуальною роботою окремо взятого кожного студента, який управляє за допомогою ППЗ комп'ютером – КОЗН чи КОСН, що дозволяє сприймати з екрана персонального комп'ютера зорову інформацію, особливості опрацювання (розуміння й усвідомлення) якої залежить від стадії розвитку особистості суб'єкта навчання, при якій усі ці процеси включаються в його життєвий цикл. При цьому смислове розуміння «екранної інформації» обумовлене включенням цієї інформації до активної діяльності суб'єкта навчання у зв'язку з управлінням КОЗН. Тут виникає, як проблемне, ще одне запитання, яке пов'язане із впливом психічних якостей особистості суб'єкта на наслідки запровадження КОЗН у навчання у зв'язку із залежністю результатів навчальної діяльності від швидкості та правильності виконання дій щодо управління засобами ІКТ, але ця проблема залишається не дослідженою.

Одночасно наголосимо, що вивчення особливостей навчання у комп'ютерно-орієнтованому середовищі пов'язане з тим, що запровадження НІТН в освіті трансформує не лише окремі дії, але й впливає на діяльність людини в цілому, внаслідок чого ця діяльність опосередковується новими знаковими системами та засобами, які вимагають від суб'єкта навчання додаткових психічних зусиль, а від викладача – використання нових методів та прийомів у освітньому процесі.

Маємо зазначити ту обставину, що студент, працюючи із КОЗН у процесі навчання фізики, може виявити і констатувати певні зміни у передачі знань, коли виявляються специфічні закономірності у навчанні, які не завжди і не повною мірою відповідають загальнодидактичним принципам. Тобто виникає проблема формулювання специфічних принципів навчання, що проявляються саме у комп'ютерно-орієнтованому навчальному середовищі.

Зокрема, Н. В. Апатова у комп'ютерному навчанні виділяє такі дидактичні принципи, як індивідуалізація, активність, когнітивна комунікація [6]; А. Ф. Верлань та Н. І. Тверезовська доводять, що комп'ютер у навчанні дозволяє врахувати не лише вікові особливості, а й індивідуально-суб'єктивні характеристики суб'єкта навчання, дає можливість організувати і реалізувати зворотний зв'язок, обрати індивідуальний темп навчання та його спрямованість, враховувати відповідну педагогічну ситуацію [41].

Важливим у працях науковців виокремлюється принцип адаптивності, який передбачає організацію навчання з урахуванням індивідуальних потреб суб'єкта і реалізується через різні засоби унаочнення у вигляді рівнів диференціації навчального матеріалу за складністю, обсягом і змістом [139]. При цьому важливо визначити початковий рівень обсягу та глибини знань, сформованості вмінь, стійкості навичок, що відбиває суть принципу індивідуалізації, яка реалізується через вимогу адаптивності [117, с.74], [118].

Для психолого-педагогічного розкриття поняття адаптації важливими є особистісно орієнтований та діяльнісний підходи, які слугують методологічною основою профільного навчання. Особливості цих підходів висвітлено у працях

Л. С. Виготського [46], О. М. Леонтьєва [108; 110; 111], С. Л. Рубінштейна [140; 141] та інших, де основним висновком є твердження: особистість є суб'єктом діяльності; суб'єкт формується у процесі діяльності та спілкування. Відповідно для підвищення рівнів навчальних досягнень студентів необхідно залучати їх до дії, тобто треба розвивати ПДС.

Зазначені аспекти складають основу у створенні комп'ютерно-орієнтованого навчального середовища з фізики, завдяки якій формується світогляд та основні риси розвитку особистості суб'єкта навчання.

У ході побудови освітнього процесу на основі засобів ІКТ і КОЗН конкретизується і характер професійних інтересів, які набуває суб'єкт навчання. Це приводить до поглибленого вивчення навчальних предметів за обраним напрямом і відповідною галуззю діяльності й до одночасного усвідомлення своєї готовності (чи неготовності) до даного виду діяльності.

Отже, методика навчання фізики у комп'ютерно-орієнтованому середовищі може бути обґрунтованою, якщо вона враховує принципи інтерактивності, індивідуалізації, адаптації до можливих змін і взаємодій з кожним окремо взятим суб'єктом, коли ця система навчання є динамічною і здатною створити умови для ефективної самостійної роботи кожного студента.

Враховуючи, що у своєму дослідженні ми робили спробу розв'язати проблеми, пов'язані з підготовкою майбутніх учителів фізики у педагогічних ЗВО, детальніше розглянемо проблему, яка впливає із використання інформаційних і телекомунікаційних технологій, що якісно змінює роль викладача у цьому процесі. Традиційно викладач веде із студентом постійний діалог, внаслідок чого інформація перетворюється на знання, а знання – на засоби розв'язування навчальних вправ, задач і завдань. Використовуючи КОЗН, викладач створює разом із студентом нове комп'ютерно-орієнтоване навчальне середовище й існує та діє в ньому, впливаючи на розвиток і збагачення як середовища, так і студента. При цьому змінюється механізм динамічного розподілу функцій управління процесом навчання між викладачем і студентом: студент, працюючи із КОЗН, стає активнішим, перебирає окремі

функції на себе. Тому проявляється інтерактивність комп'ютерно-орієнтованого навчального простору і його дієвість, а також принцип індивідуальної освітньої траєкторії студента у цьому просторі, що дає свої результати і досить переконливо доводиться й іншими дослідниками [65; 145].

Додамо до зазначеного і той факт, який ми мали можливість виокремити у розділі 1 (п.п. 1.1.2), про активізацію ПДС, яка проявляється під час переходу до вищого рівня активності й у навчанні трансформується у творчо-дослідницьку, що стимулюється пізнавальним інтересом і відбувається внаслідок використання нових методів, прийомів та засобів навчання. Отже, у розвитку ПДС важливу роль відіграють пізнавальні потреби, мотивація і пізнавальний інтерес [88; 179; 180], а запровадження ІКТ дозволяє зробити процес навчання фізики гнучким, індивідуалізованим і надає змогу студентам використовувати глобальні ресурси, спілкуватись та обмінюватись досвідом з іншими студентами, зі студентами з інших міст, країн тощо [67; 69; 124; 127]. Зазначене однаковою мірою стосується і змістової компоненти у навчанні фізики, і процесуальної складової цього процесу, а значить є вагомим для формування і фахових, і професійних компетенцій майбутнього вчителя фізики.

Узагальнюючи результати аналізу цього напрямку з погляду дидактики, маємо дійти до однозначного висновку про доцільність у розвитку пізнавального інтересу студентів до фізики через залучення до експериментаторської діяльності з використанням як реальних дослідів, так і віртуальних, що можливі за рахунок використання ІКТ. Зазначене доводить, що до методичної системи розвитку ПДС з квантової фізики в ЗВО має бути включена така система виконання фізичного практикуму з квантової фізики, яка інтегрує реальну та віртуальну складові у сучасному полікомпонентному навчальному середовищі з метою активізації ПДС та розвиває і самостійну діяльність студента, і його особистісні характеристики та формує компетенції фахового і професійного спрямування.

Отже, сучасна методика навчання фізики, яка охоплює і методику вивчення розділу «Квантова фізика», повинна враховувати наявність в

освітньому процесі двох складників – віртуального та реального – і використовувати їх інтегровано у процесі навчання. Враховуючи дидактичні аспекти навчання розділу «Квантова фізика», що є завершальним розділом з курсу загальної фізики у формуванні фахової фізичної компетенції, маємо цілеспрямовано акцентувати увагу на тому, що провідне місце у процесі розвитку та активізації ПДС з фізики треба відводити навчальному фізичному практикуму як невід’ємній складовій методики навчання загального курсу фізики. Зазначене вимагає з’ясувати роль та особливості запровадження засобів ІКТ та КОЗН у ході: а) *підготовчої самостійної діяльності студентів* до такої форми занять; б) *безпосередньо у ході виконання запланованих навчальних досліджень*, що складають перелік лабораторних досліджень, котрі виконуються студентами індивідуально, а також серії подібних дослідницьких завдань, які у сучасній практиці запроваджуються у вигляді ІНЗ і НП, що можуть бути представленими у вигляді теоретичного, практичного, експериментального чи методичного завдань, але вимагають від студента дослідницької діяльності; в) *на завершальному етапі експериментаторської діяльності*, коли студент підводить підсумок дослідницькій роботі і робить узагальнення, формулює висновки, змушений поєднувати результати навчального пошуку на основі інтеграції віртуального і реального складника.

Маємо наголосити, що нині характерною ознакою і суттєвим результатом інформатизації освітнього процесу, і зокрема з курсу фізики (особливо для квантової фізики) є той факт, що ПДС може реалізовуватися і розгортатися в різних типах навчальних середовищ, серед яких:

– *предметно-просторове навчальне середовище*, яке розуміють як таке навчальне середовище, в якому учень чи студент виконує навчальне дослідження, безпосередньо оперуючи матеріальними предметами, котрі необхідні для виконання лабораторної роботи (чи ІНЗ або НП) «і які знаходяться у середовищі, склад і структура якого може бути перетворена безпосередньо суб’єктом діяльності без використання проміжних агентів» [63, с.78-79]. Тобто у предметно-просторовому навчальному середовищі дослідник

оперує з матеріальними приладами і обладнанням фізичної реальності, що отримали назву «традиційних» засобів навчання, і при цьому самостійно визначає логіку власних дій із предметами, враховуючи специфіку способів дій та призначення цього предмета;

– *інформаційно-комунікативне навчальне середовище*, у якому основною навчальною діяльністю суб'єкта навчання є діяльність в інформативно-комунікативному просторі, в якому забезпечуються можливості реалізовувати навчальні дослідження у «віртуальному просторі». Прикладом інфокомунікативного навчального середовища є ППЗ «Віртуальна фізична лабораторія з вивчення властивостей рідких кристалів», розроблена в Науковому центрі розробки засобів навчання (з 2018 року «Лабораторія комп'ютерно орієнтованих засобів навчання» Інституту ІТЗН НАПН України), який створений й успішно працює з 2000 року при кафедрі фізики Центральноукраїнського (Кіровоградського) державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка [63, с.79];

– під час переходу від предметно-просторового до інформаційно-комунікативного навчального середовища має місце і здійснюється: «зміна характеристик навчального середовища, розширення «поля» діяльності суб'єкта навчання, зміна характеристик навчальної діяльності, зміна способів поводження суб'єкта навчання, модифікація системи навчальних цілей, модифікація методики навчання» [63, с.80-81], що отримало назву *предметно-інформаційне навчальне середовище* й практично виконує функцію інтеграції «традиційних» («стандартних») підходів до виконання навчальних дослідницьких завдань в інфокомунікативному навчальному середовищі.

За таких сучасних умов внаслідок інформатизації освіти змінюються не лише окремі складові навчального середовища, а й його структура та освітній процес, який реалізується у такому навчальному середовищі. Особливої зміни зазнає навчання предметів природничо-математичного циклу, що обумовлено особливостями реалізації СІТН у ході продуктивної діяльності в умовах технологічного й інформаційного суспільства.

По-перше, у міру того, як ускладнюється структура навчального середовища через технологічні інновації за рахунок обладнання для виконання навчальних досліджень і лабораторних робіт, запровадження засобів ІКТ під час самостійної ПДС ускладнює систему дій, яку опановує експериментатор (дослідник) для реалізації продуктивної навчальної діяльності.

За цих умов у полікомпонентному навчальному середовищі у процесі виконання лабораторних робіт фізичного практикуму, зокрема і з розділу «Квантова фізика», структура самостійної (індивідуальної) дослідницької діяльності може бути представленою схематично у вигляді, що відображений на рис. Б.1.1 (додатку Б.1) у предметно-просторовому навчальному середовищі, а у випадку, коли навчальне середовище виражатиме повністю характеристики інформаційно-комунікативного навчального середовища, експериментальна діяльність та організація самостійних навчальних досліджень студента зміниться і відповідатиме схемі Б.1.2 (додатку Б.1).

По-друге, до особливостей навчальної дослідницької діяльності студента з використанням засобів ІКТ додаються два аспекти, які пов'язані з тим, що замість обладнання і реальних приладів використовуються КОЗН і студент у ході експериментаторської такої діяльності має додатково опанувати: а) *сервісними можливостями засобу ІКТ*, що достатньо відбиває схема на рис. Б.2.1 (додаток Б.2), та репрезентує на екрані комп'ютера математичні моделі фізичних процесів з можливістю зміни: математичної моделі; параметрів математичної моделі; математичної операції; області визначення функції; б) для опрацювання результатів навчального експерименту, внаслідок чого структура діяльності реалізується за схемою на рис.Б.2.2 (додатку Б.2).

Таким чином, у загальному випадку, на відміну від традиційної методики виконання фізичного практикуму (додаток Б.2, рис. Б.2.3), студент виконує лабораторні роботи, ІНЗ та НП і роботи фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика» з використанням КОЗН так, що основні етапи його самостійної дослідницької діяльності відповідають схемі на рис.1.4.

При цьому запровадження засобу ІКТ дає можливість суттєво розширити і значною мірою розвивати експериментаторську діяльність студента і дає підстави доведення НПД до якісно вищого ступеня застосування КОЗН у вивченні квантової фізики. Коли ж запровадження КОЗН відповідає вимогам для досягнення власних цілей у пошуково-дослідницькій діяльності суб'єкта, то в умовах інформаційно-комунікативного навчального середовища реалізація засобу ІКТ у ході виконання лабораторної роботи чи роботи фізичного практикуму сприятиме формуванню творчої особистості [63, с.69-76].



Рис. 1.4. Етапи діяльності студента під час самостійного виконання роботи фізичного практикуму з використанням КОЗН (адаптовано з [97])

Розуміючи, що ми окреслили далеко не всі питання, які впливають із аналізу проблеми запровадження засобів ІКТ в освітній процес з курсу загальної фізики, охоплюючи й розділ «Квантова фізика», і навчально-дослідницьку діяльність студентів у цьому процесі, але, враховуючи можливості нашого дослідження та обмеження, які визначені рамками завдань нашого дослідження, на основі одержаних результатів теоретичного аналізу науково-педагогічної проблеми, ми спробували виокремити основні засадничі положення, ідеї і перспективні напрямки, що мають сприяти вирішенню проблеми подальшого розвитку ПДС з курсу фізики, і зокрема індивідуальної дослідницької діяльності кожного студента з розділу «Квантова фізика» у фізичному практикумі, у виконанні ІНЗ та НП з названого розділу.

1.4. Засадничі положення проектування індивідуальної навчальної діяльності студентів у фізичному практикумі з квантової фізики

Виконаний нами науково-теоретичний аналіз можливостей забезпечення активної індивідуальної ПДС у навчанні фізики, і зокрема у вивченні розділу «Квантова фізика», що базується на обов'язковості виконання студентами фізичного практикуму, дає можливість з'ясувати чинники (мотиваційний, змістово-операційний та емоційно-вольовий), які обумовлюють різні рівні навчальної активності студента, без розвитку яких неможливий подальший розвиток як особистості студента, так і його активності та якісної його майбутньої високоефективної професійної діяльності.

За результатами нашого аналізу виокремлені й обґрунтовані критерії рівнів активності, які дають можливість виявити ступінь активності пізнання студента через рівень розвитку відповідних компонентів структури ПДС. Виокремлені критерії дають можливість побудувати методичну систему активізації і розвитку ПДС засобами ІКТ як у процесі навчання курсу фізики (зокрема і розділу «Квантова фізика»), так і під час виконання студентами обов'язкового навчального фізичного практикуму та системи розроблених нових ІНЗ та НП. Це зумовило виділення та виокремлення низки науково-

методичних завдань, що потребують розв'язання. Зокрема, враховуючи, що успішність і якість навчання перебувають у прямій залежності з характером ПДС, слід: 1 - *встановити*, як практично реалізуються закономірності розумового розвитку та активності суб'єкта навчальної діяльності під час організації його індивідуальної пізнавальної діяльності; 2 - *виявити* особливості освітнього процесу з фізики, котрі націлені на формування і сприяють розвитку активності студентів у навчанні фізики; 3 - *виокремити* методологічні підходи до активізації ПДС та організації навчання фізики, які є найбільш ефективними в сучасних умовах; 4 - *визначити* сучасні засоби навчання, котрі є оптимальними і ефективними у процесі активізації ПДС.

Пізнавальній діяльності студента притаманні дві головні характеристики: 1- ставлення студента до об'єкта пізнання, що представляє предметний зміст у навчанні; 2 – ставлення студента, як суб'єкта навчання, до однокурсників та педагогів, разом з якими він здійснює пізнавальну діяльність.

Отже, активізуючи ПДС, викладач повинен будувати зміст навчальної діяльності студентів з урахуванням навчальних планів і програм, а також створювати та забезпечувати відповідні форми спільної взаємодії зі студентським колективом, добираючи певні педагогічні технології, котрі формують, а потім активізують і розвивають ПДС.

Активізація індивідуальної навчальної діяльності студента з фізики з урахуванням особистісно-орієнтованого і діяльнісного підходу передбачає розвиток рівнів активності студента, а її розвиток засобами ІКТ і КОЗН може бути реалізованим через такі засадничі положення.

1. Урахування значущості дидактичних цілей у навчанні квантової фізики. Психолого-педагогічний аналіз свідчить, що формування особистості, і зокрема особистості студента, здійснюється внаслідок залучення його у такі види навчальної діяльності та активної взаємодії з навчальним середовищем, у якій він може свідомо досягати поставленої мети. Отже, основними видами індивідуальної ПДС, коли він уже обрав свій напрямок і спеціальність у ЗВО, є навчання та спілкування, а його активне самостійне регулювання цих видів

діяльності визначає динаміку інтелектуального та особистісного розвитку кожного з них. За цих обставин, дотримуючись такої ідеї і припущення, що активність особистості – це така її якість, яка обумовлена низкою особистісних процесів і станів, узагальнимо, що це вимагає створення у ЗВО відповідного сприятливого навчального середовища, котре активізуватиме ПДС, формуватиме вміння саморегуляції. Відтак, серед основних дидактичних цілей у вивченні загального курсу фізики виступають такі:

1.1 – розвиток структурних компонентів навчально-пізнавальної діяльності особистості обумовлюють пізнавальну активність студентів на всіх її рівнях, а до цих компонентів відносяться: мотивація, пізнавальний інтерес, націленість на пізнавальну діяльність, організованість та систематичність у пізнавальній діяльності, самооцінка та рефлексія, воля, здібності, емпіричний та теоретичний досвід, пам'ять тощо. Досягнення позитивних результатів на основі даного аспекту передбачає розв'язання низки питань, що стосуються розробки методів, прийомів і засобів стимулювання компонентів ПДС, які обумовлюють: активність студента у навчанні; формування позитивної мотивації до здійснення пізнавальної діяльності; виявлення та усвідомлення студентами власних здібностей; самостійне експериментування та проведення студентами різних видів навчального експерименту для набуття емпіричного досвіду; ознайомлення з науковими методами пізнання; організація індивідуальної пізнавальної діяльності; розвиток самооцінки та рефлексії діяльності тощо, які виступають основою для формування особистісної підструктури суб'єкта навчальної діяльності;

1.2 – формування умінь і навичок моделювання власної пізнавальної діяльності з фізики, що є характерним для такого педагогічного явища, яке проявляється і виокремлюється у процесі навчання курсу загальної фізики у вигляді виконання фізичного практикуму, який є обов'язковим, а будується на основі індивідуальної ПДС, доведеної до рівня дослідницької (творчого рівня), коли суб'єкт навчання усвідомлено відноситься до вивчення курсу загальної фізики як навчальної дисципліни, що тісно пов'язана з його майбутньою

професійною діяльністю і посідає досить вагоме місце та відіграє вирішальну роль у підготовці майбутнього вчителя фізики;

1.3 – формування умінь і навичок організації власної пізнавальної діяльності з фізики на основі психологічних закономірностей розвитку особистості, коли треба створити такі умови навчання, які мають бути аналогічними тим, у яких живе і працює майбутній фахівець. Тобто потрібно ознайомити студентів із елементами майбутньої педагогічної діяльності – метою, предметом, знаряддям, програмою дій, кінцевим продуктом, навчити моделювати окремі елементи діяльності та усю ПДС в цілому, включаючи і елементи дослідницької фахової і професійної педагогічної діяльності, забезпечити умови індивідуальної самостійної організації пізнавальної діяльності у ході виконання ІНЗ (теоретичного, практичного, експериментального та методичного), НП проектів і фізичного практикуму.

Педагогічна ефективність такої моделі залежить від можливостей кожного студента, оскільки одна частина студентів швидко досягає необхідного рівня активності в навчальній діяльності, а інша – повільно. Разом з тим, феномен «активність» є динамічною характеристикою і тому для її стійкості потрібні зовнішні дії – стимулювання (різноманітні форми, методи і відповідні засоби навчання), тоді як для іншої частини студентів сприятливими можуть бути однотипні форми пізнавальної діяльності. Тоді для створення сприятливих умов, що оптимально впливають на формування і розвиток індивідуального стилю діяльності студента, необхідно будувати процес навчання з урахуванням принципів індивідуалізації та диференціації;

1.4 – розвиток наукової пізнавальної діяльності, яка виступає важливою складовою навчання фізики і є одночасно показником як кількісних змін, так і якісних перетворень у процесі розвитку пізнавальної діяльності. Сутність цієї діяльності зводиться до того, щоб здійснити якісні зміни у розвитку особистості студента через його індивідуальну, власне усвідомлену пізнавальну діяльність. А це приводить до того, що систематичне вивчення фізики з використанням на кожному занятті нових навчальних засобів з експериментування, що сприяють

формуванню умінь і навичок виконання лабораторних досліджень у поєднанні із сучасними ІКТ, КОСН і КОЗН, а також постійне знайомство студентів із сучасними методами та методиками наукових досліджень, з особливостями організації і здійснення наукової діяльності та із сучасними тенденціями розвитку науки і техніки, – сприяє досягненню цієї мети.

Тому на завершальному етапі навчання фізики, зокрема розділу «Квантова фізика», студент повинен отримати конкретні результати в опануванні засобами ІКТ, що переходять у ранг засобів власної пізнавальної діяльності, які для нього є особистісно значущими. Наголосимо, що цілі пізнавальної діяльності повинні ставитися на кожному її етапі, але головною є лише одна, та із них, котра саме детермінує кінцевий результат у визначений термін навчання.

2. Різноманітна спрямованість засобів, які може використовувати студент для реалізації власної пізнавальної діяльності. Відомо, що досить високим проявом активності людини є її націленість на пізнавальну діяльність, тобто цілеспрямованість, яка, безумовно, тісно пов'язана з формулюванням цілі і реалізації її в процесі діяльності. При цьому мета досягається засобами, які можуть бути представлені сукупністю предметів, ідей, явищ та способів дій [61].

За умов, коли студент самостійно залучає у свою діяльність власні пізнавальні здібності та власний досвід, простежується значно вищий рівень активності. При цьому студент: а) має можливість обирати саме ті засоби для досягнення поставленої мети, якими він найкраще і свідомо володіє, та ті, що забезпечують йому максимальну самореалізацію; б) враховуючи природні здібності студента, слід допустити, що він може спробувати використати й інші засоби, котрими він раніше не користувався, але які будуть сприяти швидкому оволодінню новими засобами діяльності.

Отже, студенту у освітньому процесі з фізики й у фізичному практикумі слід надавати можливість вибору засобів для власної навчально-пошукової діяльності з метою реалізації навчальних цілей, наприклад, студент, який добре володіє мовами програмування, може використовувати комп'ютер для

створення віртуальної моделі фізичного явища чи процесу і виконати навчальне дослідження на основі цієї моделі, розв'язуючи проблему, сформульовану в ІНЗ, НІ чи в завданні до фізичного практикуму. Обмеження у виборі засобів, включаючи і КОЗН чи КОСН, за цих обставин, безперечно, гальмує розвиток активності пізнавальної діяльності й одночасно не дає можливості студентові повною мірою реалізувати власні можливості та особисті здібності.

Отже, реалізація другого засадничого положення у розробці методичної системи з метою активізації і розвитку ПДС з розділу «Квантова фізика» зводиться до надання вільного вибору студентові у доборі засобів активізації власної діяльності з урахуванням його здібностей та стимулювання його до опанування новими засобами активної діяльності, особливу увагу надаючи різним видам навчального фізичного експерименту, що практикуються у вивченні квантової фізики, а також його потенційним можливостям з активізації індивідуальної ПДС з фізики.

3. Запровадження завдань, що відбивають мотиваційну сферу студента, розв'язує протиріччя між потребою особистості в саморозвитку, самостановленні, самооцінці і самоконтролі власної ПДС як суб'єкта навчання та необхідністю цілеспрямованого управління цим процесом.

Розробка і запровадження відповідних завдань для реалізації цієї вимоги, що пов'язана з мотивацією студента, сприяє тому, що ці завдання стають суб'єктивно й особистісно сприйнятими та особистісно цінними для студента, вони не сприймаються як нав'язані ззовні. Відтак, в результаті їх розв'язання одночасно задовольняються потреби особистісного розвитку студента, розвивається його інтелект, бо передбачається одночасне використання нових знань, що уможливорює самореалізацію студента.

Тому ключовим моментом цього третього засадничого положення є виявлення основних потреб особистості студента, які виступають рушійними силами її розвитку і забезпечують їх реалізацію через змістове наповнення курсу фізики (наприклад, через ІНЗ різного типу) доступними для студента засобами, зокрема, КОЗН, внаслідок чого досягається основна мета.

4. Діагностика успішності пізнавальної діяльності студентів.

Моніторинг результатів навчальної діяльності студента забезпечується таким показником, як самооцінка, яка виступає внутрішнім чинником саморегуляції діяльності та поведінки, і є потужним чинником соціального розвитку особистості, який здійснює інтеграцію результатів пізнання самого себе.

В освітньому процесі має бути встановлено дієвий зворотний зв'язок у вигляді систематичного моніторингу чи діагностики результатів НПД студента. Студент повинен володіти інформацією про наслідки власних індивідуальних дій, бо саме вони є для нього показниками результату його пізнавальної діяльності. Розуміння й усвідомлення цих показників веде до коригування власної ПДС і досягнення поставлених цілей.

5. Реалізація суб'єктності педагогічної взаємодії викладача та студентів, що передбачає таку взаємодію, коли викладач і студент є партнерами з рівним статусом, мають однакові можливості для прояву і реалізації своєї індивідуальності. Зазначене положення сприяє вихованню у студента, як суб'єкта навчання, власної індивідуальної ПДС, її розвитку і розвитку його особистості, здатної до саморозвитку і самоосвіти.

Виокремлені засадничі положення уможливають розв'язання суперечностей між досягнутим рівнем активності ПДС та умовами, в яких реалізується освітній процес на етапі вивчення розділу «Квантова фізика». До цього маємо додати, що найбільш сприятливими формами навчання фізики для реалізації спілкування є групові, бо вони суттєво актуалізують значний обсяг навчальної інформації, активізують НПД студентів, включаючи студентів з низьким рівнем активності, сприяють створенню атмосфери зацікавленості, націлюють на продуктивну НПД, яка доводиться до рівня дослідницької.

Розглянуті засадничі положення активізації ПДС з фізики визначають риси сучасного соціокультурного середовища в освітньому процесі будь-якого вишу, яке не лише стимулює активність і самостійність студентів, а й забезпечує єдність їхнього інтелектуального та особистісного розвитку і, безперечно, суттєво впливає на кінцеві результати навчальних досягнень з квантової фізики,

як підсумкового розділу у вивченні загального курсу фізики, що досить помітно та впливово діє і сприяє формуванню фахових компетентностей майбутнього вчителя фізики (відбиваючи змістовий компонент навчання курсу загальної фізики), і позитивно розв'язує багато важливих проблем з методики навчання квантової фізики (вирішуючи проблеми процесуальної сторони навчання у ЗВО), які згодом випускник зможе розв'язувати однаково ефективно у процесі викладання шкільного курсу фізики у ЗЗСО.

Висновки до розділу 1

Науково-теоретичний аналіз стану досліджуваної проблеми розвитку ПДС у вивченні розділу «Квантова фізика» на основі фізичного практикуму з використанням КОЗН та генезис понятійно-категорійного апарату дослідження дозволяють виокремити такі суперечності: – значна частина студентів у педагогічних ЗВО має ще низький рівень самостійної навчально-пізнавальної активності; – існує невідповідність між змістовою і процесуальною компонентами в організації освітнього процесу з розділу «Квантова фізика», що породжує потребу перебудови процесу навчання на користь таких форм, методів і засобів навчання, які сприяють формуванню не лише фахових та професійних компетенцій, а й готовності до самоосвіти, саморозвитку; – розвиток індивідуальної ПДС вимагає поєднання цілеспрямованої навчальної діяльності із засобами ІКТ і створення на їх основі КОЗН, що здатні реалізувати особистісно-орієнтоване навчання на основі системно-структурного, компетентнісного та синергетичного підходів у розробці методичної системи навчання розділу «Квантова фізика» з метою розвитку ПДС на основі КОЗН.

1. Ретроспективний аналіз першоджерел з теми дослідження дозволив встановити, що проблема формування активної особистості відноситься до однієї з найбільш важливих і на сучасному етапі розвитку освіти в Україні вагомих й актуальних проблем. Зазначена проблема знаходиться у тісному взаємозв'язку із забезпеченням якісної і всебічної підготовки випускників у ЗЗСО та підготовкою фахівців у ЗВО з метою вирішення потреби ефективно

працювати або навчатися упродовж всього життя та формування у кожного з них готовності до постійного самовдосконалення, саморозвитку і самореалізації, а також формування особистості з активною життєвою позицією, з творчим мисленням, готового до ефективних дій заради суспільства.

Термін «активність» особистості у перекладі з латинського «*activus*» означає діяльний, енергійний, ініціативний і з погляду педагогіки трактується як: а) здатність особистості до свідомої трудової і соціальної діяльності; б) міра цілеспрямованого і планомірного перетворення навколишнього середовища і самої себе. Активність кожної особистості проявляється в її ініціативності, у діловитості та психологічній націленості на діяльність. З огляду діяльнісного підходу психологи за основу беруть активність і цим ототожнюють поняття «діяльність» та «активність».

2. Пропедевтичний аналіз дає підстави констатувати, що у педагогічній науці не встановлено чіткого і єдиного трактування феномена «діяльність», як і немає його остаточної структури. Найбільш повно феномен «діяльність» подається у філософському словнику як «суттєва визначеність способу буття людини в світі, здатність її вносити в дійсність зміни, опосередковані ідеальним» [163, с.146]. Зазначається, що історичною ознакою діяльності є **цілепокладання**, а основними її компонентами виступають такі обов'язкові складники, як: – *суб'єкт*, який перетворює і змінює предмет (об'єкт); – *засіб*, за допомогою якого відбувається зміна (здійснюється перетворення); – *предмет* (чи об'єкт), на що спрямована дія суб'єкта (діяльність); – *результат* діяльності. За цих обставин виокремлюються *два такі важливі моменти*: а) *суб'єктом діяльності* може виступати не окрема особа, а індивід, що представлений як невід'ємна складова суспільства; б) *мету маємо розуміти* не як індивідуальне, а як *суспільно-історичне явище*.

3. З'ясування сутності пізнавальної діяльності дозволило виявити низку чинників, які спроможні активізувати пізнавальну діяльність студента: *мотиваційний; змістово-операційний; емоційно-вольовий*, кожний з яких може

бути представлений серією параметрів, що дають можливість кількісно оцінити рівні ПДС у навчанні фізики в педагогічному ЗВО.

Подібно тому, як у процесі пізнання розвивається пізнавальна діяльність дослідника, аналогічно можна стверджувати і про розвиток навчальної діяльності студента, коли вивчення квантової фізики будується на основі фізичного практикуму, що виконується в умовах полікомпонентного навчального середовища завдяки використанню КОЗН. Тоді навчальна діяльність у своєму розвитку почергово переходить на вищий рівень, досягаючи дослідницької діяльності. Такий характер розвитку самостійної ПДС пов'язаний не лише із формуванням фахових і професійних компетентностей майбутнього вчителя фізики, а головне – із розвитком його особистості.

За цих умов засоби ІКТ і КОЗН у освітньому процесі ЗВО виступають як прогресивний напрям і є виправданим підходом, що може оцінюватися як перспективна перевага у порівнянні з традиційними технологіями в організації самостійної роботи студентів і розвитку ПДС з квантової фізики.

4. Аналіз змісту навчальних програм з курсу загальної фізики, і зокрема розділу «Квантова фізика», дає можливість узагальнити, що кредитна трансферно-накопичувальна система організації процесу навчання передбачає суттєве посилення ролі значущості самостійної роботи студентів, поєднуючи її з широким запровадженням засобів ІКТ і створеними на їх основі КОЗН.

За цих умов значного розвитку зазнає експериментальна складова фундаментальної фізичної підготовки майбутнього фахівця з напрямку «Фізика» у ході фізичного практикуму. Відтак, виправданим є подальший розвиток фізичного практикуму та методики його виконання з розділу «Квантова фізика» на основі КОЗН, бо освітній процес при цьому будується на особистісно-орієнтованому, компетентнісному та системно-структурному підходах до його організації з вираженими тенденціями постійного розвитку навчальних досягнень студента як майбутньої високопрофесійної особистості вчителя фізики, оскільки КОЗН спрямовано формує і розвиває самостійну ПДС,

доводячи її до творчої дослідницької внаслідок реалізації у цьому і синергетичного підходу організації цього процесу.

При цьому реалізація експериментаторської складової підготовки вчителя фізики ставить проблему розширення навчальних експериментів з квантової фізики в умовах широкого впровадження ІКТ, НІТН і СОТН та поєднання їх із наявними лабораторними установками й створення комп'ютеризованого обладнання для розробки методики виконання експериментальних завдань та фізичного практикуму, яка передбачає активізацію і розвиток ПДС, ураховує можливості кожного студента в самоорганізаційній, цілеспрямованій навчальній діяльності й визначення власної траєкторії навчання.

5. Сучасна методика навчання розділу «Квантова фізика», що побудована на основі запровадження засобів ІКТ і КОЗН у ході виконання в полікомпонентному навчальному середовищі експериментальних завдань практикуму та ІНЗ і НП різновекторного професійного спрямування (ІНТЗ, ІНЕЗ, ІНДЗ, ІНМЗ), повинна враховувати наявність в освітньому процесі двох складників (віртуального і реального) і використовувати їх інтегровано. Ця обставина вимагає з'ясування ролі та особливостей запровадження засобів ІКТ і КОЗН у ході виконання дослідницького завдання: *на етапі підготовчої самостійної діяльності* до такого заняття; *на етапі безпосереднього виконання окреслених навчальних досліджень*, що складають перелік лабораторних робіт та серію дослідницьких завдань і вимагають від студента саме дослідницької діяльності, наближеної до творчої; *на завершальному етапі дослідницької діяльності*, коли студент підводить підсумки і робить узагальнення, формулює висновки і інтегрує результати своїх пошуків на основі інтеграції реального і віртуального складника у ході оцінки кінцевого продукту.

В умовах сучасного ЗВО фізичний практикум з розділу «Квантова фізика» виконується студентами на основі індивідуальної НПД, може реалізовуватися в різних типах навчальних середовищ, серед яких виділяються: *предметно-просторове навчальне середовище; інформаційно-комунікативне навчальне середовище; предметно-інформаційне навчальне середовище.*

Таким чином, на відміну від традиційної методики студент, виконуючи роботи практикуму з квантової фізики із запровадженням КОЗН, поліпшує інформативну компетентність, розвиває експериментаторську свою діяльність, а запроваджені КОЗН підносять ПДС на якісно вищий рівень.

6. Визначені основні засадничі положення розвитку та активізації ПДС з квантової фізики окреслюють тенденції сучасного соціокультурного навчального середовища, котре одночасно і стимулює активність, і розвиває в освітньому процесі ПДС з фізики та забезпечує єдність інтелектуального й особистісного розвитку майбутнього вчителя фізики. До цих положень відносяться: урахування значущості дидактичних цілей навчання квантової фізики; різновекторна спрямованість засобів, які студент може використовувати для реалізації власної пізнавальної діяльності; запровадження індивідуальних завдань різного типу (теоретичного, практичного, експериментального та методичного характеру) професійної спрямованості, що відбивають мотиваційну сферу студента; моніторинг і постійна діагностика успішності пізнавальної діяльності студента; реалізація суб'єктності педагогічної взаємодії викладача і студента.

Аналітичний матеріал та наукові пошуки у вирішенні досліджуваної проблеми у розділі 1 опубліковані у [26; 39; 170; 171; 172; 173; 174; 175; 205; 206; 209].

Список використаних джерел до розділу 1

1. Абульханова-Славская К.А. Деятельность и психология личности. Москва: Наука, 1980. 335 с.
2. Алексюк А.М. Педагогіка вищої освіти України. Історія. Теорія: [підруч. для студ., аспір. та молодих викл. вищ. навч. закл.]. Київ: Либідь, 1998. 555 с.
3. Алешкевич В.А. Курс общей физики. Оптика. Москва: Физматлит, 2011. 320 с.

4. Амонашвили Ш.А. Личностно-гуманная основа педагогического процесса. Минск: Университетское, 1990. 559 с.
5. Анисимова О.И. Некоторые аспекты и особенности научно-исследовательской деятельности как образовательной технологии. *Отечество*. 2001. № 7. С. 12-18.
6. Апатова Н. В. Влияние информационных технологий на содержание и методы обучения в средней школе : автореф. дис. на соиск. ученой степени д-ра пед. наук: спец. 13.00.02 Теория и методика обучения и воспитания. Москва, 1994. 37 с.
7. Асмолов А.Г. Психология личности: Учебник. Москва: Изд-во МГУ, 1990. 367 с.
8. Атаманчук П. С. Інноваційні технології управління навчанням фізики. Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет, 1999. 174 с.
9. Атанов Г.А. Возрождение дидактики – залог развития высшей школы. Донецк: ДОУ, 2003. 180 с.
10. Бабаева Ю.Д. Одаренные дети и компьютеры. *Сборник тезисов Второй Российской конференции по экологической психологии*. Москва: Экопсицентр РОСС, 2000. С. 246-248.
11. Баловсяк Н.В. Інформаційна компетентність фахівця. *Педагогіка і психологія професійної освіти*. 2004. № 5. С. 21-28.
12. Белявский И.Г. Психология личности. Ростов-на-Дону: Знание, 1975. 414 с.
13. Биков В.Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти: [монографія]. Інститут інформаційних технологій і засобів навчання АПН України. Київ: Атіка, 2008. 684 с.
14. Биков В.Ю. Теоретико-методологічні засади моделювання навчального середовища педагогічних систем відкритої освіти. *Наукові записки*. Серія: Педагогічні науки: зб. наук. пр. КДПУ ім. В. Винниченка. Кіровоград, 2008. Вип. 77, ч. 1. С. 3-12.

15. Білий М.С. Методика викладання фізики в VI–VII класах. Київ: Радянська школа, 1971. 256 с.
16. Богданов І.Т. Теоретичні і методичні засади формування фізико-технічних знань у процесі фахової підготовки майбутніх учителів фізики: дис. ... доктора пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання. Київ, 2010. 470 с.
17. Брушлинский А. В. Психология мышления и проблемное обучение. Москва: Знание, 1983. 296 с.
18. Бугайов О.І. Вивчення атомної та ядерної фізики в школі : посіб. для вчителів. Київ: Радянська школа, 1982. 158 с. : іл. – Бібліогр.: с.155–156.
19. Бугайов О. І., Головка М. В., Коваль В. С. Деякі концептуальні положення розробки засобів комп'ютерної підтримки навчання фізики. *Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка*. Серія: Педагогічні науки. Вип. 30. Чернігів: КП Видавництво Чернігівські береги 2005. С.36-39.
20. Бугайов О. І., Величко С. П. Короткий нарис розвитку шкільного фізичного експерименту в Україні. *Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету* : зб. наук. пр. Рівне, 1999. Вип. 1. С. 4-15.
21. Бузько В. Л. Наступність у формуванні пізнавального інтересу до фізики учнів початкової та основної школи: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Кіровоград, 2014. 20 с.
22. Бушок Г. Ф., Венгер Е. Ф. Методика преподавания общей физики в высшей школе. Київ: ДП Такі справи, 2000. 415 с.
23. Великий тлумачний словник сучасної української мови. За ред. В. Т. Бусел. Київ: Ірпінь, ВТФ Перун, 2005. 1728 с.
24. Величко С. П., Костенко Л. Д. Вивчення основ квантової фізики: навч. посіб. [для студ. вищих навч. закл.]. Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2002. 274 с.

25. Величко С. П., Неліпович В. В. Вивчення фізичних властивостей рідких кристалів у середній загальноосвітній школі: посібник [для вчителів]. 2-е вид. доповнене. Кіровоград: ПП Ексклюзив-Систем, 2015. 232 с.

26. Величко С.П., Шульга С.В. Комп'ютерно орієнтовані засоби підтримки самостійної діяльності студентів у навчанні квантової фізики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. Том 65, №3. 2018. С.103-114.

27. Величко С. П., Царенко І.Л. Лабораторний практикум з безпеки життєдіяльності: навч. пос. Київ : ВД Професіонал, 2008. 192 с.

28. Величко С. П., Соменко Д. В., Слободяник О. В. Лабораторний практикум зі спецкурсу ЕОТ у навчально-виховному процесі з фізики: посібник [для студентів фізико-математичного факультету]; за ред. С. П. Величка. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2013. 192 с.

29. Величко С. П., Ковальов І. З. Лазер у шкільному курсі фізики. Київ: Рад. шк., 1989. 143 с.

30. Величко С. П., Царенко І. Л., Царенко О. М. Методика викладання безпеки життєдіяльності [навчальний посібник]. Київ: КНТ, 2008. 318 с.

31. Величко С. П., Вовкотруб В. П., Слободяник О. В. Лабораторні роботи з шкільного курсу фізики та методики її викладання: [Метод. рек. для студ., вчит. і викл. фізики]. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2010. 38 с.

32. Величко С. П., Ковальов С. Г. Науково-теоретичні засади створення інтегрованого комплексу для запровадження спектрального аналізу у навчальні фізики у вищих навчальних закладах. *Інновації в навчанні фізики*. Серія педагогічна: [зб. наук. пр.]. Вип. 18. Кам'янець-Подільський: КПНУ, 2012. С. 158-160.

33. Величко С. П. Підготовка сучасного вчителя до ефективного викладання фізики. *Зб. наук. праць Кам'янець-Подільського держ. ун-ту ім. І. Огієнка*: Серія педагогічна. Вип.9. Кам'янець-Подільський: К-ПНУ, 2003. С. 90-93.

34. Величко С. П., Слободяник О. В. Програмні засоби математичної підтримки під час вивчення загального курсу фізики. *Фізика та астрономія в сучасній школі: науково-методичний журнал*. 2012. № 3 (98) С. 36-39.

35. Величко С. П., Ковальов С. Г. Реалізація засобів ІКТ у створенні сучасного спектрального обладнання з фізики. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету*. Ч. 3. Умань: ПП Жовтий О.О., 2011. С. 30-37.

36. Величко С. П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики у середній школі : монографія. Кіровоград, 1998. 308 с.

37. Величко С. П., Величко Л. П. Розвиток фізичного експерименту засобами комп'ютерних технологій. *Зб. наук. праць Кам'янець-Подільського держ. ун-ту*: Серія педагогічна. К-Подільський: ІВВ, 2004. Вип. 10. С. 144-147.

38. Величко С. П., Слободяник О. В., Ткаченко А.В. Розв'язування індивідуальних експериментальних завдань засобами ІКТ. *Наукові записки*. Серія: педагогічні науки. Кіровоград, 2012. Вип. 108. С. 172-176.

39. Величко С. П., Соменко Д.В., Шульга С.В. Удосконалення фізичного практикуму з квантової фізики комп'ютерно-орієнтованими засобами навчання. *Матеріали міжнародної науково-методичної конференції Проблеми математичної освіти. ПМО – 2019*. Черкаси, Україна, 11-12 квітня 2019 року. Черкаси: Вид. ФОП Гордієнко Є.І., 2019. С.199-200.

40. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе : контекстный подход. Москва: Высшая школа, 1991. 207 с.

41. Верлань А. Ф., Тверезовська Н. Т. Дидактичні принципи в умовах традиційного і комп'ютерного навчання. *Педагогіка і психологія*. 1998. №3. С. 126-132.

42. Вовкотруб В. П. Педагогічні принципи та ергономічні вимоги до шкільного фізичного експерименту. Кіровоград, 2007. 128 с.

43. Войсунский А. Е. Психологические исследования феномена интернет-аддикции. *Сборник тезисов Второй Российской конференции по экологической психологии*. Москва: Экопсицентр РОСС, 2000. С. 251-253.

44. Выготский Л.С. Мышление и речь. Москва: Просвещение, 1983. *Сборник сочинений*. Т.3. 1983. 328 с.
45. Выготский Л.С. Педагогическая психология. Москва: Педагогика, 1991. 480 с.
46. Выготский Л.С. Психология. Генезис высших психических функций. Москва: ЭКСМО-Пресс, 2000. 1008 с.
47. Выготский Л. С. Собрание сочинений: [в 6 т.]. Москва: Педагогика, 1983. Т. 3. 1983. 164 с.
48. Гайдук С. М. Науково-методичні засади створення та використання навчального комплекту з оптики: дис. ... на здобуття наук. ступ. канд. пед. наук: 13.00.02. Теорія та методика навчання. Кіровоград: РВВ, 2002. 247 с.
49. Галузинський В. М., Євтух М. Б. Основи педагогіки та психології вищої школи в Україні: навчальний посібник. Київ: Інтеллект, 1995. 168 с.
50. Галатюк Ю. М. Організація дослідницької роботи учнів під час вивчення фізики в старших класах середньої школи: автореф. дис. ... на здоб. наук. ступеня канд. пед. наук спец. 13.00.02. Теорія та методика навчання. Рівне, 1997. 24 с.
51. Гальперин П. Я., Подольський А. И. Введение в психологию [учебн. пособие для студентов вузов, обуч. по гуманитар. спец.]. Москва: Университет, 1999. 332 с.
52. Гершензон Е. М., Малов Н. Н., Эткин В. С. Курс общей физики: оптика и атомная физика. Москва: Наука, 1972. 240 с.
53. Гончаренко С. У. Гуманізація освіти як основний критерій розробки засобів реалізації сучасних технологій навчання. *Наукові записки. Засоби реалізації сучасних технологій навчання*. Вип. 34. – Кіровоград: КДПУ ім. В. Винниченка, 2001. С. 3-8.
54. Гончаренко С. У. Методика як наука: навчальний посібник. Хмельницький: Вид-во ХГКП, 2001. 30 с.
55. Гончаренко С. У., Володько В. М. Проблеми індивідуалізації процесу навчання. *Педагогіка і психологія*. 1995. № 1. С. 63-71.

56. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник. Київ: Либідь, 1997. 376 с.
57. Гончарук П. А. Психологія навчання. Київ : Вища школа, 1985. 212 с.
58. Гуржій А. М., Жук Ю. О., Шут М. І., Волинський В. П., Костюкевич Д. Я. Основні напрямки і перспективи розвитку дидактичних засобів і навчального обладнання з фізики в школі. *Фізика та астрономія в школі*. 1996. №1. С. 23-24.
59. Гуржій А. М., Величко С. П., Жук Ю. О. Фізичний експеримент у загальноосвітньому навчальному закладі (Організація та основи методики): навчальний посібник. Київ: ІЗМН, 1999. 303 с.
60. Давидьон А. А. Особливості постановки та розв'язування експериментальних фізичних задач. *Фізика та астрономія в школі*. 1999. № 1. С. 53-55.
61. Дементієвська Н. П., Пінчук О. П., Слободяник О. В., Соколюк О. М. Особливості використання комп'ютерних моделювань у шкільному курсі фізики. *Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку*. За ред. В. Г. Кременя, О. І. Ляшенка; укл. А. В. Яцишин, О. М. Соколюк. Київ, 2019. С.67-79.
62. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс фізики: Волновые процессы. Оптика. Атомная и ядерная фізика. Москва: Высш. школа. 1979. 511 с.
63. Експеримент на екрані комп'ютера: монографія. Авт. кол.: Ю. О. Жук, С. П. Величко, О. М. Соколюк, І. В. Соколова, П. К. Соколов; за редакцією: Ю. О. Жука. Київ: Педагогічна думка, 2012. 180 с.
64. Емельянов Ю. Н. Теория формирования и практика совершенствования коммуникативной компетентности. С-Пб., 1999. 403 с.
65. Ефремов В. С. Виртуальное обучение как зеркало новой информационной технологии. *Менеджмент в России и за рубежом*. 1999. №6. С. 98-107.
66. Жалдак М. И. GRAN1 – математика для всех. *Компьютеры + программы*. 1995. № 5 (20). С. 72-76.

67. Жалдак М. І., Набочук Ю. К., Семешук І. Л. Комп'ютер на уроках фізики: посібник для вчителів. Костопіль: РВП Роса, 2005. 228 с.
68. Жалдак М. І. Педагогічний потенціал впровадження дистанційних форм навчання. *Матеріали науково-методичного семінару Інформаційні технології в навчальному процесі*. Одеса, 2009. С. 6-8.
69. Жалдак М. І. Проблема інформатизації навчального процесу в школі і в вузі. *Зб. наук. праць Сучасна інформаційна технологія в навчальному процесі*. Київ: КДПІ ім.М.П. Драгоманова, 1991. С. 3-16.
70. Жук Ю. О. Засоби навчання як параметр освітнього простору. *Фізика та астрономія в школі*. 2003. № 5. С. 13-18.
71. Жук Ю. О. Інформаційні технології у вивченні фізики. *Технології неперервної освіти: проб леми, досвід, перспективи розвитку*: зб. наук. пр. Миколаїв: Вид-во МФ НаУКМА, 2002. С.28-31.
72. Жук Ю. О. Навчальне середовище предметів природничого циклу: проблеми системного аналізу. *Зб. наук. праць Уманського ДПУ*; гол. ред. Г. Кузь. Київ, 2004. С. 88-94.
73. Жук Ю. О. Науково-педагогічне супроводження створення сучасного навчального середовища кабінетів-лабораторій природничо-математичного циклу загальноосвітніх навчальних закладі. *Наукові записки*. Вип. 72. Серія: Педагогічні науки. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2007. Ч. 1. С. 173-178.
74. Жук Ю. О. Проблеми формування навчального середовища сучасної школи. *Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф.* (11-13 жовтня 2006 р., Черкаси): зб. тез доп. Київ, 2007. С. 71-77.
75. Жук Ю. О. Теоретико-методичні засади організації навчальної діяльності старшокласників в умовах комп'ютерно орієнтованого середовища навчання: автореф. дис. на здоб. наук. ступ. докт. пед. наук: спец. 13.00.09. Теорія навчання. Київ, 2017. 50 с.

76. Жук Ю. О. Теоретико-методичні засади організації навчальної діяльності старшокласників в умовах комп'ютерно орієнтованого середовища навчання: монографія. Київ: Педагогічна думка, 2017. 468 с.

77. Журавська Л. М. Педагогічні умови управління самостійною роботою студентів вищих закладів освіти: автореф. дис. ... на здоб. наук. ступ. канд. пед. наук: спец. 13.00.01. Теорія та історія педагогіки. Київ, 1999. 21 с.

78. Заболотний В. Ф. Формування методичної компетентності учителя фізики засобами мультимедіа: монографія. Вінниця: ПП ТД Едельвейс і К, 2009. 456 с.

79. Задорожна О. В. Методичні засади створення та використання педагогічних програмних засобів у процесі навчання фізики студентів вищих авіаційних навчальних закладів: автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02. Теорія та методика навчання (фізика). Кіровоград, 2014. 20 с.

80. Задорожна О. В., Величко С. П. Фізика. Дидактичний матеріал для проведення занять з фізики у вищих навчальних закладах авіаційного профілю на базі педагогічного програмного засобу «Фізика. Механіка»: Методичний посібник. Кіровоград: Ексклюзив-Систем, 2013. 117 с.

81. Задорожна О. В. Фізика. Механіка. Дидактичний матеріал для перевірки знань курсантів вищих навчальних закладів авіаційного профілю: Навчально-методичний посібник; наук. ред. С. П. Величко. 2-е вид. Кіровоград: Ексклюзив-Систем, 2013. 124 с.

82. Засядько І. І. Активізація пізнавальної діяльності студентів вищих навчальних закладів I-II рівнів акредитації у процесі вивчення фізики : дис. ... кандидата пед. наук : 13.00.02. Кіровоград, 2007. 284 с.

83. Зинченко В. П., Моргунов Е. Б. Человек развивающийся. Москва: Тривола, 1994. 304 с.

84. Извозчиков В. А. Ревунов А. Д. Электронно-вычислительная техника на уроках физики в средней школе. Москва: Просвещение, 1988. 190 с.

85. Іваницький О. І. Теоретичні і методичні основи підготовки майбутнього вчителя фізики до впровадження інноваційних технологій навчання: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. Київ, 2005. 492 с.

86. Іваницький О. І. Сучасні технології навчання фізики. Запоріжжя, 2001. 266 с. Бібліогр.: с. 247.

87. Іваницький О. І., Ткаченко С. П. Технології навчання фізики: теоретико-методичні засади: навч. посібник. Запоріжжя : ЗНУ, 2010. 254 с.

88. Ігнатенко М. Я. Активізація навчально-пізнавальної діяльності учнів старших класів при вивченні математики. Київ: Тираж, 1997. 300 с.

89. Іллюшко В. В. Навчальний фізичний експеримент у формуванні творчої активності учнів на уроках фізики: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02. Теорія та методика навчання (фізика). Київ, 1997. 22 с.

90. Каган М. С. Человеческая деятельность (опыт системного анализа). Москва: Политиздат, 1974. 328 с.

91. Касперський А. В. Радіоелектроніка в системі формування фізичних і технічних знань у середніх загальноосвітніх та вищих педагогічних навчальних закладах: дис. ... на здоб. наук. ступ. докт. пед. наук : спец. 13.00.02. Теорія та методика навчання (фізика). Київ, 2003. 524 с.

92. Кобель Г. П. Моделювання як засіб активізації пізнавальної діяльності учнів на уроках фізики (на матеріалі молекулярної фізики) студентів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02. Теорія та методика навчання (фізика). Київ, 1995. 24 с.

93. Ковальов С. Г., Ковальов Ю. Г. Комп'ютеризація установок для експериментальних досліджень та демонстраційних експериментів з фізики. *До 80-річчя фізико-математичного факультету КДПУ ім. В. Винниченка: матеріали наук.-практ. конф.* Кіровоград, Україна, 26 лист. 2010 р. Кіровоград: Кіров. держ. пед. унів., 2010. С. 64-66.

94. Ковальов С. Г. Методичні засади розроблення та використання навчального обладнання для дослідження оптичного випромінювання у

навчальному процесі з фізики в університетах: автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02. Теорія та методика навчання (фізика). Бердянськ, 2014. 20 с.

95. Ковальов С. Г. Особливості розробки комп'ютеризованого навчального обладнання з фізики. *Наукові записки*. Серія: Проблема методики фізико-математичної і технологічної освіти: зб. наук. праць. Вип. 3. Кіровоград: РВВ, 2013. С. 62-68.

96. Ковальов С. Г., Бузян О. С. Поєднання графічних засобів навчання та ІКТ при вивченні спектрів у курсі загальної фізики. *Засоби і технології сучасного навчального середовища*: матеріали міжнародної наук.-практ. конф.; Кіровоград, Україна, 17–18 трав. 2013 р. Кіровоград, РВВ, 2013. С. 103-104.

97. Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання з фізики в школі: посібник. Авт. кол.: Ю. О. Жук, О. М. Соколюк, І. В. Соколова, П. К. Соколов, за заг. ред. Ю. О. Жука. Київ: Педагогічна думка, 2011. 152 с.

98. Кононенко С. О. Удосконалення методики і техніки шкільного фізичного експерименту при вивченні коливальних і хвильових процесів : дис. ... на здобуття наук. ступ. канд. пед. наук : спец. 13.00.02. Теорія і методика навчання (фізика). Київ, 2001. 174 с.

99. Костишина Г. І. Застосування дослідницького підходу для розвитку пізнавальної активності студентів. *Нова педагогічна думка*. 1998. № 1 (13). С. 32-35.

100. Костишина Г. І. Розвиток активності студентів у процесі виконання лабораторно-практичних робіт з фізики. *Вісник технологічного університету Поділля*. 1998. №1. С. 120-123.

101. Краснопольський В. Е. Віртуальна реальність як нова форма освітнього простору [Електронний ресурс] *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. № 23. 2010. Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/Portal/soc_gum/Sitimn/2010_23/Virtualna_realnist_ak_nova_forma_osv_prostoru.pdf

102. Кремень В. Г. Освіта і наука України: шляхи модернізації (Факти, роздуми, перспективи). Київ : Грамота, 2003. 216 с.

103. Кулик Л. О. Фізичні задачі як засіб розвитку дивергентного мислення студентів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02. Теорія та методика навчання (фізика). Київ, 2010. 20 с.

104. Кучерук І. М., Дущенко А. П. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика: навч. посібник. Київ: Вища шк., 1991. 463 с.

105. Ландсберг Г. С. Оптика: учебн. пособие для вузов. 6-е изд. Москва: Физматлит, 2003. 848 с.

106. Лансберг Г. С. Элементарный учебник физики. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная фізика. 12-е изд. Москва: Физматлит, 2001. 656 с.

107. Лапінський В. В. Навчальне середовище нового покоління та його складові. *Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова*. Серія: Комп'ютерно орієнтовані системи навчання: зб. наук. пр. Київ, 2008. № 6 (13). С. 26–32.

108. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. Москва: Политиздат, 1975. 304 с.

109. Леонтьев А. Н. Проблемы, мотивы, эмоции. Москва: МГУ, 1979. 260 с.

110. Леонтьев А. Н. Проблемы развития психики. Москва, 1981. 582 с.

111. Леонтьев А. Н., Панов Д. Ю Психология человека и технический прогресс. *Материалы к совещанию по философским вопросам физиологии высшей нервной деятельности и психологии*. Москва: Изд-во АН СССР, 1962. С. 393-424.

112. Литвинова С. Г. Методика проектування та використання хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу: метод. реком. Київ : Компринт, 2015. 280 с.

113. Литвинова С. Г. Проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу: [монографія]. Київ : ЦП Компринт, 2016. 354 с.

114. Литвинова С. Г. Теоретико-методичні основи проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. докт. пед. наук: спец. 13.00.10. Інформаційно-комунікаційні технології в освіті. Київ, 2016. 40 с.

115. Ляшенко О. І. Взаємозв'язок теоретичного та емпіричного в навчанні фізики: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04; 13.00.02. НАН України. Київ, 1996. 50 с.

116. Ляшенко О. І. Зміст фізичної освіти: яким йому бути? *Фізика та астрономія в школі*: науково-методичний журнал. 2009. № 6. С. 3-6.

117. Мадзігон В. М., Дорошенко Ю. О., Лапінський В. В. Педагогічні аспекти створення і використання електронних засобів навчання. *Проблеми сучасного підручника*. Київ: Педагогічна думка, 2003. Вип. 4. С.70-82.

118. Мадзігон В. М., Лапінський В. В. Сучасне навчальне середовище і електронна педагогіка. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2010. № 3. С. 3-6.

119. Мартинюк О. С. Підготовка майбутніх учителів фізики до використання засобів мікроелектроніки та комп'ютерної техніки в навчальному фізичному експерименті: монографія. Луцьк: Вежа-Друк, 2013. 272 с.

120. Матвеев А. Н. Оптика. Учеб. пособие для физ. спец. вузов. Москва: Высшая школа. 1985. 351 с.

121. Матюшкин А. М. Мышление, обучение, творчество. Москва: Московский психолого-социальный институт; Воронеж: НПО МОДЕК, 2003. 720 с.

122. Мерзликін О. В. Хмарні технології як засіб формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики: дис.... канд.пед.наук: 13.00.10. М-во освіти і науки України, Ін-т інформ. технологій і засобів навчання. К., 2016. 341 с.

123. Меньяйлов С. М. Методичні засади контролю пізнавальної діяльності студентів вищих технічних навчальних закладів із загальної фізики : дис. ... кандидата пед. наук : 13.00.02. Київ, 2008. 216 с.

124. Морзе Н. В. Основи інформаційно-комунікаційних технологій. Київ: Видавн. група BHV, 2006. 352 с.

125. Наконечна Л. М. Використання комп'ютерних технологій у проведенні шкільного фізичного практикуму [Електронний ресурс] *Directory of open access journal* – Режим доступу: <http://vufind.uniovi.es/Record/oai:doaj.org/article:4e9e7c02adf1442998723d7372679bc5/Description#tabnav>

126. Орищин Ю. М. Теорія і практика вдосконалення курсу загальної фізики засобами сучасного навчального фізичного експерименту: дис. ... на здоб. наук. ступ. докт. пед. наук : спец. 13.00.02. Теорія та методика навчання (фізика). Київ, 2006. 368 с.

127. Основи нових інформаційних технологій навчання: посіб. для вчителів [Ю. І. Машбиць, О. О. Гокунь, М. І. Жалдак та ін.] Київ, 1997. 260 с.

128. Основы методики преподавания физики в средней школе. В. Г. Разумовский и др. Москва: Просвещение, 1984. 398 с.

129. Педагогический словарь: в 2-х т. Москва: Изд-во АПН, 1960. 359 с.

130. Петриця А. Н. Співвідношення віртуального та реального у навчальному експерименті у процесі вивчення фізики в основній школі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02. Теорія та методика навчання (фізика). Кіровоград, 2010. 20 с.

131. Петровский А. В. Личность. Деятельность. Коллектив. Москва: Политиздат, 1982. 255 с.

132. Пехота О. М. Освітні технології: навч.-метод. посібник / О. М. Пехота, А. З. Кіктенко, О. М. Любарська та ін.; [ред. О. М. Пехоти]. Київ : А.С.К., 2002. 255 с.

133. Пінчук О. П. Використання мультимедійних продуктів у системі загальної середньої освіти [Електронний ресурс]. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2007. № 3(4). Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/ITZN/em4/emg.html>.

134. Пінчук О. П. Дидактичний потенціал мультимедійних технологій у загальноосвітній школі. *Наукові записки: Зб. наук. пр. Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова*. Вип. LXVI (66). Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2007. С. 155-164.

135. Подопригора Н. В. Методична система навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах: Монографія. Міністерство освіти і науки України; Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка. Кіровоград: ФО-П Александрова М.В., 2015. 512 с.: іл.

136. Попович Н. М. Вплив інформаційно-комунікаційних технологій на якість підготовки фахівців у ступеневій педагогічній освіті. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка* (педагогічні науки). 2009. № 47. С. 95-98.

137. Психологический словарь под ред. В. И. Войтко. Київ: Вища школа, 1982. 215 с.

138. Психологическое обеспечение профессиональной деятельности под ред. Р. С. Никифорова. СПб : СПбГУ, 1991. 151 с.

139. Роберт И. В. Современные информационные технологии в образовании: перспективы использования. Москва: ИИО РАО, 2010. 140 с.

140. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. СПб. : Питер Ком, 1999. – 720 с.

141. Рубинштейн С. Л. О мышлении и путях его исследования. Москва, 1968. – 133 с.

142. Савельев И. В. Оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. Москва: Наука, 1970. 537 с.

143. Садовий М. І. Теоретичні і методичні основи становлення і розвитку фундаментальних ідей дискретності та неперервності в курсі фізики загальноосвітньої школи: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02. Нац. педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2001. 517 с.

144. Сальник І. В. Віртуальне та реальне у навчальному фізичному експерименті старшої школи: теоретичні основи: монографія. Кіровоград: ФО-П Александрова М.В., 2015. 324 с.

145. Сальник І. В. Синергетичний підхід до вдосконалення змісту фізичної освіти в загальноосвітній школі. *Науковий часопис національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова*. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Вип. 47 / [за заг. ред. В. Д. Сиротюка.]. Київ : Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2014. С. 250-256.

146. Сергієнко В. П. Інтеграція фундаментальності та професійної спрямованості курсу загальної фізики у підготовці сучасного вчителя: монографія. Київ: НПУ, 2004. 382 с.

147. Сергієнко В. П. Теоретичні і методичні засади навчання загальної фізики в системі фахової підготовки вчителя : дис. ... на здоб. наук. ступ. докт. пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Київ, 2004. 516 с.

148. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. IV Оптика. 3-е изд. Москва: Физматлит, 2005. 792 с.

149. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. V Атомная и ядерная физика. 2-е изд. Москва: Наука, 2002. 416 с.

150. Сільвейстр А. М. Активізація пізнавальної діяльності учнів на уроках вивчення нового навчального матеріалу з електродинаміки з застосуванням комп'ютера: дис. канд. пед. наук: 13.00.02. Вінниця, 2000. 230 с.

151. Слєпкань З. І. Наукові засади педагогічного процесу у вищій школі. Київ : КПУ, 2000. 210 с.

152. Слободяник О. В. Методика організації самостійної роботи студентів педагогічних університетів у процесі навчання фізики: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Кіровоград, 2012. 20 с.

153. Слободяник О. В. Проблема становлення творчої особистості майбутнього вчителя фізики. *Вісник Чернігівського державного педагогічного*

університету ім. Т. Г. Шевченка. Серія: Педагогічні науки. 2011. Вип.89. С. 385-388.

154. Сосницкая Н. Л., Самойленко П. И. Современная информационная образовательная среда как эффективное инструментальное средство изучения физики: монография. Москва: АПК и ППРО, 2009. 216 с.

155. Сосницька Н. Л. Удосконалення навчального експерименту з хвильової оптики засобами нових інформаційних технологій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Київ, 1998. 24 с.

156. Соціально-педагогічний словник. С.У. Гончаренко [та ін.]. Київ: УПВК ЕксОб, 2004. 304 с.

157. Спирін О. М. Теоретичні та методичні засади професійної підготовки майбутніх учителів інформатики за кредитно-модульною системою: монографія. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2007. 300 с.

158. Сумський В. І. ЕОМ при вивченні фізики: навчальний посібник [за ред. М. І. Шута]. Київ: ІЗМН, 1997. 184 с.

159. Суходольский Г. В. Основы психологической теории деятельности. Ленинград: Ленинградский университет, 1988. 341с.

160. Талызина Н. Ф. Педагогическая психология. Москва: Академия, 1999. 288 с.

161. Теплицький І. О. Розвиток творчих здібностей школярів засобами комп'ютерного моделювання: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Київ, 2001. 20 с.

162. Ткаченко А. В. Навчальний фізичний експеримент з оптики як засіб активізації пізнавальної діяльності студентів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Кіровоград, 2012. 20 с.

163. Філософський словник /За редакцією В. І. Шинкарука. Вид. 2-е (перероб. і доповн.). Київ: Головна редакція Української радянської енциклопедії, 1986. 798 с.

164. Фролов Ю. В., Махотин Д. А. Компетентностная модель как основа оценки качества подготовки специалистов. *Высшее образование сегодня*. 2004. № 8. С. 34-41.

165. Хомутенко М. В. Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Кропивницький, 2018. 20 с.

166. Шамова Т. И. Активизация учения школьников. Москва: Педагогика, 1982. 208 с.

167. Шарко В. Д. Інформатична компетентність як складова професійної компетентності вчителя. *Інформаційні технології в освіті: збірник наукових праць*. Херсон, 2010. Вип.6. С. 48-55.

168. Шарко В. Д. Методична підготовка вчителя фізики в умовах неперервної освіти: монографія. Херсон: Вид-во ХДУ, 2006. 400 с.

169. Шишкіна М. П. Теоретико-методичні засади формування і розвитку хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу: дис... докт. пед. наук: 13.00.10. Ін-т інформ. технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2016. 441 с.

170. Шульга С. В., Величко С. П. Активізація самостійної роботи студентів у фізичному практикумі з атомної фізики. *Наукові записки*. Вип.9. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 2. Кіровоград: РВВ КДПУ ім.В.Винниченка, 2016. С. 227-234. Бібліогр.: 15 назв.

171. Шульга С. В. Віртуальний експеримент: дослідження спектру водню. *Засоби і технології сучасного навчального середовища: Матеріали XIII (XXIII) міжнародної науково-практичної конференції*, м. Кропивницький, 19-20 травня 2017 року. Відповід. ред.: С.П. Величко. Кропивницький: ПП Ексклюзив-Систем, 2017. С.88-90.

172. Шульга С. В. Індивідуальні завдання та навчальні проекти для студентів до лабораторного практикуму з курсу загальної фізики (Квантова

фізика) : навч. посібн. для студ. фіз.-мат. фак.-тів пед. ун-тів. Кропивницький: ПП Ексклюзив-Систем, 2018. 42 с.

173. Шульга С. В., Величко С. П. Моніторинг та оцінка навчально-методичного комплексу з квантової фізики для розвитку пізнавальної діяльності студентів. *Наукові записки*. Вип. 177. Серія: Педагогічні науки. Частина 2. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. С. 183-187.

174. Шульга С. В. Організація індивідуальної роботи студентів засобами ІКТ у підготовці та виконанні лабораторного практикуму з курсу загальної фізики (Квантова фізика) : навч. посібн. для студ. фіз.-мат. фак.-ту пед. ун-тів. Кропивницький: ПП Ексклюзив-Систем, 2018. 142 с.

175. Шульга С. В., Величко С. П. Посилення ролі індивідуальної пошукової діяльності студентів у фізичному практикумі з атомної фізики. *Наукові записки*. Вип.12. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 3. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім.В. Винниченка, 2017. С. 142-150. Бібліогр.: 15 назв.

176. Шут М. І., Горбачук І. Т., Сергієнко В. П. Загальна фізика. Програма навчальної дисципліни для студентів вищих педагогічних закладів освіти. Київ : НПУ, 2005. 48 с.

177. Шут М. І., Сергієнко В. П. Науково-дослідна робота з фізики у середніх і вищих навчальних закладах. Київ : Шкільний світ, 2004. 128 с.

178. Шут М. І. Шляхи удосконалення базової фахової підготовки майбутніх вчителів фізики. *Проблеми удосконалення фундаментальної та професійної підготовки вчителів фізики*: [зб. наук. пр.]. Київ: НДПУ імені М.П. Драгоманова, 1996. С.19–22.

179. Щукина Г. И. Активизация познавательной деятельности учащихся в учебном процессе. Москва: Просвещение, 1979. 160 с.

180. Щукина Г. И. Роль деятельности в учебном процессе: книга для учителя. Москва: Просвещение, 1986. 144 с.

181. Яворский Б. М., Пинский А. А. Основы физики. Колебания и волны; Основы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел.; физика ядра и элементарных частиц. 2-е изд. Москва: Наука. 1974. 466 с.

182. Abrams N. M. Combining Cloud Networks and Course Management. *Systems for Enhanced Analysis in Teaching Laboratories*. In *Journal of Chemical Education*. 2012. Vol. 89, No. 4. P. 482–486.

183. Antonopoulos N., Gillam L. Cloud Computing. Principles, Systems and Applications. London: Springer. 2010. 379 p.

184. Armbrust M. Above the clouds: A Berkeley view of Cloud Computing [Electronic resource] / M. Armbrust, A. Fox, R. Griffith et al. // *Electrical Engineering and Computer Sciences*. 2009. Feb. 10. 25 p. Text. data. Access mode: <http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2009/EECS2009-28.pdf>. Title from the screen.

185. Baker C. Flipped classrooms: Turning learning upside down: Trend of «flipping classrooms» helps teachers to personalize education [Electronic resource] *Deseret News*. 2012. Nov. 25. Text. data. Access mode: <http://www.deseretnews.com/article/765616415/Flipped-classrooms-urninglearningupside-down.html?pg=all> – Title from the screen.

186. Becker S. Horizon K12: The Interim Results [Electronic resource]. *NMC Sparking innovation, learning and creativity*. 2013. Text. data. Access mode: <http://www.nmc.org/news/2013-horizonk12-interim-results>. Title from the screen.

187. Betts M., Smith R. Developing the Credit-Based Modular Curriculum in Higher Education : Challenge, Choice and Change. London : Falmer Press. P. 192-199.

188. Bonk C.J. The World is Open: How Web Technology is Revolutionizing Education. San Francisco, CA, USA: Jossey-Bass Inc., 2009. 480 p.

189. Bowden John. Competency – Based Education – Neither a Panacea nor a Pariah [Electronic resource] / Access mode: <http://www.crm.hct.ac.ae/events/archive/tend.018.bowden.html>. Title from the screen.

190. Butler B. The cloud goes global: Amazon, Google, Rackspace, Microsoft, Savvis all expand international footprints [Electronic resource]. 114 Networkworld. 2014. Text data Access mode: <http://www.networkworld.com/news/2013/052913-cloud-global-270246>. Title from the screen.

191. Chen G. Head in the Clouds: Why Public Schools are Embracing Cloud Computing [Electronic resource]. 2013. Text. data. Access mode: <http://www.publicschoolreview.com/articles/218>. Title from the screen.

192. Comparative Education. Contemporary Issue and Trends. Ed. By W.B. Halls. UNESCO, 1990. 45 p.

193. Denton J. OpenStack Networking Essentials. Packt Publishing, 2016. 174 p.

194. Denton D. W. Enhancing instruction through constructivism, cooperative learning, and cloud computing. *TechTrends*. 2012. Vol. 56. № 4. P. 34-41.

195. Definition and Selection of Competencies. Country Contribution Process: Summary and Country Report. Trier : University of Neuchatel, 2001. 72 p.

196. Erl T., Cope R., Naserpour A. Cloud Computing Design Patterns (The Prentice Hall Service Technology Series from Thomas Erl). Prentice Hall, 2016. 592 p.

197. Erl T., Puttini R., Mahmood Z. Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture. Prentice Hall, 2013. 528 p.

198. From Bologna to Prague : Reform of Study Programmes and Structures in Germany. Bonn : HRK, 2000. 63 p.

199. Garfinkel S.L. Architects of the Information Society: 35 Years of the Laboratory for Computer Science at MIT; edited by Hal Abelson. Cambridge: The MIT Press, 1999. 72 p.

200. Gonzalez-Martinez J.A., Bote-Lorenzo M.L., Sanchez E.G., Cano Parra R. Cloud computing and education: A state-of-the-art survey. *Computers & Education*. 2015. Vol. 80. P. 131–152.

201. Harris C. In the Shadow of Bologna. *EAIE Forum*. 2000. Special Edition. P. 22-24.

202. Kavis M.J. *Architecting the Cloud: Design Decisions for Cloud Computing Service Models (SaaS, PaaS, and IaaS)*. Wiley, 2014. 224 p.

203. Koutsopoulos K., Kotsanis Y. *School on the Cloud: Towards a Paradigm Shift. Themes in Science & Technology Education*. 2014. Vol. 7, № 1. P. 47–62.

204. Klink J. *Studium zwischen Planung and Treiheit*, 1969. 182 p.

205. Shulga S.V., Velychko S.P. Virtual experiments in the study of quantum physics. *Наукові записки*. Вип.10. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 1. Кіровоград: РВВ КДПУ ім.В.Винниченка, 2016. С. 99-105. Бібліогр.: 7 назв.

206. Shulga S.V., Velychko S.P. Virtual experiments: research phosphorescence. *Наукові записки*. Вип.11. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 2. Кропивницький: РВВ КДПУ ім.В.Винниченка, 2017. С. 54-62. Бібліогр.: 7 назв.

207. *Trends in Learning Structures in Higher Education (II) : Follow-up Report prepared for the Salamanca and Prague Conferences of March. May 2001.* Helsinki: National Board of Education, 2001. 63 p.

208. *The European Dimension in Education: A Statement of the UK Government's policy and Report of Activities Undertaken to Implement the EC Resolution of 24 May 1988 on the European Dimension in Education.* London: Department of Education and Science, February 1991. 23 p.

209. Velychko S., Shulga S. Use of ict in the study of nuclear physics. *Наукові записки*. Вип.8. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 2. Кіровоград: РВВ КДПУ ім.В.Винниченка, 2015. С. 79-83. Бібліогр.: 7 назв.

РОЗДІЛ 2

ОСНОВИ РОЗРОБКИ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ РОЗВИТКУ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ З КВАНТОВОЇ ФІЗИКИ

На сьогодні в Україні відбувається становлення системи вищої освіти, яка націлена на входження в європейський освітній простір. І треба зазначити, що процес цей є досить непростим, бо він повинен відбуватися на основі істотних і докорінних змін, які реалізуються як у підходах до педагогічної теорії, так і в її практичних аспектах, тобто в ході її реалізації на практиці.

Зазначені теоретичні та практичні складові освітнього процесу й теоретичних педагогічних основ, на які націлений подальший розвиток вищої освіти, знайшли своє відображення у тих законодавчих актах на рівні розкриття їх в Законі України «Про освіту» [45] та «Про вищу освіту» [46] і в «Проекті концепції розвитку освіти України на період 2015–2025 років», де виокремлюються далеко не всі проблемні питання, пов'язані зі зниженням якості освіти, і фізичної у тому числі; зі старінням існуючих методик навчання та відсутністю передових технологій в освітньому процесі [66].

За цих обставин, як справедливо зазначає С. П. Величко [22], на початку ХХІ століття «зниження інтересу молоді до фізики та до фізико-технічних професій» характерна для освіти взагалі (зокрема, фізичної освіти) і зумовлена, з одного боку, причинами, які не пов'язані з освітою, а з другого – причинами, «котрі можна розв'язувати в рамках самої освіти» [22, с.4], в рамках освітньої діяльності, а окремі – доступні і нашому дослідженню.

Аналіз вимог до підготовки фахівців з фізики у ЗВО та вимог, що ставляться щодо фахових компетентностей цих фахівців, дають нам підстави звернути увагу на те, що в умовах формування знань у високо інформатизованому суспільстві технологічні потреби глобальної економіки починають суттєво змінювати характер освіти, бо фахівець має володіти не просто великим обсягом знань, умінь і навичок, а набути набагато ширший спектр ключових компетенцій, ніж із тим переліком, який визначається

потребами майбутньою його професійною діяльністю, а широке впровадження засобів НІТН та СОТН, засобів ІКТ та хмарних і STEM-технологій й елементів штучного інтелекту, дозволяють вирішувати значні комплексні завдання в освітянській галузі й у підготовці майбутніх учителів фізики та фахівців, діяльність яких і не пов'язана з фізичною їх підготовкою.

До того ж додамо думку, висловлену С. У. Гончаренком: «Обсяг знань і кількість навчальних предметів у середній і вищій школі почали зростати швидше, ніж удосконалювалися методи і зміст освіти. Ресурси екстенсивного розвитку освіти були вичерпані, і перед середньою та вищою школами постала проблема пошуку інтенсивних технологій навчання» [34, с.2].

Отже, підготовка фахівця високої кваліфікації у ЗВО, де у процесі навчання курсу загальної фізики превалює полікомпонентне навчальне середовище з вираженими тенденціями до інфокомунікаційного навчального середовища (див. розділ 1: п.1.2.1, п.1.3), передбачає опрацювання великих обсягів відомостей та оволодіння сучасними навчальними засобами, методами і технологіями роботи з інформаційними ресурсами. У цьому випадку майбутньому вчителю фізики недостатньо отриманих знань для повноцінної реалізації себе в професійній діяльності і він активно починає самостійно опрацьовувати КОЗН, використовує інформаційні системи, хмарні та STEM-технології, внаслідок чого в освітньому процесі здійснюються такі вагомні зміни, як:

1 – зміщення акцентів із засвоєння значних і досить великих обсягів навчальної інформації на оволодіння способами безперервного опанування нових знань і вмінь, або ж вчитися самостійно;

2 – необхідність опанування навичок роботи з будь-якою інформацією, як правило, одержаної з Інтернету, з метою її усвідомлення та критичного самостійного осмислення, а не просто для відтворення в репродуктивній діяльності;

3 – реалізація не просто формування професійних знань, умінь і навичок, а повноправне їх доповнення інформаційно-професійною компетентністю.

Отже, інформатизована система навчання фізики у ЗВО є перспективним напрямом удосконалення вищої освіти, а створення відповідної методичної системи розвитку ПДС з розділу «Квантова фізика» буде сприяти поліпшенню процесу підготовки високопрофесійних фахівців з огляду реалізації як особистісно-орієнтованого і діяльнісного підходів, так і внаслідок системного, компетентнісного та синергетичного підходів.

Маємо констатувати і стверджувати уже доведену істину, що системний підхід достатньо повно і обґрунтовано запроваджується в багатьох різних педагогічних дослідженнях. Це дає підстави розглядати і *процес формування та розвитку* ПДС з квантової фізики засобами ІКТ і комп'ютерної техніки як *системний об'єкт*, оскільки зазначений факт підтверджує ті ознаки, що досліджувана проблема відноситься саме до тих, які вирішуються через створення та реалізацію педагогічних систем й одночасно відкриває всі можливості для вибору основних методологічних засад, котрі дозволяють розробити відповідну методичну систему.

Системний підхід як науковий напрямок у психолого-педагогічних дослідженнях створено завдяки працям багатьох учених, до яких слід віднести і праці О. М. Авер'янова [1], С. І. Архангельського [4], Ю. К. Бабанського [5; 6], В. П. Беспалька [7], Б. С. Гершунського [31], М. А. Данілова [36], Н. В. Кузьміної [56], І. П. Підласого [64], В. О. Якуніна [97] та ін. Згодом цю ідею розвинено дослідженнями С. У. Гончаренка [32; 33], І. А. Зязюна [47; 48; 49], І. В. Малафіїка [59], І. М. Предборської [81] та інших, що дало можливість сформулювати наукове сучасне трактування і уявлення про системний підхід у педагогічній науці як про напрямок у спеціальній методології науки, який дає можливість розробляти методи дослідження й одночасного конструювання складних за своєю організацією об'єктів, котрі можуть бути представлені у вигляді окремих систем, де проявляються притаманні саме їм впливові педагогічні зв'язки і взаємодії.

З філософської точки зору системний підхід трактується як «спосіб теоретичного та практичного дослідження, при якому кожний об'єкт

розглядається як система» [82, с. 628], де поняття «система» (походить від грецького – поєднання, утвір) і означає «сукупність визначених елементів, між якими існує закономірний зв'язок чи взаємодія» [82, с. 626].

2.1. Розробка методичної системи розвитку пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики засобами ІКТ

Згідно соціолого-педагогічного словника [78] системний підхід запроваджується, зазвичай, у педагогічних дослідженнях з метою розкриття і виявлення різноманітних типів зв'язків і зведення їх у єдине ціле утворення. Наприклад, у вигляді педагогічної системи можна подати будь-яку пізнавальну діяльність, а її складовими у цьому випадку будуть виступати інші її складові, тобто об'єкти, що пов'язані взагалі із навчально-виховним процесом: об'єкт вивчення або пізнання, особистість того, хто навчається, мета пізнання та умови, в яких відбувається і розвивається ця діяльність, результат пізнання.

Варто загострити увагу на тому, що до істотних рис такого утворення, як дефініція «система», належать її цілісність та інтеграція. До того ж у цього утворення сутність поняття «ціле» завжди більше суми окремих частин, що входять до його складу. Таким чином, кожне ціле має свої нові якості, котрі не зводяться до простого механічного додавання – до простої суми його елементів, а виявляє деякий «інтегральний ефект». Ці нові якості і властивості у педагогічній системі є характерними властивостями для досліджуваного явища як цілого і визначаються «як системні або інтегральні» [78, с.234].

Розкриваючи педагогічні аспекти у навчанні з точки зору його управління, В. О. Якунін [97] підкреслює важливість урахування обох складових в означенні поняття «системи», але досить вагомою й *генетично первинною є ознака цілісності*. Врахування обох складових дозволяє виявити інваріантну ознаку, оскільки система проявляється саме через взаємодію множини елементів та їх інтеграцію в єдине ціле.

2.1.1. Структура моделі системи розвитку пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики як дидактична проблема

У ході розробки і створення педагогічної системи з розвитку ПДС у навчанні фізики та виконання дослідження з методики навчання квантової фізики елементи передбачуваної педагогічної системи обирає автор (дослідник). При цьому згідно дидактичних принципів кожен об'єкт системи допускає можливість різних його поєднань з іншими об'єктами відповідно до визначених критеріїв, а кінцевий результат у реалізації створеної системи може виходити, як правило, далеко за межі простої суми тих результатів, які дає кожний окремо взятий об'єкт, але інтегруючи взаємодію усіх елементів разом, створюване утворення передбачає нові якості (чи властивості) кінцевого результату.

Відтак, у педагогічній галузі науки *системний підхід* вимагає особливої уваги до педагогічних процесів, що передбачають, з одного боку, їх вивчення як окремих об'єктів, а з іншого боку – розкривають їхню цілісність, виявляють у них різноманітні типи зв'язку із наступним зведенням їх у єдину сукупність (єдине ціле утворення), яке може мати елементи новизни [33].

Досліджуваний нами освітній процес з навчання фізики у ЗВО у зв'язку із пізнавальною діяльністю студентів у ході підготовки та виконання фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика» та виконання експериментальних завдань, ІНЗ (теоретичного, експериментального, дослідницького та методичного характеру), НП тощо у курсі загальної фізики на основі КОЗН належить саме до педагогічних систем. Тому він має і повинен відбивати та відповідати усім особливостям педагогічних систем, тобто містити і відповідати властивостям органічності, цілеспрямованості, соціальності, динамічності, ймовірності, відкритості, здатності до самоорганізації та характеризуватися такими ознаками, як: комунікативність, історичність, спадкоємність, керованість (чи управління) тощо.

Виявлення і виокремлення із об'єкта дослідження окремих компонентів, з яких він складається, є найпростішою за ієрархією системною ознакою. За цих умов дослідження змістового навантаження сутності дефініції «компонент» дає

змогу дійти висновку, що у довідниковій літературі це поняття визначається як елементарна частинка у цій системі чи її мінімальна одиниця, яка володіє основними властивостями аналізованої системи [80]. З урахуванням зазначених обставин будемо виходити із того, що системний підхід як загальна методологія педагогічних досліджень базується на таких конкретних принципах: *цілісності, ієрархічності, структурованості, множинності і системності*.

Як ми вже зазначили, принцип *цілісності* дає підстави розглядати систему одночасно як єдине ціле і як підсистему для оцінки системних утворень вищих рівнів. *Ієрархічність* дозволяє оцінювати компоненти системи, що підпорядковані між собою у співвідношенні від нижчого рівня до вищого (або навпаки), тобто враховуючи, що кожний компонент системи відповідно до своєї значущості підпорядкований іншим або ж сам він підпорядковує інші. *Множинність* дозволяє використовувати різноманітні моделі для опису кожного компонента та всієї системи в цілому.

За висловленням відомого в Україні вченого і методиста академіка НАПН України С. У. Гончаренка у ході педагогічних досліджень будь-яку пізнавальну діяльність слід розглядати як систему. Компонентами цієї педагогічної системи є: сам *суб'єкт* пізнання (тобто особистість суб'єкта), *процес* пізнання, *продукт* пізнання, *мета*, *умови*, за яких ця педагогічна система існує і функціонує. Складники цієї системи у вигляді окремих її частин, як окремі підсистеми, – можна розглядати як самостійні і рівноправні системи нижчого порядку [33].

Процес подальшого формування й розвитку фізичних знань і навчальних досягнень студентів у ході вивчення змісту матеріалу з розділу «Квантова фізика» завдяки використанню засобів ІКТ та КОЗН ми розглядаємо як окрему підсистему в структурі більш загальної педагогічної системи, що пов'язана взагалі із системою навчання студентів відповідно з професійною підготовкою майбутніх учителів фізики в педагогічному університеті (див. п.1.1.2 та п.1.2.1). Виокремлену нами підсистему представимо як педагогічну систему, котра адаптується із тією, наприклад, що була запропонована у науково-педагогічному дослідженні О. В. Слободяник [74], чи з моделлю методичної системи з

розвитку експериментаторських умінь і навичок, запропонованою А. В. Ткаченко [79], але на відміну від них наша розроблена система має бути своєрідною, містити свої елементи та конкретні основні (визначальні) взаємозв'язки між ними.

Детально опрацьовуючи науково-теоретичні основи для створення авторської системи розвитку ПДС у процесі вивчення розділу «Квантова фізика» на основі ІКТ, ми розглядаємо як окрему систему, компоненти якої включають такі складові: цілі, зміст, викладачі та студенти, технології навчання, моніторинг освітнього процесу, кінцеві результати навчання, навчальне середовище сучасного ЗВО, яке для вирішення мети має бути полікомпонентним із можливістю виконання робіт фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика» у вигляді як реальних дослідницьких лабораторних робіт, так й у вигляді віртуальних експериментальних завдань з передбачуваним наступним інтегруванням обох підходів та поєднанням одержаних кінцевих результатів в єдине цілісне дослідницьке завдання.

Перелік лише компонентів цього процесу ще не є основною ознакою і не дає підстави вважати це утворення педагогічною системою, бо мають бути визначені й конкретні зв'язки між цими елементами, які утворюють структуру і забезпечують «цілісність і тотожність самій собі» [59].

Треба наголосити, що *спосіб зв'язку* між компонентами *визначає структуру системи*, а *зв'язок* у системі слід розуміти як взаємодію, коли зміна одного компонента системи зумовлює зміну інших її складників. При цьому слід виходити ще й з урахуванням того, що той компонент, який викликав певну взаємодію, сам також змінюється. За цих обставин маємо враховувати, що зв'язки існують як між окремими компонентами, так і між кожним компонентом та всією системою в цілому.

Відтак, досить важливим і відповідальним є запровадження системного підходу до аналізу процесу навчання розділу «Квантова фізика» та розвитку ПДС під час виконання фізичного практикуму з використанням засобів ІКТ й визначення структури з'ясування взаємозв'язків між окремими компонентами у

будові цієї системи, оскільки в ході виконання кожної роботи практикуму на достатньо високому рівні теоретичної діяльності студента реалізується практична діяльність у вигляді експериментаторської компетенції, внаслідок чого студент набуває умінь і навичок дослідницької (творчої) діяльності і набуває нові знання, що з'являються як результат інтеграції теорії і практики у ході фізичного практикуму, як результат високого рівня теоретичних узагальнень і результатів експериментаторських компетентностей, врешті, інтеграції наслідків реальних і віртуальних експериментів з вивчення та дослідження квантових явищ і процесів та законів і закономірностей, якими вони описуються та проявляються в оточуючому світі.

У доведенні важливості системного підходу в ході вивчення освітнього процесу у закладі вищої освіти С. І. Архангельський рекомендує враховувати, що процес навчання є особливою системою, а її відмінність від інших полягає в тому, що її «функціонування відбувається на основі внутрішніх психічних процесів студентів і викладачів, кожен з яких аналізує і формує різноманітні інформаційні потоки з огляду на свою індивідуальну, змістову діяльність під час розв'язання тих або тих загальних задач навчання» [3, с.24].

Тут ми, погоджуючись із твердженням вченого, маємо додати важливість і зовнішніх чинників, бо процес навчання потребує ще й упорядкованого розподілу зв'язків і відношень між компонентами з урахуванням запрограмованого суспільством результату забезпечення реального і успішного функціонування досягнутого утворення (конструкту) з урахуванням оновленого вибору критеріїв упорядкованості, тобто з уточненням окремих процедур системного підходу.

Тому у кінцевому варіанті у процесі добору основних компонентів створюваної нами методичної системи розвитку ПДС у ході виконання фізичного практикуму з квантової фізики на основі засобів ІКТ і КОЗН ми прийшли до висновку про таку її структуру, модель якої уявляється достатньо складно скомпонованою, організованою, як процес формування й розвитку ПДС, який набуває конкретної структури із відповідними зв'язками між її

компонентами, що забезпечує їй цілісність, тобто зберігає основні її властивості під час дій на неї різних зовнішніх і внутрішніх чинників. У свою чергу ця структура, поєднуючи усі компоненти в єдине ціле, як систему, надає їй внутрішньої форми і порядку.

Отже, до структури запропонованої моделі системи ПДС з квантової фізики на основі використання засобів ІКТ і КОЗН у фізичному практикумі та у ході вирішення ІНЗ різного характеру, НП та НДРС входять: 1 – цілі навчання, що передбачають вирішення поставленої мети; 2 – зміст навчального матеріалу з розділу «Квантова фізика»; 3 – керівники освітнього процесу (викладачі); 4 – студенти, які є суб'єктами освітнього процесу; 5 – сучасні освітні навчальні технології, включаючи ІКТ, КОЗН, хмарні та STEM-технології і т.п.; 6 – моніторинг (оцінка) навчальних досягнень студентів; 7 – результати навчальної діяльності. За цих обставин маємо доповнити весь перелік складників цієї моделі ще одним компонентом, а саме: 8 – освітнім навчальним середовищем, яке має бути полікомпонентним для забезпечення можливостей студентів щодо виконання робіт фізичного практикуму у звичайному варіанті з реальними приладами та у вигляді комп'ютерно-змодельованих робіт практикуму (віртуальних експериментів із комп'ютерно-орієнтованими системами навчання), забезпечуючи при цьому і автоматичне виконання, їх поєднання, інтеграцію у вигляді комбінованого навчального дослідження: у кожному окремому випадку з метою отримання результату, наближеного до найточнішого, та з'ясування і перевірки кінцевого результату чи з метою виявлення помилок, неточностей, котрі були допущені студентом, а також виправлення і коригування кінцевих результатів.

Особливістю у структурі створеної і запропонованої нами моделі є те, що зміст навчального матеріалу з розділу «Квантова фізика» розміщений у цій структурі так, аби через нього проходили максимально всі можливі взаємозв'язки і взаємодії, які проявляються між компонентами моделі.

На нашу думку, це дає можливості, по-перше, за умов встановлення найменшої кількості таких зв'язків між усіма компонентами у цій моделі

найбільшою мірою і найуспішніше реалізувати розвиток ПДС через зміст саме квантової фізики засобами ІКТ і досягти найкращого педагогічного ефекту та забезпечити методику навчання розділу «Квантова фізика» завдяки такій системі; по-друге, як переконує аналіз програм з курсу загальної фізики [95], зміст розділу «Квантова фізика» у всіх педагогічних ЗВО залишається ідентичним, зміст навчального матеріалу з розділу не змінюється, як не змінюються уже певний період і основи квантової теорії та її сутність у фізичній галузі науки. Цей зміст лише розвивається, що справедливо і для освітнього процесу з курсу загальної фізики в цілому у ЗВО, а також цей зміст є виправданим і в методиці навчання фізики. А тому, на нашу думку, у процесі вивчення характеру розвитку ПДС у освітньому процесі він має посідати одне з центральних місць і виправдано претендує на основу, базис (чи ядро) і не лише тому, що на основі досить вагомих узагальнень попередніх розділів формує у студентів нові знання ймовірнісного характеру [21].

Така структура створюваної моделі, на нашу думку, дає можливість одержувати простішу модель і не дублювати взаємозв'язки між окремими складовими, як, наприклад, це має місце в монографії [65, рис.3.1, с.179].

Отже, розміщення в центрі моделі методичної системи змістового блоку (змісту розділу «Квантова фізика») дає можливості (як це, наприклад, запропоновано у монографії [22, с.16, рис.1.2; с.80, рис. 2.1; с.88, рис.2.5]) виокремити основи (базис) навчального матеріалу (квантової фізики) та спростити схематичне подання моделі методичної системи. А з урахуванням структурно-системного аналізу та у зв'язку із запровадженням взаємозв'язків між основними компонентами такої системи, виявити з урахуванням критеріїв оцінки у вигляді трьох рівнів ПДС (емпірично-інтуїтивного, репродуктивного та рефлексивно-творчого) і навчальних досягнень, сформованих у студентів у ході фізичного практикуму та запропонованої серії ІНЗ і НП, що виконуються за рахунок також КОЗН, тобто відповідає вимогам встановлення розвитку навчально-пізнавальної діяльності, яка, досягаючи вищого рівня, відповідає дослідницькій ПДС.

Виходячи з означеного, діяльність студента у створюваній моделі методичної системи в навчанні змісту розділу «Квантова фізика» має розпочинатися з актуалізації цільового блоку і відповідних потреб і мотивів, бути забезпеченою як необхідною інформацією, так і розгортанням пізнавального процесу, на основі чого студент згодом ставить мету і може скласти програму власної навчально-пізнавальної діяльності, яка переростає у дослідницьку, а на кінцевому етапі призводить до суспільного та особистісно значущого результату. Структура моделі подана схематично на рис.2.1.

За цих обставин досягнення цілей у навчанні забезпечується єдністю змістової та процесуальної складових, оптимально підібраними відповідними формами і засобами навчання, які сприяють і підтримують високий рівень ПДС і націлюють студента на усвідомлення глибоких і міцних нових знань, що корелюють між собою.

Основним компонентом процесуального блоку, через який реалізується зміст розділу «Квантова фізика», виступає фізичний практикум, серія ІНЗ та НП у самостійній роботі, які розв'язуються в полікомпонентному навчальному середовищі ЗВО, в якому передбачається і стає можливою інтеграція віртуального і реального, враховуються психолого-педагогічні, ергономічні та інші вимоги до навчального фізичного експерименту, а також реалізуються відповідні його функції, що достатньо розкриті Л. І. Анциферовим [2] та доповнені С. П. Величком [22].

Узагальнення наукових досліджень, де відображені різні функції навчального фізичного експерименту, зокрема у працях [2; 22], пропонуються можливості систематизувати їх наступним чином:

«– функція джерела знань: без експерименту неможливо визначити суттєві ознаки фізичного поняття;

– функція наочності;

– стимулююча функція – можливість експерименту посилити пізнавально-пошукову діяльність учнів та формувати стійкий інтерес до фізики;

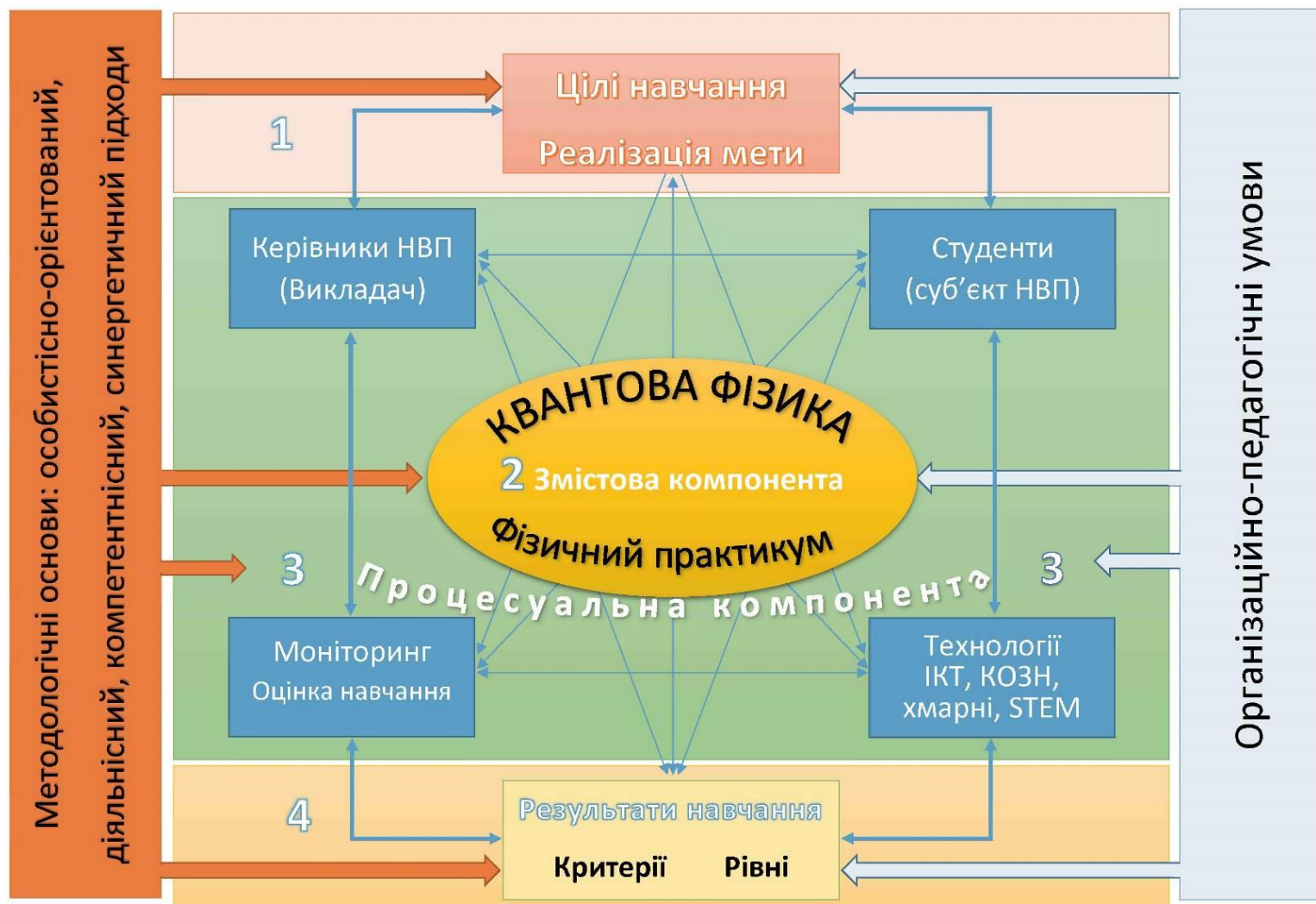


Рис.2.1. Структура моделі методичної системи розвитку НПДС з квантової фізики з використанням засобів ІКТ у фізичному практикумі

- світоглядна функція – наукове бачення навколишнього світу неможливе без спостережень за явищами, без дослідів;
- методологічна функція – дозволяє виявити етапи наукового пізнання, є джерелом протиріч, може підтвердити або спростувати певну гіпотезу;
- контролююча функція – експеримент є практичним методом навчання, тому його самостійне виконання учнем дозволяє об'єктивно оцінити рівень опанування знаннями, глибину розуміння фізики;
- виховна функція – формування позитивного відношення до праці, таких моральних якостей, як наполегливість, відповідальність, цілеспрямованість, ініціатива та ін.;
- раціонально-особистісна функція – спрямована на розвиток мислення, творчості та самостійності учнів;
- профорієнтаційно-політехнічна функція – успішно розв'язує завдання підготовки учнів до активної діяльності в різних галузях» [69, с.245].

Враховуючи, що навчальний фізичний експеримент, і зокрема практикум з розділу «Квантова фізика», виконується у полікомпонентному середовищі ЗВО, тобто будуть використані засоби ІКТ і КОЗН, ми підтримуємо таку думку І. В. Сальник і вважаємо доцільним доповнити ці функції тими, котрі характерні для запровадження КОСН і КОЗН і виокремлюються як такі:

1 – *інформативна*, яка сприяє отриманню більшої інформації про досліджуваний предмет за рахунок використання НІТН у фізичному практикумі з квантової фізики;

2 – *інтерактивна*, яка надає можливість студентові самостійно виконувати експериментальні дослідження, ІНЗ і НП, самостійно планувати і проводити досліди як у межах фізичної лабораторії, так і поза нею, до того ж виконувати експерименти необмежену кількість разів з урахуванням використання віртуальних лабораторних робіт та комп'ютерних їхніх моделей;

3 – *адаптивна* функція, яка актуалізує вимоги адаптації студента (як дослідника) до нових умов навчання у полікомпонентному навчальному середовищі. Навчальна діяльність студента саме у полікомпонентному

навчальному середовищі уможлиблює реалізацію вимог синергетичного підходу, коли і де студент, як суб'єкт навчання, може будувати власну траєкторію у навчанні, розв'язуючи проблеми самонавчання, саморозвитку і самокоригування своїх навчальних досягнень.

2.1.2. Методичні ідеї ефективного виконання фізичного практикуму з квантової фізики у створеній системі розвитку ПДС на основі КОЗН

Запроваджуючи і реалізуючи в освітньому процесі з квантової фізики особистісно орієнтований підхід та орієнтуючись на формування особистості студента як на основну мету, на суб'єкт, результат і показник ефективності навчання з обов'язковим урахуванням його індивідуальних здібностей і можливостей у різних видах навчально-пізнавальної діяльності, ми маємо забезпечити організаційно-педагогічні умови для задоволення потреб, стійких мотивів та інтересів кожного студента до вивчення основ квантової фізики внаслідок виконання фізичного практикуму з даного розділу.

За цих умов створенню успішної методики навчання фізики у запропонованій методичній системі виконання фізичного практикуму з квантової фізики буде сприяти запровадження ІКТ та інтегрований навчальний фізичний експеримент у вигляді робіт фізичного практикуму, ІНЗ, НП, НДР студентів, що дозволяють реалізувати в освітньому процесі значну кількість завдань, зокрема і завдання адаптації до навчання квантової фізики у полікомпонентному навчальному середовищі.

Узагальнення наукових досліджень [37; 40; 41; 42; 44; 53; 67; 76] дає підстави визначити багатофункціональний характер адаптації: а) – вона є важливою умовою і водночас засобом оптимізації взаємодії студента з полікомпонентним навчальним середовищем, особливо з інфокомунікативною його складовою; б) – адаптація сприяє розвитку як студента, так і навчального середовища; в) – адаптація є необхідним засобом оволодіння студентом різними видами навчальної діяльності, що ускладнюються.

За цих обставин методика навчання квантової фізики, що побудована на виконанні фізичного практикуму з використанням КОЗН, має враховувати особливості адаптації студента до сучасного полікомпонентного навчального середовища, а саме до використання нового ППЗ «Quantum Physics» та методики його запровадження у ході виконання роботи практикуму, ІНЗ чи НІ, а також враховувати такі аспекти:

1) адаптація повинна бути організована як системний, двосторонній, поетапний процес формування та розвитку когнітивних, мотиваційно-вольових, комунікативних зв'язків;

2) процес навчання повинен будуватися на основі взаємодії фізики з іншими предметами, зокрема, математикою, математичними методами фізики, теоретичною фізикою, використовувати їхні розвивальні можливості (структурування знань, чіткість формулювань, гнучкість та системність мислення, засвоєння алгоритмів роботи з інформацією і т.д.); враховувати рівень соціальної адаптації студентів та їхні індивідуальні особливості;

3) організовувати індивідуалізовану роботу студентів з використанням НІТН, виконання ІНЗ, творчих завдань, організація самоконтролю та самоперевірки результатів навчання, що забезпечує розвиток логічного, абстрактного мислення, формує необхідні уміння, дозволяє виробити навички систематичної розумової праці, що полегшує засвоєння інших профільних дисциплін, а в цілому формує професійні компетенції майбутнього вчителя.

Сучасною тенденцією розвитку методики навчання фізики, зокрема і розділу «Квантова фізика» та фізичного практикуму, є запровадження ІКТ та систем віртуальної реальності, котрі створюють умови для виконання дослідницьких пошуків згідно вимог синергетики, але з урахуванням індивідуальних особливостей кожного студента.

Як приклад реалізації синергетичного підходу, що одночасно дозволяє розкрити адаптаційну функцію експерименту, розглянемо методику виконання будь-якої із 11 лабораторних робіт з квантової фізики, що рекомендовані навчальними програмами (див. Додаток В.2).

На першому етапі для усвідомлення студентом сутності дослідження пропонується самостійно ознайомитися із темою, метою, обладнанням, теоретичними відомостями, що покладені в основу методу дослідження, та зібрати установку з метою виконання вимірювань і виконання розрахунків для формулювання висновків. По суті студент фактично знайомиться із традиційним виконанням роботи, але він робить це у властивому йому темпі і з властивою для нього послідовністю, з урахуванням ступеня готовності і знайомства як з теорією, так і з експериментальною складовою лабораторного дослідження, опрацьовуючи усю наявну інформацію про зазначені аспекти у ППЗ «Quantum Physics» незалежно від того, який аспект є для студента першочерговим, він засвоює їх усі й у повному обсязі.

На другому етапі з метою кращого ознайомлення студента з умовами проведення даної роботи та з метою якісної підготовки до її виконання на реальному обладнанні, що, безперечно, зменшує напруженість на занятті під час проведення дослідження, пропонується попередньо провести дослідження за допомогою віртуальної лабораторної роботи, яка виступає в якості моделі-тренажера. Для цього використовується ППЗ «Quantum Physics». Опановані студентом аспекти лабораторної роботи набувають певної системності й послідовності, котрі відбивають хід роботи практикуму.

Третім етапом є виконання лабораторної роботи на занятті з реальним обладнанням, одержання реальних результатів і формулювання висновків, що виконується студентом уже за відпрацьованою технологією на основі КОЗН.

Четвертий етап передбачає виконання студентом ідеального (віртуального) дослідження у повному обсязі і одержання кінцевих результатів. Фактично за цих обставин КОЗН дають можливість виконати роботу практикуму як віртуальну за допомогою ППЗ «Quantum Physics» в автоматичному режимі.

П'ятий етап виконання роботи може передбачити і зводитися до зіставлення реальних і віртуальних дослідів і порівняння у ході цих вимірювань чисельно виражених фізичних параметрів та встановлення остаточного

результату. Якщо є суттєві відмінності в одержаних результатах, то виявляються причини неточностей, відшуковуються помилки, огріхи, ліквідовуються причини і виправляються помилки та коригуються кінцеві результати.

Досвід використання розробленої і запропонованої методики підготовки та виконання робіт практикуму чи ІНЗ, НП та НДРС суттєво зменшує напруження на лабораторному занятті та в ході експериментування; студенти з готовністю проводять експериментальні дослідження, використовують пропоноване обладнання; воно не викликає у них відчуття остраху; студенти вільно користуються усіма вимірювальними приладами, не побоюючись вивести їх з ладу, або іншої причини, котра в реальних умовах стає серйозною перешкодою у виконанні дослідницького завдання.

Виконаний нами аналіз та обмін досвідом організації процесу вивчення квантової фізики у ЗВО, де проводилася експериментальна перевірка запропонованої методики виконання фізичного практикуму та методичної системи розвитку ПДС на основі засобів ІКТ і КОЗН, дозволив нам виділити такі аспекти, які можуть суттєво впливати на процес навчання квантової фізики, на розвиток навчальної діяльності студента, доводячи її до дослідницької діяльності, і на формування самого студента як майбутнього висококваліфікованого фахівця та його інтересу й позитивного ставлення до предмета вивчення. Серед цих аспектів виокремлюються наступні.

1. Фізичний практикум з курсу загальної фізики, і зокрема з розділу «Квантова фізика», дозволяє встановити логічні зв'язки у навчальному матеріалі з попередніми розділами, інтегрувати теоретичний та експериментальний методи вивчення основ (базису чи ядра) кожного розділу, що зменшує розумове навантаження студентів і сприяє створенню комфортних умов навчання студентів.

2. Використання засобів ІКТ і КОЗН у фізичному практикумі створює умови оптимізації навчального процесу за рахунок використання розробленого ППЗ «Quantum Physics» і запропонованої методики з метою виконання не лише лабораторних робіт і фізичного практикуму, а й проведення демонстрацій під

час лекційних занять, самостійних експериментальних досліджень, тобто запровадження в освітньому процесі на лекціях і практичних заняттях сучасних нових комплектів обладнання у поєднанні з електронними засобами навчального призначення і створення навчально-методичних комплексів та КОСН.

3. Віртуальні лабораторні роботи та індивідуальні експериментальні дослідження (ІНЗ, НП, різні види НДРС) можуть бути неодноразово використані для самостійного опрацювання або з метою повторення чи узагальнення окремих питань загального курсу фізики, що сприяє розвитку власної ПДС, розробці власної траєкторії навчання студента, його саморозвитку, врахуванню індивідуальних здібностей та успішну їх реалізацію.

4. Проведення робіт фізичного практикуму на основі засобів ІКТ і КОЗН дозволяє інтегрувати теоретичну та експериментальну складові загальної фундаментальної підготовки з фізики і, таким чином, сприяє з'ясуванню у ході вивчення складних теоретичних питань, одночасно поглиблюючи раніше одержані фізичні знання студентів і формуючи нові знання з квантової теорії.

5. Демонстрація фундаментальних дослідів з квантової фізики за допомогою реального обладнання й у вигляді віртуальних об'єктів та внаслідок їх поєднання (інтеграції), дозволяє розкрити істинний хід наукового пізнання, показати роль експерименту у становленні фізики як науки і переростає в досить ефективний засіб мотивації вивчення курсу загальної фізики.

6. Поєднання реального та віртуального у фізичному практикумі з квантової фізики дозволяє спростити методику виконання навчального дослідження, бо надає можливість студентові ділити його на окремі частини, які стають зрозумілими та опановуються студентом краще і легше, а на завершальному етапі можуть інтегруватися в єдину навчальну інформацію. Такий поділ, а потім поєднання дослідницького завдання дозволяє суттєво спростити експеримент з квантової фізики, зробити його доступним, надати можливість студентові самому обирати власний варіант виконання дослідження, створюючи у навчанні ситуацію успіху. Навчальна діяльність, яка приносить

успіх і задоволення, безперечно є ефективною, вона позитивно впливає на вирішення навчальної мети і розвиває особистість суб'єкта навчання, який відчуває радість від успіху за результати власної навчальної діяльності.

7. Зміст навчального матеріалу квантової фізики як розділу фізичної галузі науки, основні терміни, поняття та закони є досить складною основою квантової теорії, яка вимагає високого рівня абстрактного мислення, математичних знань, ймовірнісних уявлень, дуалістичного підходу, тому вимагає від студентів чималих зусиль для її опанування. Вихід з даної ситуації ми вбачаємо у широкому запровадженні для пояснення фізичних явищ та процесів саме за рахунок використання засобів ІКТ та КОЗН, а з метою встановлення основних закономірностей на основі широкого використання експерименту (спостережень та демонстрацій) запровадження саме НІТН з опорою на поєднання віртуального і реального експериментів та у зв'язку із предметами, що є основою даного профілю у підготовці майбутнього вчителя.

8. Використання на підготовчому етапі до фізичного практикуму з квантової фізики саме віртуальних лабораторних робіт у вигляді моделей чи тренажерів дозволяє студентові якісно підготуватися до виконання дослідницького експерименту, зменшує напруженість студента у ході дослідження, сприяє розвитку ПДС та його активності в експериментаторській діяльності, формує важливу для вчителя експериментаторську компетентність.

9. Використання під час обробки результатів експериментальних завдань підсумкової інформації у вигляді таблиць або графіків та запровадження різних можливостей ППЗ для роботи з електронними таблицями Microsoft Excel або готових ППЗ, створених в інших середовищах, значною мірою розширює потенційні можливості окремо віртуальних і реальних експериментальних та теоретичних досліджень. Такі розрахунки можуть бути досить складними і громіздкими, а КОСН і КОЗН їх можуть виконувати досить швидко, легко і точно. Отже, засоби ІКТ і КОЗН у завданнях з фізичного практикуму та з ІНЗ та НІП чи НДРС значно полегшують обробку результатів, оскільки це не вимагає

значного розумового напруження й одночасно не принижує можливості студентів з низьким рівнем математичної підготовки.

10. Виконання фізичного практикуму з квантової фізики та ІНЗ і НП в умовах полікомпонентного навчального середовища сучасного ЗВО, безперечно, розширює можливості наявної матеріально-технічної і методичної бази, усього сучасного обладнання, особливо за наявності різноманітних датчиків, електронних засобів навчального призначення, з метою формування не лише стійкого інтересу до вивчення фізики, а й активної навчальної дослідницької діяльності, формування активної життєвої позиції висококваліфікованого фахівця, висококомпетентного вчителя фізики.

Таким чином, організація індивідуальної навчально-пізнавальної діяльності студентів у процесі вивчення розділу «Квантова фізика» у педагогічних ЗВО з використанням засобів ІКТ і КОЗН передбачає поєднання віртуального і реального експериментів у фізичному практикумі з даного розділу, а також виконання кожним студентом ІНЗ, НП та НДР у спеціальному полікомпонентному середовищі, що передбачає врахування вподобань та нахилів студента, рівня розумового розвитку, наявності мотивації та ін., а також дає позитивні наслідки для успішного опанування студентом умов використання віртуально орієнтованого навчального середовища з фізики з витратою якомога меншої кількості психічних, емоційних та фізичних зусиль. Окреслені методичні прийоми успішно запроваджувалися у процесі навчання курсу загальної фізики в ході експериментальної перевірки методичної системи розвитку ПДС, методики виконання фізичного практикуму на основі навчально-методичного комплексу і ППЗ «Quantum Physics».

Методика виконання фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика» за цих обставин реалізується через відповідні загальновизнані види навчального експерименту (лабораторні роботи, індивідуальні навчальні завдання, навчальні проекти, НДРС, курсові і дипломні роботи) у зв'язку із потребою наскрізного та цілісно-системного застосування ІКТ у вивченні розділу «Квантова фізика», внаслідок чого вони доповнюються такими видами,

як імітаційний, комп'ютерний експеримент, а також реально-віртуальний експеримент.

За цих умов пропонується система ПДС з квантової фізики передбачає потреби врахування рівності та варіативності у випадку реалізації вимог синергетичного підходу: рівність навчального експерименту (навчального експериментального дослідження) потребує виконання досліду не лише у великій кількості, а й з різним змістом і ступенем складності, тобто пропонується завдання може виконуватися різними методами, засобами і різними КОЗН.

Важливою складовою процесуального компонента системи розвитку ПДС з квантової фізики та методики виконання фізичного практикуму з даного розділу є матеріально-технічне та методичне забезпечення, що, по-перше, вимагає створення та розробки відповідного комплексу обладнання на основі інтеграції віртуального та реального та ППЗ «Quantum Physics» і методичного посібника з описом методики виконання фізичного практикуму з названого розділу «Квантова фізика», які у поєднанні з електронними засобами навчального призначення легко інтегруються і входять до складу навчально-методичних комплексів вивчення інших розділів курсу загальної фізики і використовуються як для демонстраційного, так і для лабораторного експерименту, тим самим вимагаючи додаткові матеріально-технічні умови для реалізації сучасних освітніх технологій і передових методик.

Методичний аспект системи розвитку ПДС з квантової фізики на базі фізичного практикуму з використанням засобів ІКТ та КОЗН визначається через: цільову навчальну програму для реалізації поставленої мети; розробку ІНЗ різного рівня і різної складності та лабораторного експерименту; проектування ІНЕЗ, ІНДЗ, ІНТЗ, ІНМЗ та НП до кожної лабораторної роботи фізичного практикуму з квантової фізики для вироблення самостійного і оригінального стилю мислення; та з метою підготовки методичних матеріалів для реалізації в освітньому процесі з квантової фізики системи робіт фізичного практикуму дослідницького характеру.

У будь-якому науково-педагогічному дослідженні ефективність створеної методичної системи, і, зокрема, розробленої нами методичної системи ПДС з квантової фізики, перевіряється через досягнення прогнозованих освітніх цілей.

Виходячи із зазначеного, невід'ємною складовою методичної системи розвитку ПДС з квантової фізики, побудованої на базі виконання фізичного практикуму, є *результативно-діагностичний блок*, складовими якого є критерії та рівні сформованості емпіричних і теоретичних знань, рівні досягнень студентів: з одного боку, у вивченні змісту навчального матеріалу з квантової фізики; а з другого боку – виявлення й оцінка активності студентів, визначення рівнів навчальної діяльності, що дозволяє встановити загальну педагогічну ефективність самої системи та провести відповідне коригування суб'єктами навчально-виховного процесу досягнутих результатів.

Таким чином, створена методична система розвитку ПДС з квантової фізики відповідно до вимог (див.п.1.4) є відкритою системою, здатною змінюватись під дією зовнішніх впливів, до яких ми відносимо вимоги суспільства, вимоги стандартів, основних ідей діючої концепції розвитку освіти, тенденцій розвитку педагогічних систем тощо.

Реалізація змісту та завдань у методичній системі повинна базуватися на дотриманні відповідних методологічних підходів в організації і реалізації освітнього процесу з квантової фізики засобами ІКТ і КОЗН у полікомпонентному навчальному середовищі сучасного ЗВО з урахуванням діяльнісного, системного, особистісно-орієнтованого, компетентнісного та синергетичного підходів.

Працюючи над планомірним процесом створення ефективно діючої методичної системи навчання фізики у ЗВО, не можна випускати із поля зору і ту обставину, що на формування будь-якої педагогічної системи й у освітньому процесі загалом, не можуть не впливати і такі чинники, як ***організаційно-педагогічні умови***: конкретний навчальний заклад, де проходить навчання фізики; особливості організації освітнього процесу у зв'язку із підготовкою фахівця за профілем навчання фізики; забезпечення навчально-

виховних впливів вищої ефективності, зокрема, проявлення синергетичного ефекту; створення умов позитивної навчальної мотивації; тісний зв'язок траєкторій індивідуального психологічного розвитку, предметно-перетворювальної діяльності суб'єкта та соціальних запитів суспільства; визначення рівня попередньої підготовки до використання інформаційних технологій, який визначає індивідуальну траєкторію навчання; відповідність змісту системи сучасним тенденціям розвитку та стандартам освіти, що передбачають самонавчання, самоаналіз, самокоригування; а також матеріально-технічне забезпечення навчального закладу, що дозволяє запроваджувати сучасні освітні технології, ІКТ, хмарні та STEM-технології й дидактичні основи інтеграції реального й віртуального навчального експерименту з квантової фізики.

Отже, запропонована нами методична система ПДС з квантової фізики, що реалізується через фізичний практикум на основі засобів ІКТ і КОЗН, є поліструктурною, відкритою, динамічною. Ця система реалізується у сучасному полікомпонентному навчальному середовищі і передбачає таку діяльність викладача та студента, яка ґрунтується на діалогічності, взаєморозумінні й орієнтації на задоволення потреб і нахилів кожного суб'єкта освітнього процесу. Запропонована методична система успішно апробована в освітньому процесі з курсу загальної фізики ряду ЗВО на основі створеного навчально-методичного комплексу та ППЗ «Quantum Physics» і посібників [87; 90], де розкрита методика запровадження зазначеного комплексу та особливості її реалізації.

2.2. Навчально-методичний комплекс для реалізації методики виконання фізичного практикуму у системі розвитку ПДС

Сучасний рівень розвитку фізичної галузі науки, одночасно як і розвиток інших природничих наукових галузей в цілому у світі, характерний досить високим науковим рівнем. Відтак, природним виглядає твердження і про те, що і зміст, і методика навчання курсу загальної фізики у педагогічних ЗВО, а також у вищих закладах, де готують фахівців, професійний напрямок діяльності яких

пов'язаний (або споріднений) із фізикою, підтверджує цей рівень як щодо змістової компоненти запропонованої методичної системи розвитку ПДС, так і стосовно методичної її компоненти. За цих обставин маємо зазначити, що і методика навчання фізики у ЗЗСО також має відображати усі сучасні досягнення фізичної науки у шкільному курсі фізики згідно дидактичних принципів навчання і не повинна помітно відходити від рівня досягнень сучасної фізичної галузі науки. Таким чином, учні у ЗЗСО і студенти у ЗВО повинні володіти основними знаннями про важливі і найбільш цікаві відкриття та розробки у галузі фізики.

Тут ми хочемо загострити увагу на тому, що дане твердження справедливо відбиває сутність і методику навчання всіх розділів фізики, включаючи і завершальний розділ «Квантова фізика», бо воно пов'язане із вивченням зазначеного розділу майбутніми вчителями, що мають бути готовими на сучасному науковому рівні викладати усі розділи курсу фізики.

Однак, реальність рівнів сучасного стану опанування навчальним матеріалом випускниками ЗЗСО й у ЗВО підтверджують їхню некорельованість, вони помітно відрізняються один від одного. Причину такої неузгодженості стосовно опанування змісту навчального матеріалу розділу «Квантова фізика» як у шкільному, так і в загальному курсі фізики обумовлена специфікою його змісту.

1. Розділ курсу фізики називається «Квантова фізика» і він охоплює матеріал про квантові властивості випромінювання, квантові властивості атомів та елементи ядерної фізики, де працюють і проявляються квантові уявлення, але з урахуванням ще глибших і витончених ідей і поглядів про квантові ефекти.

Тому матеріал змісту зазначеного розділу має важливе пізнавальне значення, оскільки він, по-перше, узагальнює перші уявлення: відомості про мікросвіт, що формуються на основі попередніх знань з розділів курсу фізики; по-друге, новий, квантовий погляд на уся сукупність явищ мікросвіту доповнює і суттєво розширює формування фізичної картини світу.

2. Вивчення квантової фізики вносить досить вагомий і значний вклад у формуванні діалектико-матеріалістичного світогляду людини, і зокрема молодого покоління, котре розглядає проникнення людини у пізнання мікросвіту, який хоча й є не так уже легко доступним для його безпосереднього (тактильного) сприйняття органами чуттів людини, але все-таки закріплює ідею про пізнаваність оточуючого світу, а також підтримує ідею про безмежність процесу пізнання.

До того ж у розділі «Квантова фізика» ілюструється роль практики та експерименту як джерела знань й критерію істинності теоретичних конструктів і побудов людини, ілюструється метод пізнання, тобто одержання нових знань, який реалізується через виникнення нових наукових фактів і накопичення експериментальних даних, висунення гіпотез, виведення наслідків із них та їх перевірка експериментом, побудова послідовної теорії і відкриття за її допомогою нових, невідомих раніше явищ, створення на основі фізичної теорії нової техніки, що суттєво посилює практичну спрямованість фізичної галузі науки, включаючи і її розділ «Квантова фізика».

3. На прикладі корпускулярно-хвильового дуалізму розкривається один з найбільш загальних законів діалектики – закон єдності і боротьби протилежностей, а на прикладах взаємодії фотонів з речовиною доводиться взаємозв'язок кількісних і якісних характеристик об'єкта, що реалізує міжпредметні, діючі зв'язки із суспільствознавством.

4. В розділі «Квантова фізика», де вивчається атомна і ядерна фізика, розглядаються й аналізуються методи спектрального аналізу, елементи лазерної техніки і технології, що, безперечно, розкриває практичну значущість матеріалу та його практичне використання. Отже, стислий аналіз змісту розділу «Квантова фізика» (що нами виконаний у п.1.2.2) та значення методики його вивчення засвідчують його вагому освітню, виховну і розвивальну функції і не лише в закладах середньої освіти, а й загострюють увагу на ту серйозну проблему, яку слід уособлено виділяти під час вивчення цього розділу у курсі загальної фізики, та визначають роль цього розділу у зв'язку з формуванням основних

нових понять і законів квантової фізики на завершальному етапі фізичної освіти у ЗВО, де готують майбутніх учителів фізики та фахівців, професійна діяльність яких пов'язана чи споріднена із фізикою. При цьому виникає проблема не лише наповнення курсу загальної фізики новим змістом і матеріалом з квантової фізики, а й створення сучасного методичного забезпечення для вивчення цього матеріалу у доступній для студентів формі, не збільшуючи при цьому обсяг годин (див. п.1.2.2), відведених навчальною програмою [95] на вивчення відповідного розділу.

На нашу думку, зазначену проблему слід вирішувати через розробку такого навчально-методичного комплексу, який забезпечує виконання реального експерименту у вигляді лабораторних робіт фізичного практикуму, що є основою отримання емпіричного знання та слугує базою для набуття студентами експериментаторських компетенцій, і посилює та актуалізує роль і значення віртуального експерименту, який, з одного боку, посилює теоретичний рівень опанування непростого за змістом навчального матеріалу з квантової фізики, унаочнює ту його частину, яка в умовах реального кабінету фізики не може бути відтворена, а з другого боку, – візуалізує, моделює експериментальні завдання і навчальні проекти, дозволяє їх поділяти на окремі складові, сприяючи розумінню їхньої сутності й усвідомленню їх студентами. Такий навчально-методичний комплекс передбачає наявність і створення умов для проведення експериментів у полікомпонентному навчальному середовищі сучасного навчального закладу, у якому одночасно розвивається й посилюється роль самостійної ПДС, проявляючись як творча навчально-дослідницька діяльність майбутнього вчителя фізики, що наближена до його професійної діяльності. У цьому разі доцільно дати аналіз і з'ясувати сутність базових технічних аспектів, які покладені в основу створення комп'ютерно-орієнтованого навчально-методичного комплексу «Quantum Physics» і є підставою для одночасної оцінки та з'ясування ролі віртуальної складової у процесі відтворення навчального експерименту засобами ІКТ. За цих обставин корисно показати, як за допомогою КОЗН відбувається моделювання реального

досліді і подання його окремих елементів віртуально для опанування ними студентом у процесі підготовки до виконання роботи практикуму. Одночасно доцільно проілюструвати і той етап у підготовці до виконання роботи, що пов'язаний із усвідомленням сутності окремих моментів у ході виконання експериментального дослідження як інтегрованого представлення окремих віртуальних складових у вигляді їхньої єдиної сукупності. Зазначений етап є важливим, бо саме на цих основах базується методика запровадження створеного КОЗН «Quantum Physics» у виконанні фізичного практикуму, ІНЗ та НП як наслідок самостійної навчальної діяльності студента, яка при цьому реалізується у полікомпонентному навчальному середовищі, вдосконалюється і одночасно зазнає суттєвого розвитку у зв'язку з інтегральними процесами між реальною та віртуальною складовими у пізнанні та навчанні.

2.2.1. Методологічні основи програмного забезпечення методики виконання фізичного практикуму з квантової фізики

Якість створюваного педагогічного програмного забезпечення (ППЗ) великою мірою обумовлена методологічними підходами й основними базовими параметрами, які обираються у ході його розробки [55]. Під час створення ППЗ для забезпечення сучасної методики виконання фізичного практикуму з квантової фізики ми концентрували свою увагу на таких методологічних основах.

1. Вибір мови програмування є важливою частиною роботи в реалізації зазначеної задачі. Ознакою правильного вибору мови програмування може бути використання для розробки програмної реалізації існуючих бібліотек цієї мови.

Початковим набором мов програмування для написання програми були C++, Java і Python. Важливою частиною розробки програмної реалізації є наявність бібліотек для реалізації графічного інтерфейсу. З цих міркувань мовою для написання програми було обрано Java. Значною перевагою мови Java є її кросплатформність. Кросплатформність на рівні мов програмування досягається через забезпечення незалежності програмного коду від платформи.

Багатофункціональними є сучасні високорівневі мови програмування, для яких реалізовані транслятори, що можуть виконуватися на різних платформах. Кросплатформність Java забезпечує можливість її використання для будь-яких операційних систем таких, як Windows, Mac і Linux (при умові наявності реалізації Java Development Kit для цієї операційної системи).

2. Побудова апроксимуючої функції. Нехай під час виконання лабораторної роботи з фізики, наприклад, зняття характеристик транзистора (струм у провіднику бази транзистора вибрано $0,2 \text{ мкА}$), отримуємо такі експериментальні дані – функціональну залежність струму колектора від напруги між колектором і емітером, – що представлені таблицею 2.1.

Таблиця 2.1

Результати для встановлення залежності струму колектора від напруги між колектором та емітером транзистора

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$U_{I-k}, \text{ В}$	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2	0,4	0,6	1	1,4	1,8	2,2	2,6	3
$I_k, \text{ мА}$	0,0001	0,0020	0,0032	0,0035	0,0036	0,0040	0,0043	0,0049	0,0051	0,0053	0,0055	0,0058	0,0061

Як відомо, задача наближення функцій полягає в заміні на множині X функціональної залежності $f(x)$, яка задана у вигляді таблиці (формули, графіка або в неявному вигляді) більш простою наближаючою функцією $\varphi(x)$ на цій множині так, щоб відхилення від функції $f(x)$ на заданій множині було мінімальним. Функція $\varphi(x)$ у цьому випадку називається апроксимуючою функцією для $f(x)$. Якість апроксимації, тобто близькість функції $\varphi(x)$ і $f(x)$, оцінюють по-різному. Це залежить від метрики, яка вводиться у функціональних просторах. Відомим методом наближення функцій є *метод найменших квадратів* (МНК), який запропонували відомі математики К. Гаусс і А. Лежандр [26].

Для програмування віртуального експерименту нами встановлено вигляд емпіричної формули, знайдено її параметри з використанням МНК наступним чином. Для розв'язання цього завдання нами використано перевірку

аналітичних критеріїв існування певної залежності, а саме на заданому відрізку зміни незалежної змінної x вибираємо дві точки, досить надійні і розміщені якомога далі одна від одної, наприклад, точки x_1, x_{13} ; потім обчислюємо значення, яке є середнім арифметичним, середнім геометричним та середнім гармонійним значень x_1, x_{13} :

$$x_{\text{арифм}} = \frac{x_1 + x_{13}}{2} = \frac{0,04 + 3}{2} = 1,52,$$

$$x_{\text{геом}} = \sqrt{x_1 \cdot x_{13}} = \sqrt{0,04 \cdot 3} \approx 0,34641,$$

$$x_{\text{гарм}} = \frac{2x_1 \cdot x_{13}}{x_1 + x_{13}} = \frac{2 \cdot 0,04 \cdot 3}{0,04 + 3} \approx 0,07895.$$

Маючи значення y_1 і y_{13} , аналогічно обчислюємо і відповідні значення залежної змінної y :

$$y_{\text{арифм}} = \frac{y_1 + y_{13}}{2} = \frac{0,0001 + 0,0061}{2} = 0,0031,$$

$$y_{\text{геом}} = \sqrt{y_1 \cdot y_{13}} = \sqrt{0,0001 \cdot 0,0061} \approx 0,000781,$$

$$y_{\text{гарм}} = \frac{2y_1 \cdot y_{13}}{y_1 + y_{13}} = \frac{2 \cdot 0,0001 \cdot 0,0061}{0,0001 + 0,0061} \approx 0,000197.$$

Далі, користуючись даною таблицею значень $(x_i; y_i)$, для значень $x_{\text{арифм}}$, $x_{\text{геом}}$, $x_{\text{гарм}}$ знаходимо відповідні їм значення функції; якщо їх немає в таблиці, обчислюємо їх за допомогою лінійної інтерполяції:

$$x_{\text{арифм}} = 1,52 \in [1,4; 1,8]; \text{ за двома точками } (1,4; 0,0051) \text{ і } (1,8; 0,0053)$$

складаємо рівняння прямої $\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}$ і знаходимо з цього рівняння

значення $y = \frac{(x - x_1)(y_2 - y_1)}{x_2 - x_1} + y_1$ у точці $x_{\text{арифм}}$:

$$y(x_{\text{арифм}}) = \frac{(1,52 - 1,4) \cdot (0,0053 - 0,0051)}{1,8 - 1,4} + 0,0051 \approx 0,00516.$$

Аналогічно: $x_{геом} = 0,34641 \in [0,2; 0,4]$; за двома точками $(0,2; 0,0036)$ і $(0,4; 0,0040)$ складаємо рівняння прямої та знаходимо з цього рівняння значення

$$y = \frac{(x - x_1)(y_2 - y_1)}{x_2 - x_1} + y_1 \text{ у точці } x_{геом}:$$

$$y(x_{геом}) = \frac{(0,34641 - 0,2) \cdot (0,0040 - 0,0036)}{0,4 - 0,2} + 0,0036 \approx 0,00389.$$

Аналогічно: $x_{гарм} = 0,07895 \in [0,04; 0,08]$; за двома точками $(0,04; 0,0001)$ і $(0,08; 0,0020)$ складаємо рівняння прямої та знаходимо з цього рівняння значення

$$y = \frac{(x - x_1)(y_2 - y_1)}{x_2 - x_1} + y_1 \text{ у точці } x_{гарм}:$$

$$y(x_{гарм}) = \frac{(0,07895 - 0,04) \cdot (0,0020 - 0,0001)}{0,08 - 0,04} + 0,0001 \approx 0,00195.$$

Починаємо порівнювати між собою з одного боку $y_{арифм}$, $y_{геом}$, $y_{гарм}$ (0,0031; 0,000781; 0,000197) та $y(x_{арифм})$, $y(x_{геом})$, $y(x_{гарм})$ (0,00516; 0,00389; 0,00195) з іншого (шукаємо модулі різниць), які ілюструє таблиця 2.2.

Таблиця 2.2

Порівняння значень фізичних параметрів та їхніх функцій

	0,0031	0,000781	0,000197
0,00516	0,00206	0,004379	0,004963
0,00389	0,00079	0,003109	0,003693
0,00195	0,00115	0,001169	0,001753

У даній задачі отримаємо, що середньому геометричному незалежної змінної найкраще відповідає середнє арифметичне залежної змінної (найменша різниця), а тому залежність є логарифмічною, тобто має вигляд $y = a \ln x + b$.

Застосувавши МНК для нових змінних $X = \ln x$ і $Y = y$, обчислюємо квадрати нових змінних X^2 та добутки $X \cdot Y$, маємо (див. таблицю 2.3).

Обчислюємо суми стовпців: $\sum_{i=1}^{13} X_i = -8,9671637$; $\sum_{i=1}^{13} Y_i = 0,0534$,
 $\sum_{i=1}^{13} X_i^2 = 31,4854838$ та $\sum_{i=1}^{13} X_i Y_i = -0,00888099$, враховуємо, що $n = 13$.

Складаємо систему: $\begin{cases} 13a - 8,9671637b = 0,0534, \\ -8,9671637a + 31,4854838b = -0,00888099, \end{cases}$ розв'язавши

яку, отримаємо, що коефіцієнти $a = 0,0011054$, $b = 0,0048717$, $Y = a \cdot X + b$. А тоді кінцева відповідь виглядає так: $y = 0,0011054 \cdot \ln x + 0,0048717$.

Або $I_k = 0,0011054 \ln U + 0,0048717$. Саме ця апроксимуюча функція була використана у програмі для струму у провідниках бази транзистора, який рівний $0,2 \text{ мкА}$.

Таблиця 2.3

Таблиця для обчислення параметрів апроксимуючої функції

№	$X = \ln x$	$Y = y$	X^2	$X \cdot Y$
1	-3,2188758	0,0001	10,36116158	-0,00038627
2	-2,5257286	0,0020	6,379305185	-0,00505146
3	-2,1202635	0,0032	4,495517463	-0,00678484
4	-1,8325815	0,0035	3,358354821	-0,00641404
5	-1,6094379	0,0036	2,590290394	-0,00579398
6	-0,9162907	0,0040	0,839588705	-0,00366516
7	-0,5108256	0,0043	0,260942818	-0,00219655
8	0	0,0049	0	0
9	0,33647224	0,0051	0,113213566	0,001716008
10	0,58778666	0,0053	0,345493163	0,003115269
11	0,78845736	0,0055	0,621665009	0,004336515
12	0,95551145	0,0058	0,913002122	0,005541966
13	1,09861229	0,0061	1,206948961	0,006701535

На рисунку 2.2 наведені графіки реального експерименту (точки або пунктирна лінія) і отриманої апроксимуючої функції.

Для інших значень струму у провідниках бази транзистора були отримані такі апроксимуючі функції, що представлені таблицею 2.4. Ці апроксимуючі функції нами використовувалися при створенні програмного педагогічного продукту для виконання лабораторних досліджень у фізичному практикумі з квантової фізики.

У роботі використовувалось також наближення експериментальних даних за допомогою *поліномів високих степенів* (див. Додаток В 1).

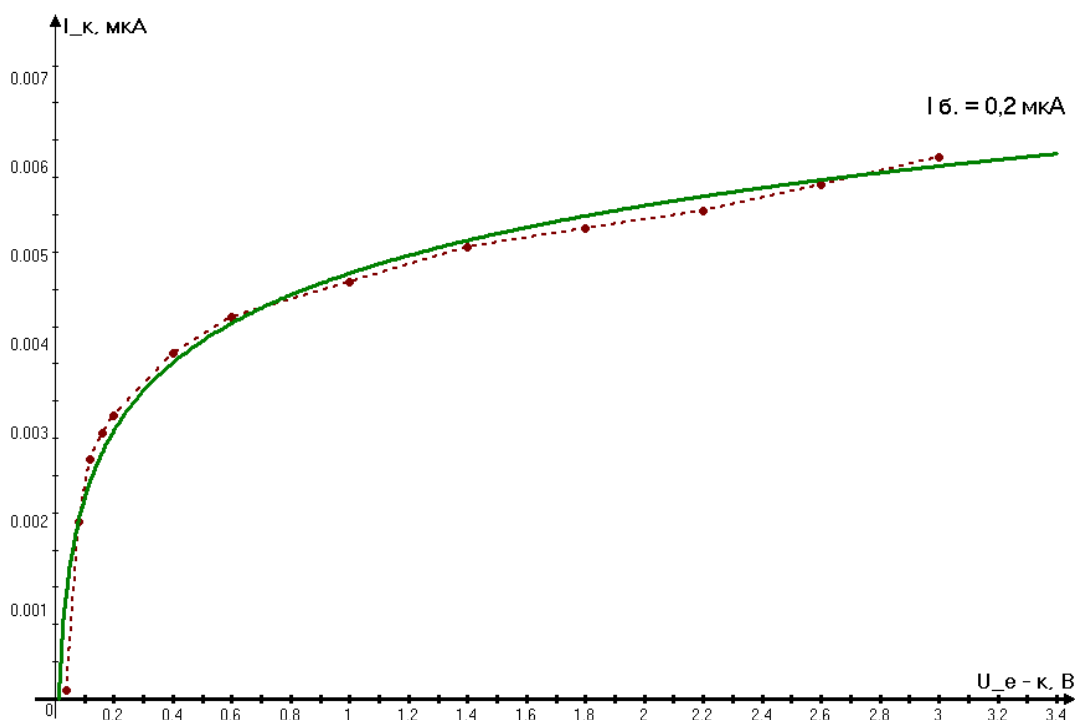


Рис. 2.2. Графіки $I = f(u)$ в реальному експерименті (пунктирна лінія); отримана апроксимуюча функція.

Таблиця 2.4

Результати, що дають можливість отримати апроксимуючі функції при створенні ППЗ

$I_{баз}$	Апроксимуюча функція
0,1	$I_k = 0,0003023 \cdot \ln U + 0,0018085$
0,2	$I_k = 0,0011054 \cdot \ln U + 0,0048717$
0,3	$I_k = 0,0011566 \cdot \ln U + 0,0056324$
0,4	$I_k = 0,0015683 \cdot \ln U + 0,0072887$

$I_{баз}$	Апроксимуюча функція
0,5	$I_k = 0,0016793 \ln U + 0,0088814$
0,6	$I_k = 0,0021153 \ln U + 0,0105283$
0,7	$I_k = 0,0023819 \ln U + 0,0117969$
0,8	$I_k = 0,0027063 \ln U + 0,0132744$
0,9	$I_k = 0,0026614 \ln U + 0,0138435$

2.2.2. ППЗ «Quantum Physics» як засіб підтримки пізнавальної діяльності студентів у фізичному практикумі

Широке впровадження сучасних інноваційних технологій навчання (СІТН) у систему підготовки фахівців з вищою освітою передбачає підвищення ролі і значущості та виділення більшого часу саме на самостійну роботу студентів. Ця обставина є доволі ваговою та актуальною, бо вона сприяє підвищенню рівня професійної підготовки фахівців і поряд з цим створює реальні й досить ефективні умови у зв'язку із формуванням особистості самого фахівця, а також у зв'язку з вихованням у нього позитивних рис для досягнення бажаного результату. При цьому важливо усвідомлено запроваджувати й обирати найбільш сприятливі оптимальні методи і прийоми та навчальні засоби з урахуванням об'єкта вивчення.

На нашу думку, варто конкретизувати й одночасно виокремити зазначений вид НПД студента, оскільки обсяг та особливості самостійної пошукової діяльності студента з фізики, з одного боку, визначаються з урахуванням специфіки і змісту навчальної дисципліни, її місця та значення і дидактичної мети в реалізації освітньо-професійної програми у процесі підготовки фахівця, а з другого – вони залежать від того, яка кількість практичних, семінарських і лабораторних занять передбачена у освітньому процесі; як і той фактор, який ілюструє наскільки такі заняття можуть бути забезпечені реальними навчальними дослідженнями; як і наскільки наявні засоби та навчальне обладнання дає можливість створити відповідне навчальне середовище, у якому можна

створити оптимальні умови, щоб виконувати основні дослідження чи спостереження за конкретними явищами і процесами; наскільки використані навчальні прилади дозволяють якісно і кількісно оцінювати фізичні процеси та вимірювати конкретні фізичні параметри, робити кількісні розрахунки для визначення постійних величин, порівнювати їх із табличними результатами.

При цьому, на нашу думку, підвищеної уваги тут заслуговує саме вивчення розділу «Квантова фізика» у курсі загальної фізики і обґрунтовується це такими причинами: по-перше, саме цей розділ потребує конкретних пропозицій у зв'язку із недостатнім забезпеченням його реальними дослідницькими завданнями, відповідними роботами фізичного практикуму, ІНЗ і НП та експериментальними вправами; по-друге, цей розділ потребує саме таких пропозицій, які можуть бути змодельовані комп'ютерною технікою за допомогою відповідних ППЗ, а відтак можуть бути виконані віртуально за допомогою КОЗН; по-третє, за умов, коли на самостійне вивчення основного змісту з розділу студенту виділяється не менше 50% навчального часу (див. п.1.2.2), а зміст та методика вивчення цього матеріалу повинні бути представленими певною системою завдань, вправ, лабораторних робіт і проектів та дослідницьких ІНЗ і завдань творчого характеру, що виконуються студентами індивідуально і зазвичай у вигляді самостійної роботи.

Отже, важливість та актуальність наукового дослідження з методики навчання фізики за обраним напрямом, пов'язаним із розвитком ПДС у ході виконання фізичного практикуму з використанням КОЗН, визначається необхідністю вирішення таких суперечливих проблем, до яких ми відносимо:

1 – запровадження ІКТ ми розглядаємо як прогресивний напрям розвитку самостійної роботи студентів у процесі навчання фізики, але методика використання КОЗН для забезпечення індивідуальної ПДС та для організації цілеспрямованої його навчальної діяльності у процесі вивчення квантової фізики розроблена недостатньо;

2 – проблема вдосконалення фізичної освіти, що пов'язана із посиленням ролі і значущості самостійної ПДС як суб'єкта цього процесу, традиційно отримувала мало уваги, особливо за цих умов недостатньо запроваджувалася

така форма роботи, як виконання фізичного практикуму та розв'язування фізичних ІНЗ та НП. Зазначені обставини не дають студентам чіткого бачення та усвідомлення сутності дидактичної проблеми побудови процесу навчання фізики на основі тісного і широкого поєднання їхньої самостійної роботи із засобами ІКТ та комп'ютерної техніки;

3 – розвиток самостійної роботи студентів з фізики через поєднання її із КОЗН передбачає значне посилення ролі різних видів індивідуальних завдань, однак у методиці навчання фізики відсутні саме такі завдання, що відносяться до індивідуальних, а також відсутня їх класифікація та узгодження із запроваджуваними у вивченні квантової фізики видами ПДС. Тому є потреба подальшої розробки як ІНЗ і різних її видів, так і методичних розробок про ефективне вивчення змісту цього розділу та розробки відповідних посібників з рекомендаціями щодо їх розв'язування;

4 – розвиток самостійної роботи студентів вимагає використання системного підходу до реалізації різних видів ІНЗ, що розвивають методичну систему навчання фізики на синергетичній основі, а проблема щодо вивчення квантової фізики є надто важливою, хоча й у часовому вимірі вона завершує процес вивчення загального курсу фізики і виступає завершальним підсумковим етапом цього процесу.

Аналіз раніше виконаних науково-педагогічних досліджень, і зокрема праць В. Ю. Бикова [10], М. І. Жалдака [38; 39], М. І. Шута [96], а згодом С. П. Величка [22], Ю. О. Жука [40; 41], В. Ф. Заболотного [43], О. І. Іваницького [51], О. С. Мартинюка [60; 61], І. В. Сальник [69], Н. Л. Сосницької [77] та інших, а також досліджень О. А. Забари [42], О. В. Задорожної [44], С. Г. Ковальова [53], Ю. О. Жука, О. М. Соколюк та ін. [63], О. В. Слободяник [74], Д. В. Соменка [76] переконує у справедливості такого твердження, що з метою підвищення ефективності самостійної пошукової роботи студентів, крім забезпечення правильного співвідношення обсягу аудиторної та самостійної роботи у позанавчальний час і методично виваженої її організації, досить вагомим, важливим і педагогічно виваженим

має бути розгляд та аналіз індивідуальної ПДС у поєднанні з відповідними програмно-педагогічними продуктами багатофункціонального призначення, до того ж вагомою є проблема забезпечення кожного студента методичними рекомендаціями, щоб процес цієї роботи набув творчого характеру з одночасною можливістю постійного обліку і контролю за станом організації і безпосереднім ходом самостійної роботи, бо саме це заохочує студента якісно виконувати справи і завдання [74; 84].

Досить вагомим у спробі створити КОЗН для виконання фізичного практикуму для різних дидактичних цілей є те, що студентів надається можливість підвищити і якісний, і кількісний рівень знань про досліджуваний мікрооб'єкт у квантовій фізиці. Зазначене призводить до формування системи інтегрованих фізичних знань, дієвих умінь і навичок запроваджувати набуті знання у майбутній професійній діяльності, а в цілому сприяє формуванню професійних якостей особистості майбутнього вчителя фізики та професійної його компетентності.

На нашу думку, значно вагомішою є проблема розробки і створення навчального комплексу з природничих дисциплін (зокрема, з фізики, хімії, біології, астрономії та ін.) для вивчення об'єкта дослідження на основі віртуального експерименту [11; 13; 37] або ж навчально-методичного комплексу, в якому розробляється одночасно і нове обладнання, і новий програмний продукт у поєднанні та з урахуванням можливостей реалізації його багатофункціональності, що реалізує всі можливі варіанти і всі функції окремо та поєднано (інтегровано) [12; 20; 23; 53]. У цьому випадку виправданим залишається використання різноманітних багатофункціональних КОЗН й особливо тих засобів, що пропонуються саме під час вивчення квантової фізики, фізики атома та використання засобів ІКТ як елементів дослідницької установки чи вимірювальних приладів [19; 20] з ядерної фізики тощо.

Крім того, маємо підкреслити ще одну важливу для навчального процесу обставину, на яку серйозну увагу звертає академік О. І. Ляшенко [58]. Його застереження полягає у тому, що у фізичній освіті між конкретно-предметним

видом діяльності студента і абстрактно-логічним його мисленням виокремлюється ще один етап, який пов'язує перехід від емпіричного пізнання до теоретичного узагальнення в разі запровадження засобів ІКТ.

Наш аналіз нас переконав, що зазначений етап обумовлений і об'єктивними закономірностями розвитку особистості майбутнього вчителя і разом з тим забезпечує конкретність і наочність досліджуваного об'єкта та теоретичних понять і доводить ідею до розуміння її як інтеграцію фундаментальних знань, які формуються тісним поєднанням й узагальненням висновків, що впливають із віртуальних і реальних уявлень про явища і процеси реального світу, включаючи і мікро-, і макрооб'єкти.

Отже, з урахуванням зазначеного, нами запропоновано було ППЗ «Quantum Physics» до лабораторних робіт практикуму з квантової фізики, що пропонується для використання студентами спеціальності «Фізика» [83; 90].

Таким чином, в результаті нашого дослідження студент отримує можливість на основі запропонованого ППЗ та засобу ІКТ, виконуючи кожен із робіт практикуму, самостійно набувати предметних та професійних компетентностей і реалізувати їх на основі взаємопов'язаного запровадження віртуального та реального навчального експериментів з квантової фізики. Такі можливості обумовлені і реалізуються завдяки тому, що створений новий багатофункціональний програмний продукт містить відповідні модулі, кожен з яких функціонує окремо і поєднаний з іншими.

Отже, у нашому варіанті у створеному ППЗ виокремлюються такі модулі:

1 – модуль, який подає номер, назву, тему, мету роботи та запроваджуване обладнання для виконання лабораторного дослідження чи вирішення ІНЗ, НП або ж фрагмента НДР;

2 – модуль, який подає теоретичні основи і розкриває теоретичні відомості до роботи практикуму з можливістю з'ясування фізичних основ опису досліджуваних явищ і процесів та коротким аналізом відповідних законів і закономірностей, що описують ці явища, а також представлена система математичних виразів, що описують фізичні основи з метою визначення

фізичного параметра або величини, котру треба визначити;

3 – модуль візуалізації лабораторної установки, що ілюструє виконання віртуального експерименту, який 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;

5 – модуль виконання математичних розрахунків з метою визначення відповідного параметра, який передбачено встановити метою роботи і завданням для обов'язкового визначення конкретної величини, залежності, закону, константи. Цей модуль не може бути переглянутим візуально;

6 – модуль визначення похибок вимірювань та похибок визначення кінцевого результату в роботі (не подається для візуалізації, а лише для виконання покладеної на нього функції);

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

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

Подібне ППЗ з відповідними окремими модулями та можливістю їх інтеграції як єдиного послідовного і завершеного дослідження дає можливість реалізувати такі варіанти у процесі підготовки студентів та виконанні ІНЗ і НП та взагалі під час організації індивідуальної НПД студентів у фізичному практикумі з метою виконання відповідної дослідницької роботи:

Перший із варіантів – є пропедевтичний, для ознайомлення студента із усіма аспектами виконуваної роботи. Він передбачає вивчення кожного із модулів окремо за допомогою відповідного ППЗ і ПК і дає можливість студентів готуватися до роботи практикуму у будь-яких умовах, працюючи із власним ноутбуком чи домашнім комп'ютером або ж реалізувати дистанційне

навчання. При цьому під час комп'ютерного моделювання 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 та кінцевих результатів у ході експерименту, а також варіант їх узагальнення і висновку з відповідними загальними підсумками і похибками вимірювань.

Таким чином, перший варіант розглядається як підготовчий з усіх аспектів виконуваної роботи практикуму чи ознайомлення із сутністю та виконанням навчального проекту або індивідуального навчального завдання. Цей варіант не виключає можливостей підготовки студента і в лабораторії, а кожний модуль є окремим і незалежним від інших модулів предметом вивчення, що дозволяє кожному студенту легше й активно опанувати його зміст, зрозуміти його і потім реалізувати під час виконання реального експериментального завдання чи дослідження.

Другий варіант фактично забезпечує виконання реального дослідження у ході виконання роботи фізичного практикуму у ході 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 та 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 усіх передбачуваних блоків від першого до завершального етапу виконання дослідження.

Третій варіант дає можливість здійснити експериментальне дослідження суто у комп'ютерному (змодельованому) варіанті, він є ідеалізованим і досить точно відповідає усім теоретичним передбаченням ходу і результату експериментування, і таким чином він є взірцевим.

За цих обставин і його кінцевий варіант також є ідеальним. Тому його студент може використовувати як зразок, до якого мають наближатися результати виконаної лабораторної роботи, що мають певні відхилення у реальному дослідженні. Відтак, у третьому варіанті ППЗ і ПК забезпечують автоматичне виконання роботи практикуму, що потім у зіставленні результатів та їх порівнянні дає підстави студентові бути упевненим в успішності виконаної роботи.

Згідно з розглянутими науково-методичними засадами (п.1.4) та з урахуванням запропонованої методики цілеспрямованого керування індивідуальною діяльністю студентів розроблені ППЗ до лабораторних робіт фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика», що є базовим у підготовці майбутніх учителів фізики в Центральноукраїнському державному педагогічному університеті імені Володимира Винниченка.

2.3. Методика використання ППЗ «Quantum Physics» для виконання робіт фізичного практикуму з квантової фізики

Лабораторний практикум з розділу «Квантова фізика» у курсі загальної фізики вищого закладу освіти, що пропонується студентам у ЦДПУ ім. В. Винниченка, об'єднує одинадцять самостійних лабораторних досліджень [83; 87; 90]. Тематика і зміст навчального матеріалу з розділу, планування лекційних, практичних та лабораторних занять, а також самостійної роботи студентів узгоджені з галузевим стандартом вищої освіти за напрямом підготовки «Фізика» та робочою програмою навчальної дисципліни з курсу «Загальна фізика: Квантова фізика» (Додаток В 2).

До кожної лабораторної роботи студентам пропонуються інструктивні матеріали і вказівки, які включають назву теми і мету роботи, перелік обладнання і матеріалів, короткі теоретичні відомості, аналіз схеми установки, хід роботи, завдання та контрольні запитання. До кожної роботи практикуму передбачається запропонувати студентам по 4 індивідуальних навчальних завдання (теоретичного, експериментального, дослідницького та методичного

характеру) і виконання одного навчального проекту [87], які передбачають дослідницьку ПДС у ході їх виконання.

В описах до лабораторних робіт дається коротка інформація про будову, принцип роботи основних приладів та пропозиції щодо виконання запропонованих дослідницьких експериментів і додаткових завдань.

Таким чином, студент за наслідками фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика» на досить високому рівні опрацьовує як теоретичну складову, так і практичну (експериментаторську), котра може бути представлена у вигляді реально виконуваного експериментального завдання, чи у вигляді комп'ютерно змодельованого (віртуального) експерименту, що складається із серії фрагментів чи складових, які у ППЗ «Quantum Physics» реалізуються віртуально.

У ході виконання будь-якої роботи фізичного практикуму студент розпочинає роботу, використовуючи ППЗ «Quantum Physics», і вивчає перший модуль, у якому представлено перелік усіх 11 лабораторних робіт практикуму (рис.2.3).

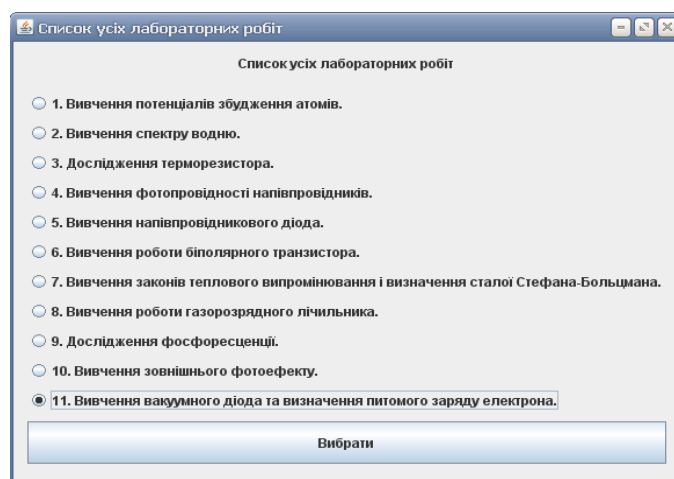


Рис. 2.3. Перелік лабораторних робіт практикуму

У головному вікні програми зліва розташовані кнопки, що дозволяють обрати одну із одинадцяти лабораторних робіт, та кнопка «Вибрати». Після натискання цієї кнопки з'являється вікно з вибраною лабораторною роботою, що містить три наступні блоки ППЗ до обраної роботи практикуму (рис.2.4).

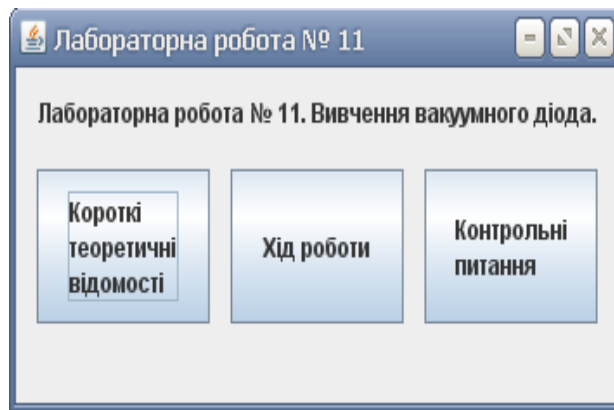


Рис. 2.4. Закладки до лабораторної роботи

При виборі 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 (рис. 2.5).

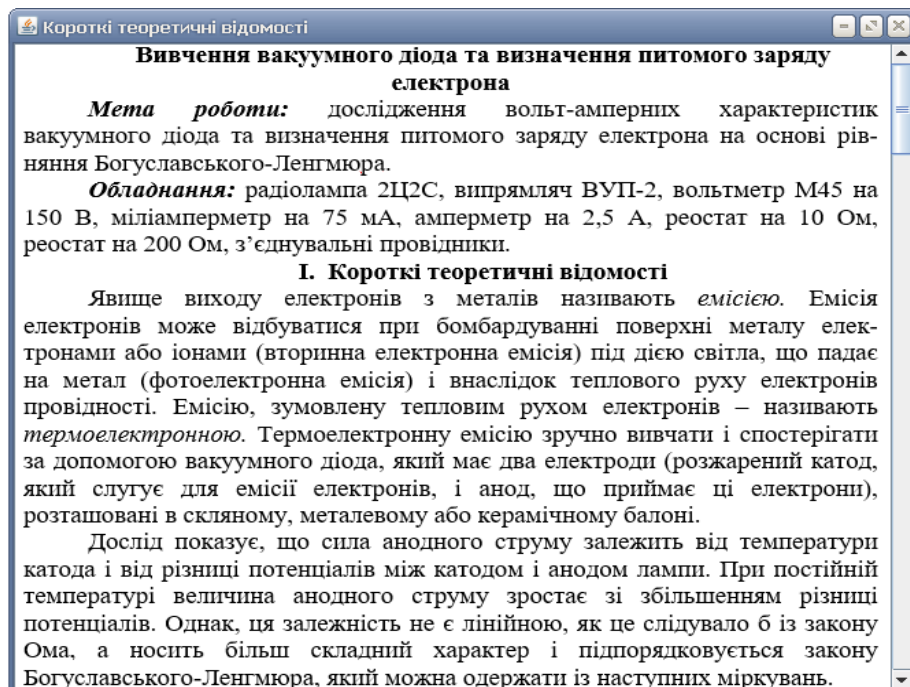


Рис. 2.5. Короткі теоретичні відомості

При виборі другої закладки відкривається вікно «Хід роботи» Схема установки та виконання роботи практикуму, де посилання робиться на методичні рекомендації студенту у посібнику [83] (рис. 2.6).

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 рисунку.

При цьому є можливість зберегти результати експерименту у вигляді таблиці 2.5 та експортувати, наприклад, у MS Excel або Advanced Grapher.

Таким чином, отримані внаслідок віртуального експерименту дані після експортування в Advanced Grapher 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 прямо пропорційної залежності і визначити питомий заряд електрона e/m .

II. Хід роботи

1. Зібрати схему для проведення вимірювань згідно рис.11.1.
2. Встановити за допомогою реостата $R1$ струм розжарення 1,4 А.
3. Змінюючи реостатом $R2$ анодну напругу від 0 до 150 В через кожні 10 В фіксуємо анодний струм міліамперметром.
4. Повторити вимірювання при струмі розжарення 1,5 А та 1,75 А.

U_a , В	I_p , А	I_a , мкА	$U_a^{3/2}$
70	1.5	10,0	585,66

Рис. 2.6. Схема установки та хід роботи

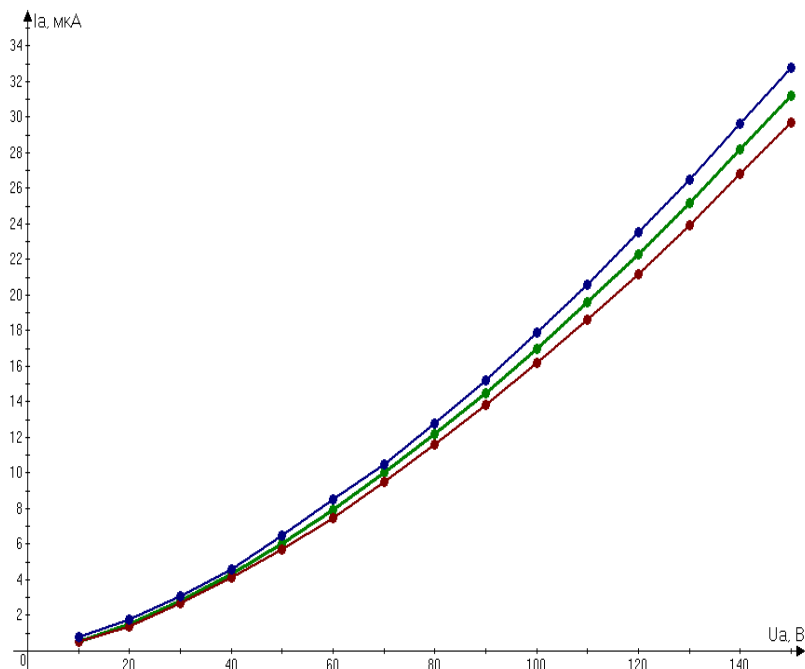
Таблиця 2.5

Результати експерименту, що можуть експортуватися

	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		

Графіки, що побудовані у середовищі Advanced Grapher, представлені на рис. 2.7 і рис. 2.8.

Опрацьовуючи графічно представлену на рис. 2.8 залежність $I_a=f(U^{3/2})$, студент визначає кутовий коефіцієнт C пропорційної залежності і згідно з запропонованою у методичних рекомендаціях [83, с.83] формулою (17) розраховує питомий заряд електрона e/m , значення якого згодом порівнює із табличним і визначає похибки вимірювань та робить відповідні висновки.

Рис. 2.7. Графік залежності $I_a=f(U)$

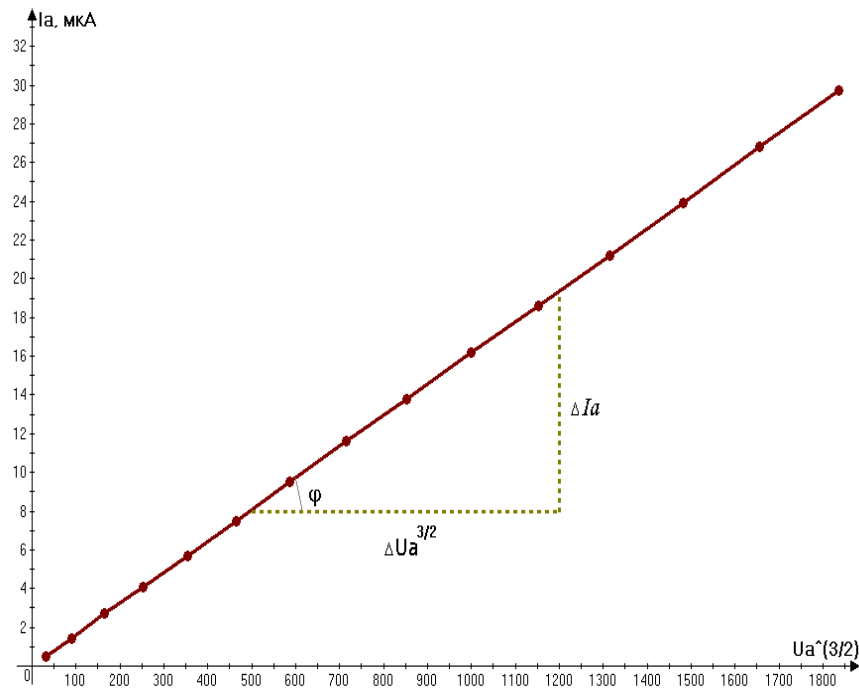


Рис. 2.8. Графік залежності $I_\alpha=f(U^{3/2})$

Як переконує нас практика і моніторинг реалізації запропонованої методики виконання фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика», з використанням КОЗН «Quantum Physics» зростає активність студентів у виконанні будь-яких експериментальних завдань та проектних завдань; значною мірою підвищується результативність і якість експериментування студентами; зростає впевненість студентів у ході виконання завдань з інших 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 фізики та з наряду майбутньої професійної діяльності.

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

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

Найбільш вагомим у цій роботі є опанування 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 $I_{\alpha}=f(U^{3/2})$ та кутового коефіцієнта такої прямо пропорційної залежності і кінцевого визначення питомого заряду електрона й 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.2.8 і 2.9) і відповідно роблять узагальнення й остаточні висновки.

Отже, вивчивши теоретичні відомості до лабораторної роботи на першому підготовчому етапі у лабораторному практикумі, 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 із трьох графіків вольтамперної характеристики студент за відповідними формулами визначає параметри R_o ; S ; Rt для діода.

Згідно з другим завданням до цієї роботи практикуму студентіві 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.2.9 і рис.2.10) і такими параметрами:

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

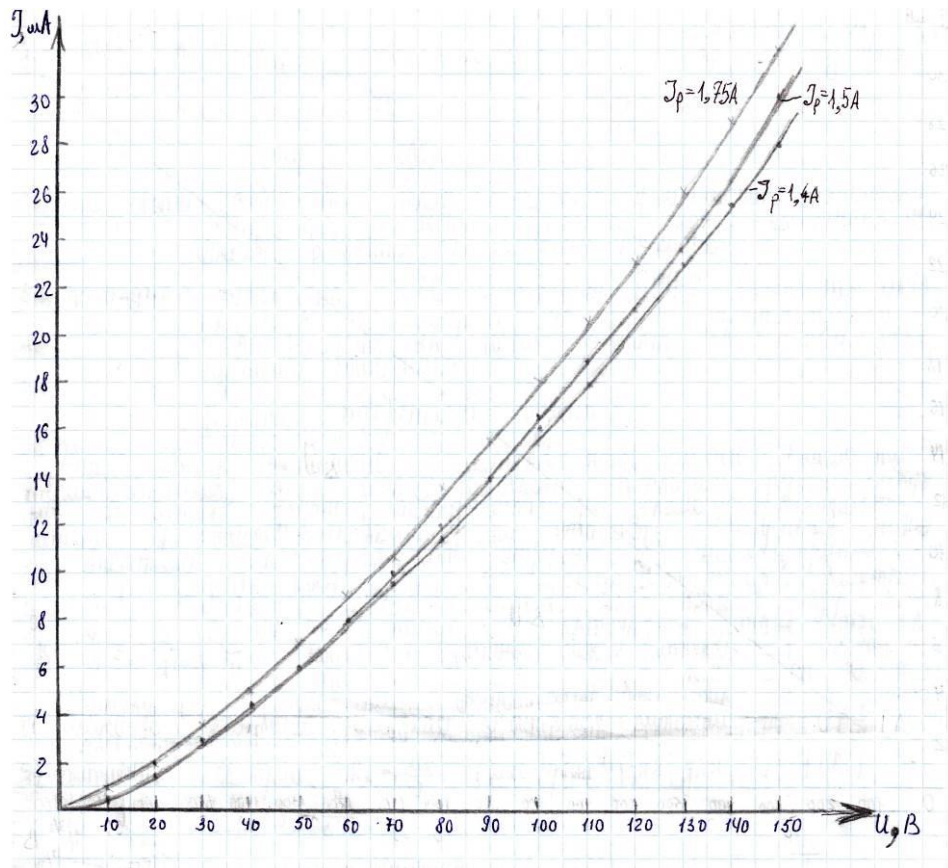
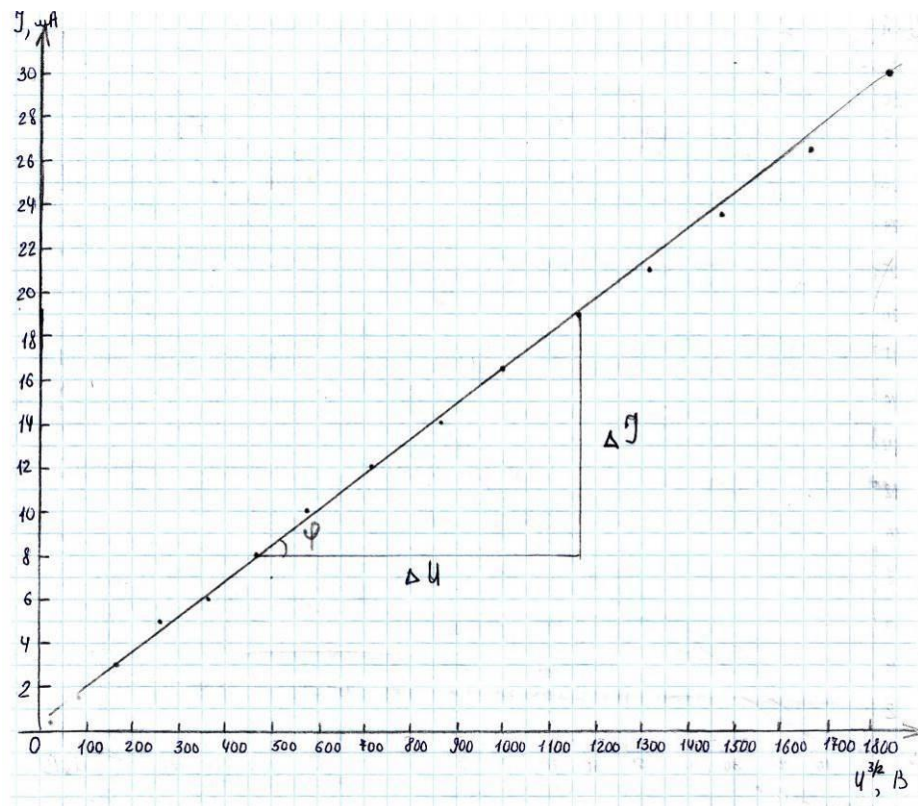


Рис. 2.9. Вольт-амперна характеристика діода

Рис. 2.10. Графік $I_a = f(U^{3/2})$

З метою узагальнення та підведення підсумків для усіх трьох варіантів

достатньо позитивно себе зарекомендував блок «Контрольні запитання», за допомогою якого узагальнюються усі модулі і усе лабораторне дослідження в цілому (рис. 2.11).

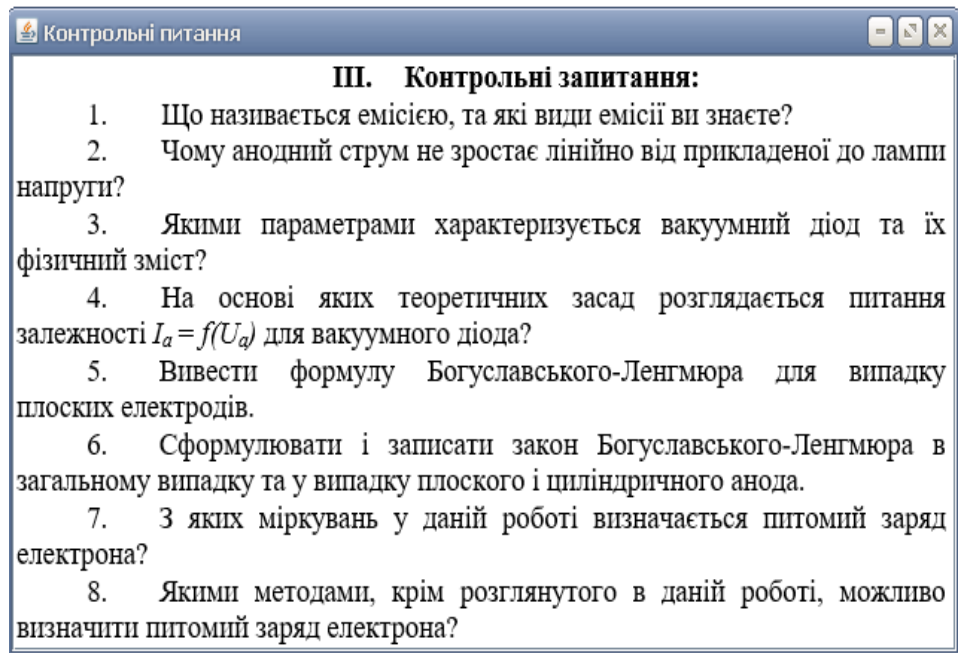


Рис. 2.11. Блок «Контрольні запитання» до лабораторної роботи Аналогічно за описаною методикою виконуються інші роботи фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика», що передбачені робочою програмою, яка діє у ЦДПУ імені Володимира Винниченка з курсу «Загальна фізика: Квантова фізика» (додаток В 2). Методика виконання інших 10 робіт та виконання індивідуальних завдань і навчальних проектів до кожної із робіт достатньо розкриті в посібниках автора дослідження та в серії публікацій у фахових виданнях [84; 87; 90; 91; 98; 99; 100].

Створювані відповідно до сформульованих методичних засад КОЗН і відповідні програмні продукти доцільно у підготовці студентів до фізичного практикуму подавати у вигляді алгоритму, що представлений незалежними модулями, котрі тісно пов'язані із окремими видами дослідницької діяльності студентів і можуть легко опановуватися кожним із студентів, а в ході виконання роботи фізичного практикуму можуть бути поєднаними та інтегровано представленими у вигляді єдиного експериментального дослідження. Такий підхід одночасно розкриває сутність сучасних напрямків удосконалення фізичного експерименту у навчанні фізики за профільними програмами у ЗЗСО

та у ЗВО, і сприяє активізації самостійної НПД студентів та активному опануванню лабораторним практикумом з квантової фізики, а також формує експериментаторські компетенції, що є важливими для фахівців з фізики й особливо учителів фізики. Зазначений підхід відбиває сучасні потреби вищої школи у вирішенні проблем подальшого розвитку і вдосконалення індивідуальної ПДС, 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 ЗВО.

Перспективи подальших пошуків убачаємо в запровадженні та 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 та фахівців, професійна діяльність яких споріднена із фізикою.

2.4. Індивідуальні завдання та навчальні проекти у системі розвитку ПДС і виконанні практикуму з квантової фізики

Значну роль у забезпеченні ефективності фізичного практикуму з квантової фізики відіграє методика його проведення, яка реалізується на основі самостійної, як правило, індивідуальної навчально-пошукової діяльності студента, важливість і значення якої значною мірою зростає у фізичному практикумі, коли студенти завершують вивчення курсу загальної фізики на прикладі опанування квантовою теорією й усім змістом навчального матеріалу з розділу «Квантова фізика».

Важливість самостійної ПДС у вивченні квантової фізики обумовлена такими обставинами: 1 – у ході аналізу ПДС доцільно розглядати студента як суб'єкта навчання, який здатний до активної самоорганізуючої, самовиховної і самоосвітньої діяльності; 2 – об'єкт вивчення у цьому випадку є таким, що одночасно проявляє дуалістичну природу, яка досить повно і всебічно розкривається і хвильовими, і корпускулярними властивостями речовини. Тому слід підкреслити, що на основі корпускулярно-хвильового дуалізму розкривається

один із найбільш загальних законів діалектики – закону єдності і боротьби протилежностей; 3 – саме на прикладах взаємодії фотонів з речовиною ілюструється взаємозв'язок кількісних і якісних характеристик об'єкта пізнання, який відноситься до мікрооб'єктів, що конкретизує у процесі пізнання сутність закону кількісних і якісних перетворень, і дає можливість кількісної оцінки об'єкта вивчення.

Самостійна ПДС охоплює різні види завдань і відповідні види діяльності, які студенти розв'язують під час індивідуальної роботи у навчанні фізики та квантової фізики, як заключного її розділу. Індивідуальні завдання та навчальні проекти, як правило, відбивають зміст та методику опанування конкретним змістом з відповідної навчальної дисципліни і зазвичай сприяють формуванню певного обсягу знань, умінь і навичок їх використання в обраній галузі. За цих умов такі завдання і проекти відбивають *зовнішню компоненту навчально-пізнавальної діяльності (НПД) студента*. Разом з тим відмітимо, що ІНЗ та НП суттєво впливають на розвиток у кожного майбутнього фахівця низки особливих якостей особистості, зокрема, високий рівень самосвідомості, відчуття власної гідності, самостійності, дисципліни, незалежності суджень, повагу до думки інших фахівців, здібності до орієнтування у світі духовних цінностей та в ситуаціях оточуючого життя тощо. У цьому випадку слід говорити про *внутрішню компоненту НПД студента*.

Саме у цьому, на нашу думку, полягає важливість аспекту, який виокремлює ІНЗ та НП від інших задач і вправ для навчальних цілей, бо саме індивідуальна навчальна діяльність у такому її розумінні найбільшою мірою сприяє розвитку самостійної роботи будь-кого із студентів, що працює над розв'язанням такої задачі або проекту.

Зазначимо, що у практиці з метою розвитку індивідуальної самостійної роботи в освітньому процесі з фізики ІНЗ можуть запроваджуватися для різних дидактичних цілей: для повторення навчального матеріалу; з метою відпрацювання умінь і навичок використання опанованого теоретичного матеріалу на практиці; для розширення і розвитку знань, умінь і навичок та

самостійного розвитку окремих особистих якостей, котрі є визначальними для майбутнього фахівця; з метою оцінки і контролю (самоконтролю) та коригування (самокоригування) набутих знань, умінь і навичок і, відповідно, вдосконалення та розвитку компетентностей, що формуються при цьому. Отже, ІНЗ можуть виступати ефективною формою на усіх етапах навчання фізики, включаючи і контроль за самостійною роботою студентів та з'ясування і моніторингу рівнів навчальних досягнень у процесі підготовки фахівця у ЗВО і на завершальній стадії його становлення як висококваліфікованого і компетентного учителя фізики.

Зазначені завдання можуть бути значно об'ємнішими та охоплювати значно більший обсяг матеріалу або передбачати знання одного чи кількох розділів з відповідного курсу і передбачати застосування саме інтегрованих знань та практичних навичок тощо.

Відтак, форма організації роботи з використанням ІНЗ є найбільш прийнятною для розв'язання проблеми організації та керівництва й подальшого розвитку ПДС з розділу «Квантова фізика».

Виходячи із зазначеного, ми запропонували такі види створених завдань з розділу «Квантова фізика» для майбутніх учителів фізики:

– *індивідуальне навчально-теоретичне завдання (ІНТЗ)*, що передбачає глибоке теоретичне вивчення проблеми з визначенням властивостей, параметрів та особливостей характеристики, які притаманні об'єкту вивчення;

– *індивідуальне навчально-експериментальне завдання (ІНЕЗ)*, коли студент на основі спостереження за явищами або дослідним шляхом встановлює кількісні і якісні параметри чи відповідні залежності і може подати їх у вигляді графічної інтерпретації чи у вигляді таблиць з результатами виміряних величин та оцінкою похибок вимірювань;

– *індивідуальне навчально-дослідницьке завдання (ІНДЗ)*, яке дає вагоміші результати у вигляді комплексного дослідницького завдання, зокрема, для з'ясування можливостей чіткого виявлення предмету або визначення параметру в умовах, що фіксуються разом із досліджуваною фізичною величиною (коли

змінними є два чи декілька параметрів), а вимагається виявити найбільш доцільні, ефективні чи наближені до оптимальних з відповідними обґрунтованими висновками і пропозиціями;

– *індивідуальне навчально-методичне завдання (ІНМЗ)*, що передбачає оцінку уже відомих методичних ідей і рекомендацій, передбачення нових пропозицій чи порад, що у поєднанні із новими розробками дають можливість оптимально їх поєднувати або по-новому розв'язувати актуальні науково-методичні проблеми у дидактиці фізики та ефективного запровадження засобів ІКТ і КОЗН у ході вирішення таких проблем.

Зазначені види ІНЗ дають підстави стверджувати, що їх запровадження у процесі навчання з фізики у педагогічному університеті сприяє розвитку НПД студентів та індивідуальної роботи кожного окремо взятого студента, що може здійснюватися у вигляді цілеспрямованої навчальної діяльності із широким запровадженням КОЗН та засобів ІКТ.

Важливість запровадження ІНЗ у освітній процес з квантової фізики у педагогічному ЗВО впливає з того, що, *по-перше*, індивідуальне навчальне завдання добре себе зарекомендує у процесі підготовки висококваліфікованого вчителя фізики як з урахуванням змістового компонента, так і з урахуванням виховання у майбутнього вчителя особливих, індивідуальних якостей його особистості, що відповідає вимогам освітньо-кваліфікаційної характеристики бакалавра [28].

По-друге, достатньо важливими є ті потенційні можливості, які проявляють ІНЗ для вирішення професійних якостей та формування фахових методичних, наукових знань, практичних та експериментальних умінь і навичок, і відповідних компетентностей у майбутнього вчителя, котрий згодом має реалізовувати аналогічну методику у своїй професійній діяльності.

Таким чином, зміст ІНЗ являє собою завершену теоретичну або практичну роботу в межах навчальної програми курсу на основі знань, умінь і навичок, отриманих на лекційних, семінарських, практичних та лабораторних заняттях, охоплює декілька модулів або інтегрований зміст одного чи декількох суміжних

навчальних курсів в цілому, і сприяє розвитку самостійної роботи студента з фізики у педагогічному ЗВО та розвиває НПД кожного студента.

Ознайомлення з різними видами ІНЗ й особливо зі специфікою їх запровадження у вивченні квантової фізики студентами педагогічного ЗВО особливу цінність має саме для майбутнього вчителя фізики, бо він згодом реалізовуватиме їх у своїй професійній педагогічній діяльності безпосередньо у процесі навчання шкільного курсу фізики.

У виконанні ІНЗ важливим аспектом є використання засобів комп'ютерної техніки та ІКТ, і, зокрема, ППЗ «Quantum Physics» [17], а також використання інших комп'ютерних програм, наприклад, «Открытая физика» (ООО «Физикон», 2001), а також GRAN 1, GRAN 2, GRAN 3 [37] та інші.

Отже, організація самостійної ПДС на основі ІНЗ урізноманітнює зміст, форми та методи пошукової індивідуальної роботи студентів, вимагає індивідуального виконання завдання та передбачає самостійну оцінку і контроль та самостійне коригування навчальних досягнень.

До перспективних напрямків у подальшому запровадженні ІНЗ під час підготовки учителів фізики ми пов'язуємо з тим, щоб розширювати та урізноманітнювати тематику різних видів ІНЗ, здійснити видання відповідного посібника для студентів, а також створення інтегрованого системного підходу до розв'язку індивідуальних навчально-пошукових та узагальнення результатів самостійної роботи, що реалізується через рекомендовану систему розвитку ПДС з квантової фізики у педагогічному ЗВО.

Внаслідок зазначеного нами розроблено і запропоновано по 4 ІНЗ із проаналізованих чотирьох типів та по 1 НП до кожної роботи фізичного практикуму (в цілому 44 індивідуальних завдань та 11 проєктів) [87], які фрагментарно можуть розв'язуватися із використанням розробленого ППЗ «Quantum Physics», що, безперечно, суттєво розширює весь комплекс впливу на розвиток ПДС і в той же час удосконалює методику виконання фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика» [90].

У ході планування та організації самостійної роботи з використанням КОЗН студенти можуть: одержати ІНЗ або НІ; за необхідності запросити додаткову інформацію для розв'язання проблеми; розділити на окремі складові способ виконання цієї проблеми і усвідомити його; ввести відповідь; виконати аналіз і одержати оцінку відповіді та додаткові вказівки чи завдання для більш повного усвідомлення та глибшого опанування навчальним матеріалом.

Тут можна відзначити низку переваг використання КОЗН у ході виконання робіт практикуму й успішного керування навчально-пізнавальною роботою та опануванням змісту навчального матеріалу в порівнянні з аудиторними заняттями, бо: студент має необмежений час роботи; має у своєму розпорядженні вільну траєкторію діяльності і вільний режим роботи; виключається вплив суб'єктивних факторів у самостійній роботі студента (відсутність упередженості до кого-небудь із студентів, особливо до відстаючих, до оцінювання відповіді, можливість самооцінки і самоконтролю на основі чітких критеріїв без порівняння з результатами роботи інших одногрупників, необмежене терпіння, нерозголошення недоліків роботи тощо).

Застосування сучасних інформаційних технологій у вивченні квантової фізики – одна із сучасних і найбільш важливих та стійких тенденцій розвитку освітнього процесу, оскільки використання телекомунікаційних і мережевих технологій спрямовує студента на свідоме засвоєння знань у ході виконання завдань професійної спрямованості; підвищує результативність фахової підготовки, формує самостійність уже на початкових етапах навчання. Такий підхід помітно розкриває вагомий гуманітарний потенціал курсу загальної фізики, що пов'язаний із формуванням наукового світогляду, розвитком логічного і творчого мислення, формуванням суспільної свідомості та свідомого ставлення до оточуючого світу.

Разом з тим цей підхід дає змогу самостійно досягати навчальних цілей через візуалізацію процесу розв'язання проблеми, оперативного пошуку інформації при вирішенні навчально-пізнавальних завдань, можливості самостійно оцінити оптимальність варіантів їхнього вирішення та відчутно

змінити статус студента, який активно вибудовує свій власний освітній процес, визначає індивідуальну траєкторію в освітньому полікомпонентному навчальному середовищі.

Одночасно і *навчальні проекти з квантової фізики* у системі розвитку ПДС засобами полікомпонентного навчального середовища також розвивають навчально-пізнавальну діяльність. Вони передбачають постійне включення студента у різні види педагогічно виваженої і доцільно активної навчально-пізнавальної діяльності з метою здобуття нових вагомих і значущих для вчителя фахових знань, умінь і навичок та професійних компетентностей, забезпечуючи практичну її спрямованість на ефективну реалізацію, а відтак навчальні проекти перетворюються у засіб формування професійної компетентності майбутнього вчителя у процесі навчання квантової фізики.

Навчальні проекти, як особливий вид навчальної діяльності у процесі вивчення квантової фізики, дозволяють вирішити низку різнорівневих дидактичних завдань: розвивати і формувати вміння студентів самостійно одержувати і конструювати свої знання, виробляти професійні вміння орієнтуватися в сучасному і досить насиченому полікомпонентному навчальному середовищі, сприяти розвитку мислення до рівня творчого та високого рівня комунікації у такому багатоконпонентному середовищі.

Таким чином, навчально-методичний комплекс, який нами створювався з метою реалізації вимог до ефективного виконання фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика» і забезпечення розвитку ПДС у полікомпонентному середовищі педагогічного ЗВО включає:

– програмне педагогічне забезпечення «Quantum Physics», котре разом з апаратним пристроєм персональним комп'ютером чи ноутбуком створює комп'ютерно-орієнтований засіб навчання «Quantum Physics» і забезпечує виконання фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика» згідно робочої програми вивчення курсу «Загальна фізика: квантова фізика» (додаток В 2);

– з метою значного розширення змісту та методики навчання у процесі вивчення розділу «Квантова фізика» та помітного розвитку пізнавальної

діяльності студентів у освітньому процесі до кожної роботи практикуму розроблені по 4 ІНЗ і 1 НП, що мають професійно-педагогічне спрямування і на основі розвитку ПДС, що реалізується як дослідницька діяльність, формують фахові і професійні компетенції учителя фізики;

– відпрацьована методика запровадження навчально-методичного комплексу у процесі вивчення розділу «Квантова фізика», що формує високий рівень пошуково-пізнавальної діяльності студентів та достатньо високий рівень навчальних досягнень у галузі квантової фізики і методики її навчання, й одночасно дає підстави про відповідне їхнє співставлення та встановлення співвідношення між ними, тобто корелювати, коли вони реалізуються у сучасному полікомпонентному навчальному середовищі на основі поєднання результатів віртуального і реального дослідження у ході виконання роботи фізичного практикуму.

2.5. Результативно-оцінювальний блок системи розвитку ПДС з квантової фізики

У створеній методичній системі розвитку ПДС з квантової фізики досить важливим компонентом є блок, який використовується для перевірки ефективності її розроблення та запровадження у освітній процес. З цією метою важливою виявилася потреба одночасного створення критеріально-рівневого апарату для нашого дослідження. Запроваджуване в сучасних умовах модульне навчання у ЗВО тісно пов'язане з рейтинговою системою оцінювання й контролю навчальних досягнень студентів з розділу «Квантова фізика», що представлено у робочій програмі (див. додаток В.4). За цих умов кожний вид навчальної діяльності студента в межах змістового модуля заплановано оцінювати за шкалою оцінювання і розподілу балів, які отримують студенти під час підсумкового контролю рівнів їхніх знань.

Запропонована методична система розвитку ПДС для розділу «Квантова фізика» зорієнтована на оцінювання результатів навчання студентів з урахуванням рівнів їх навчальної діяльності та з урахуванням відповідних

критеріїв і показників до кожного із рівнів.

У ході відбору критеріїв оцінювання рівнів ПДС до уваги бралися такі обставини: 1 – процес формування кожного рівня ПДС здійснюється у взаємозв'язку, цілісності і взаємовпливі між особистими рисами майбутнього вчителя фізики, рівнем його навчальної діяльності, сформованих у полікомпонентному навчальному середовищі педагогічних умов та ситуацій навчальної комунікації; 2 – важливими є ознаки різних видів ПДС (п.1.1.2) та особливості їх прояву у комп'ютерно-орієнтованому середовищі під час виконання фізичного практикуму з квантової фізики; 3 – важливим є урахування ролі і їх місця серед зазначених видів навчальної діяльності, коли у структурі аналізується саме розвиток (див. п.1.1.2) навчальної діяльності; 4 – аналіз критеріїв під час оцінки рівнів ПДС повинен виявляти ступінь удосконалення сформованості ПДС, і в кінцевому варіанті – досягнення творчого рівня.

У практиці освітнього процесу з фізики використовують різні характеристики якості знань і їх рівнів, серед яких: повнота, глибина, гнучкість, оперативність, які зазвичай вимірюються тестами, 5-бальної, 12-бальної, 100-бальної системами оцінювання, використовується коефіцієнт засвоєння, коефіцієнт усвідомлення [8, с.5] та коефіцієнт автоматизації.

У навчанні фізики слід також враховувати, що якість знань передбачає співвідношення різних видів знань: законів, теорій, прикладів, методологічних оцінювальних знань згідно змісту освіти та у зв'язку з рівнями їх засвоєння (на думку академіка С. У. Гончаренка [33, с.373], а «весь процес навчання можна уявити як сходження від знань-ознайомлень до знань-трансформації» [9, с.47], або «від рівня визначення до творчого рівня» [29, с.111]). Водночас, як виправдано стверджує І. Я. Лернер [57, с.9], для педагогіки знання на першій стадії пізнання (і навчання також), на першому рівні засвоєння можна визначити як свідомо сприйняту і зафіксовану інформацію про відповідний об'єкт пізнання, чи об'єкт дослідження (або вивчення).

Згадані педагогічні дослідження та їхній аналіз з урахуванням практики і

досвіду педагогічної діяльності тих викладачів, які брали участь у педагогічному експерименті, дають змогу визначити критерії сформованості рівнів ПДС майбутніх учителів фізики. Відповідно до структури ПДС були обрані емпірично-інтуїтивний, репродуктивний та рефлексивно-творчий рівні, критерії яких відповідно співвідносяться з рівнями навчальних досягнень студентів, які традиційно оцінюються як: низький, середній, достатній, високий. Ці рівні достатньо переконливо ілюструються у п.10 «Розподілу балів, які отримують студенти» у процесі вивчення навчального матеріалу з розділу «Квантова фізика» (див. додаток В 2). Відтак, згідно шкали оцінювання навчальних досягнень студентів за шкалою ECTS та національною шкалою низький рівень знань студентів ми не беремо до уваги. За цих обставин, враховуючи, що розділ «Квантова фізика» є останнім розділом, що вивчається у курсі загальної фізики ЗВО, він узагальнювальний за змістом, який поряд із цим дає уявлення про нову фізичну теорію, якою є квантова теорія, а виконання фізичного практикуму з квантової фізики розпочинають саме студенти III курсу з напрямку підготовки «Фізика» у 6 семестрі (див. додаток В 2), які мають достатній рівень і навчальних досягнень, і відповідний достатній рівень навчально-пізнавальної діяльності. Тому у своєму дослідженні ми не беремо до уваги низький рівень знань студентів з фізики, бо усі студенти успішно опанували попередні розділи і відповідні практикуми з розділів «Механіка», «Термодинаміка», «Електродинаміка», «Оптика» й продовжують навчання на IV курсі, де розвивають свої досягнення.

Відтак, для порівняння рівнів ПДС і рівнів навчальних досягнень студентів, зручно скористатися таким взаємозв'язком і відповідністю:

1 – *рецептивно-продуктивний*, який у нашому дослідженні не береться до уваги, бо ймовірність навчання студентів на III курсі з таким рівнем пізнавальної діяльності малоімовірне; такий факт зазвичай якщо і має місце, то він обумовлений іншими причинами і факторами. Але й за цих умов у студента є можливість виправити ситуацію через дворазове перескладання екзамену викладачеві та створеній комісії й одержати позитивну кінцеву оцінку і

навчальному досягненню студента, і його ПДС;

2 – *емпірично-інтуїтивній пізнавальній діяльності* студентів має відповідати *середній рівень навчальних досягнень*;

3 – *репродуктивній – достатній рівень навчальних досягнень* студентів;

4 – *рефлексивно-творчій ПДС – високий рівень досягнень* у навчанні.

Послідовність аналізу критеріїв, на нашу думку, тут не відіграє принципового значення, бо формування ПДС є замкненим педагогічним циклом без чітко вираженого і зафіксованого початку та кінця цього процесу. Тому запровадження відповідних педагогічних дій і впливів (методів, способів, засобів, включаючи і КОЗН і т.п.) узгоджується із зафіксованими результатами. З огляду на зазначене варто наголосити, що в освітньому процесі як результати навчальних досягнень, так і рівні ПДС мають постійно коригуватися з урахуванням їх розвитку й у зв'язку з надходженням нової інформації про її структурні складники.

Відтак, оцінювання навчальної діяльності студентів у вивченні розділу «Квантова фізика» на основі виконання фізичного практикуму з використанням КОЗН «Quantum Physics» та запровадженням ІНЗ і НП (див. додаток В 3) ми передбачали виконувати на основі співвідношення між рівнями ПДС та навчальних досягнень студентів, яке ілюструється у додатку В 4 (табл. В 4.1).

Запропоновані критерії повністю відповідають такому підходу, який реалізується у робочій програмі (додаток В 2) і запроваджується послідовно (поетапно) і в динаміці у вигляді модульної контрольної роботи №1, №2 та підсумкової контрольної роботи, а також оцінювання лабораторних робіт, самостійної роботи та ІНЗ і НП. Методи контролю та критерії оцінювання навчальних досягнень студентів подані у додатку В 2.

Для спрощення процесу виявлення окремих показників у ході дослідження треба було передбачати спеціальні заходи, щоб можна було виявити їхні зміни, й одночасно при цьому уточнювати зміст окремих показників.

Пізнавальний критерій сформованості ПДС характеризується такими

показниками: наявність фундаментальних знань з квантової фізики і квантової теорії; використання математичних основ до аналізу теоретичних моделей фізики; мобільність; здатність до логічних висновків; їх аналіз.

Показниками операційного критерію виступають: готовність студентів застосовувати інтегровані знання, уміння, досвід розв'язання навчальних задач з фізики; уміння вибирати для розв'язання навчальних завдань методи моделювання та інтерпретувати їх; уміння оптимізувати навчальну діяльність з урахуванням уявлень про цілісність навчального завдання; готовність і здатність до творчої діяльності, що зумовлює розвиток теоретичного та критичного мислення.

Показником мотиваційного критерію є: позитивне мотиваційно-ціннісне ставлення до застосування пропонованого КОЗН до фізичного практикуму та розвитку ПДС: прагнення до професійного саморозвитку та самовдосконалення й удосконалення майбутньої педагогічної діяльності засобами ІКТ і комп'ютерної техніки у полікомпонентному навчальному середовищі; мотивація та інтерес до опанування, запровадження знань з квантової фізики.

Як переконує наш аналіз оцінки рівнів навчальних досягнень студентів і ПДС, вибір рівнів і їхня кількість можуть бути довільними. Ми визначили чотири рівні сформованості навчальних досягнень студентів і ПДС: 1 – *початковий* (рецептивно-продуктивний) рівень; 2 – *середній* (емпірично-інтуїтивний) рівень; 3 – *достатній* (конструктивний) рівень; 4 – *високий* (рефлексивно-творчий) рівень (дод. В 3 таблиця В 3.1), однак початковий рівень у своєму дослідженні не беремо до уваги, оскільки студенти III курсу бакалаврського рівня вищої освіти мають достатньо розвинену ПДС, яка суттєво перевищує початковий рівень, а також студенти навчаються за обраним напрямком «Фізика» із зацікавленістю та інтересом, реалізуючи власну мету і постійно вдосконалюючи і розвиваючи свою пізнавальну діяльність.

Основні характеристики зазначених рівнів сформованої ПДС представлено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

Характеристика рівнів сформованості ПДС з квантової фізики на основі виконання фізичного практикуму з використанням КОЗН

Рівень	Характеристика
<i>Високий (творчий)</i>	<p>Характерний для студентів, у яких сформовано високий рівень якості знань та високий рівень мислення:</p> <ul style="list-style-type: none"> – гнучкість і варіативність мислення; – здатність ґрунтовно оцінювати об’єкт вивчення з позицій різних фізичних теорій, виявляти причинно-наслідкові зв’язки та на їхній основі будувати способи розв’язання фахово-педагогічних завдань; – спостерігається глибоке розуміння і вільне володіння математичними основами досліджуваних квантових явищ; – інтегровані вміння є багатофункціональними, навички характеризуються високим ступенем автоматизованості; – спостерігається творчий характер вияву вмінь; застосування різних видів ПДС у навчанні має креативний, продуктивний характер; – чітко виражений високий рівень вмотивованості та потреба у постійному поглибленні й удосконаленні навчальних досягнень; – високий рівень сформованості системи цінностей; – високий рівень сформованості рефлексивних умінь
<i>Достатній (конструктивний)</i>	<p>Характерний для студентів, що виявляють позитивний інтерес до навчальної діяльності з фізики, до фахової підготовки, роблять спробу застосовувати різноманітні методи, прийоми і засоби для підвищення рівня знань, умінь і навичок з квантової фізики:</p> <ul style="list-style-type: none"> – з достатньо сформованою мотивацією до підвищення самоосвіти; – належним чином сприймають навчальний матеріал, мають достатній рівень пізнавальної активності, стійкі знання, навички та знання з розв’язання складних систем та диференційних рівнянь; – володіють поняттями математичного моделювання фізичних явищ і процесів; – самостійно застосовують набуті знання, уміння та навички в стандартних ситуаціях; – вільно володіють операціями аналізу, синтезу, узагальнення, абстрагування та прогнозування результатів моделювання фізичних систем з урахуванням фундаментальних законів фізики; – готові до обрання оптимальних варіантів досягнення поставлених цілей; – готові до винахідливості та творчого підходу у досягненні поставленої мети; – на запитання дають повні, правильні, логічні й обґрунтовані відповіді, але без елементів власних суджень.

Продовження табл. 2.6

Рівень	Характеристика
<i>Середній (емпірично-інтуїтивний)</i>	<ul style="list-style-type: none"> – знання різнобічні, хоча недостатньо інтегровані; студент відтворює основний навчальний матеріал (на репродуктивному рівні), здатний розв'язувати задачі за зразком, потребує сторонньої допомоги; спостерігається логічність, проте є непослідовність у доведеннях результату; – уміння та навички застосовувати моделювання для розв'язування типових задач курсу достатньо автоматизовані; розв'язання стандартних задач з квантової фізики; – має достатній рівень застосування ІКТ і КОЗН для розв'язування рівнянь з розділу «Квантова фізика»; – переважають прагматичні, ситуативні мотиви щодо навчальної діяльності; задовільний ступінь рефлексії та інтересу до самостійного застосування КОЗН у навчальній діяльності; – задовільний рівень мотивації до саморозвитку, до здобуття нових навичок і знань з квантової фізики.
<i>Низький (рецептивно-продуктивний)</i>	<ul style="list-style-type: none"> – наявність мінімуму знань про моделювання, потрібних для розв'язання стандартних задач з курсу або за зразком; знання є рецептивно-продуктивними, мають поверховий характер; відповіді студента є фрагментарними, характеризують початкові уявлення про предмет вивчення; – навички застосування методів моделювання фізичних процесів і явищ недостатньо розвинуто; слабо виражена готовність до розв'язання навчальних завдань; виникають труднощі у ході аналізу фізичних задач; нечітко володіння основними поняттями і принципами моделювання, не засвоєно загальні принципи розв'язання задач синтезу; – спостерігається недостатнє розуміння значення вироблених умінь моделювання фізичних явищ або процесів у фізичній системі для підвищення рівня компетентності з фізики; низький рівень мотивації до вдосконалення фізичної фахової підготовки.

Критерії оцінювання інших видів навчальної діяльності студентів з квантової фізики подано в додатку В 5.

Перевірка ефективності методичної системи розвитку ПДС на засадах виконання фізичного практикуму з використанням КОЗН «Quantum Physics» здійснювалося на основі організації і проведення педагогічного експерименту, що описані у розділі 3.

Висновки до розділу 2

1. На основі аналізу навчального процесу з курсу загальної фізики, зокрема, підсумкового й узагальнювального її розділу «Квантова фізика», та аналізу потенційних можливостей запроваджуваних у цьому процесі засобів ІКТ і КОЗН в умовах сучасного полікомпонентного навчального середовища запропонована нова (оригінальна) структура методичної системи розвитку ПДС, основні компоненти якої є традиційними (цільовий, змістовий, процесуальний, результативно-оцінювальний). До структури запропонованої методичної системи ПДС, що враховує використання КОЗН у фізичному практикумі, та у ході вирішення ІНЗ різного характеру, НП та НДРС входять: 1 – цілі навчання; 2. – зміст навчального матеріалу; 3 – викладачі (керівники освітнього процесу); 4 – студенти, які є суб'єктами процесу навчання; 5 – сучасні освітні навчальні технології (ІКТ, КОЗН, хмарні та ін.); 6 – моніторинг навчальних досягнень студентів; 7 – результати навчальної діяльності; 8 – полікомпонентне навчальне середовище, в якому реалізується освітній процес.

2. Особливістю структури запропонованої методичної системи ПДС є те, що зміст навчального матеріалу з розділу «Квантова фізика» розміщений у цій структурі таким чином, щоб через нього проходило максимально можливі взаємозв'язки і взаємодії між окремими компонентами даної моделі. Ця модель представлена графічно (див. рис.2.1) і вигідно вирізняється з-поміж інших, що запропоновані у серії досліджень і має у порівнянні з ними переваги: а) за умов встановлення найменшої кількості зв'язків між усіма компонентами у ній найбільшою мірою і найуспішніше реалізується розвиток ПДС через зміст навчального матеріалу з використанням засобів ІКТ і дає можливість досягти найкращого педагогічного ефекту та забезпечити ефективність методики навчання розділу «Квантова фізика»; б) як впливає з аналізу програм курсу загальної фізики, зміст у всіх закладах залишається ідентичним, він не змінюється, а лише розвивається, доповнюючись окремими аспектами. Тому методика навчання квантової фізики, і зокрема методика фізичного практикуму, побудована і враховує розвиток ПДС; в) структура створеної системи розвитку

ПДС дає можливість одержати простішу модель і не дублювати взаємозв'язки між окремими складовими моделі; г) розміщення в центрі моделі змістового блоку (змісту розділу «Квантова фізика») дозволяє виокремити основи (базис) квантової фізики, спростити структуру схематичного її представлення, а з урахуванням структурно-системного аналізу й у зв'язку із виявленими взаємозв'язками між основними компонентами моделі виявити основні критерії оцінки рівнів ПДС (емпірично-інтуїтивного, репродуктивного та рефлексивно-творчого), які досягаються внаслідок розробки методики виконання фізичного практикуму та запропонованих ІНЗ і НП, що виконуються з використанням створеного КОЗН «Quantum Physics». За цих умов діяльність студента у запропонованій системі розвитку ПДС розпочинається з актуалізації цільового блоку і відповідних потреб та мотивів, потім забезпечується необхідною інформацією й у вигляді розгорнутого пізнавального процесу, що розвивається, дає можливість студентів ставити собі нову мету і складати програму власної НПД, яка переростає у дослідницьку. При цьому досягнення цілей студентом забезпечується єдністю змістової та процесуальної складових, оптимально підібраними засобами КОЗН, що сприяють і підтримують високий рівень ПДС і націлюють на усвідомлення глибоких і міцних нових знань з квантової фізики.

3. Методика розвитку ПДС з квантової фізики, що побудована на виконанні фізичного практикуму з використанням КОЗН «Quantum Physics», має враховувати особливості опанування полікомпонентного навчального середовища і конкретно запропонованого ППЗ для виконання лабораторних робіт, ІНЗ та НП і націленою на: 1 – організацію поетапного процесу формування і розвитку когнітивних, мотиваційно-вольових та комунікативних зв'язків; 2 – процес навчання має будуватися на основі взаємодії фізики з іншими предметами і враховувати рівень соціальної адаптації студентів та їхні індивідуальні особливості; 3 – організацію індивідуальної роботи студентів з використанням НІТН і виконання ІНЗ, НП, творчих завдань та організацію самоконтролю і самоперевірки результатів навчальних досягнень, що передбачає побудову методики вивчення квантової фізики на основі

діяльнісного, особистісно-індивідуального, системного та синергетичного підходів у процесі навчання.

4. Створений КОЗН і розроблене ППЗ «Quantum Physics» передбачає поетапне виконання роботи фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика» у вигляді п'яти незалежних етапів, що можуть бути реалізовані у процесі підготовки до виконання роботи практикуму за побажаннями студента, що дозволяє реалізувати синергетичний підхід, а в підсумку – інтегрувати результати виконаного дослідницького завдання з можливістю перевірки й уточнення кількісних і якісних показників та визначення допущених помилок з можливим їх виправленням.

Створений і розроблений ППЗ «Quantum Physics» з метою забезпечення виконання усіх робіт практикуму з розділу «Квантова фізика» є багатофункціональним програмним продуктом, що містить 8 модулів з можливістю їх опрацювання як окремо, так і інтегровано у вигляді завершеного дослідження, і сприяє формуванню компетентного майбутнього вчителя фізики із високим рівнем пізнавальної діяльності.

Навчально-методичний комплекс для забезпечення ефективної реалізації методичної системи розвитку ПДС на основі виконання фізичного практикуму та серії ІНЗ і НП з використанням КОЗН «Quantum Physics» включає: 1 – ППЗ «Quantum Physics»; 2 – методику використання КОЗН «Quantum Physics» у ході виконання робіт практикуму (11 лабораторних робіт), виконання ІНЗ (44 завдань різного характеру: ІНТЗ; ІНЕЗ; ІНДЗ; ІНМЗ) та навчальних проєктів (11 НП); 3 – два посібники для студентів, що розкривають методичні особливості реалізації навчально-методичного комплексу у вивченні розділу «Квантова фізика» [14; 15; 16; 17; 24; 25; 84; 85; 86; 87; 88; 89; 90; 91; 92; 93; 98; 99; 100].

Список використаних джерел до розділу 2

1. Аверьянов А.Н. Системное познание мира: методологические проблемы. Москва: Политиздат, 1985. 263 с.
2. Анциферов Л.И., Пищиков И.М. Практикум по методике и технике школьного физического эксперимента. Москва: Просвещение, 1984. 255 с.
3. Архангельский С.И. Некоторые методологические вопросы введения в теорию обучения высшей школы. *Вопросы повышения эффективности теоретических исследований в педагогической науке: статьи*. Москва, 1976. Ч. II. С. 15-41.
4. Архангельский С.И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы. Москва: Высшая школа, 1980. 368 с.
5. Бабанский Ю.К. Взаимосвязь закономерностей принципов обучения и способов его оптимизации *Советская педагогика*. 1982. № 11. С. 30-32.
6. Бабанский Ю.К. Оптимизация процесса обучения (Общедидактический аспект). Москва: Педагогика, 1977. 256 с.
7. Беспалько В.П. О возможностях системного подхода в педагогике. *Советская педагогика*. 1990. № 7. С. 59-60.
8. Беспалько В.П. О критериях качества подготовки специалистов. *Вестник высшей школы*. 1988. № 1. С. 3-9.
9. Беспалько В. П. Программированное обучение: дидактические основы. Москва: Высшая школа. 1970. 299 с.
10. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти: Монографія. Київ: Атіка, 2008. 684 с.
11. Величко С.П., Растрігіна А.М., Слободяник О.В. Взаємозв'язок реального і віртуального експериментів як чинник у розвитку практикуму з фізики в середній школі. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. Суми: Сум. ДПУ імені А.С.Макаренка, 2015. №7. С.213-220.
12. Величко С.П., Костенко Л.Д. Вивчення основ квантової фізики: навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2002. 174 с.

13. Величко С.П., Неліпович В.В. Вивчення фізичних властивостей рідких кристалів у загальноосвітній та вищій педагогічній школі: навч. посіб. За ред. С. П. Величка. Кіровоград: ПП Центр оперативної поліграфії Авангард, 2008. 140 с.

14. Величко С.П., Сірик Е.П., Шульга С.В. Віртуальна лабораторія з вивчення основ квантової фізики. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка*. Серія педагогічна / [ред. кол. : П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2018. Вип.24: STEM-інтеграція як важлива передумова управління результативністю та якістю фізичної освіти. С.56-59. Бібліогр. 14 назв (*Google Scholar, Index Copernicus (ICV 2016:59,45) та CEJSH*).

15. Величко С.П., Сірик Е.П., Шульга С.В. Віртуально-орієнтований практикум із фізики для студентів нефізичних спеціальностей. *Збірник наукових праць Педагогічні науки*. ХДУ. Херсон, 2018. Вип. LXXXIII, Т.2. С.32-38. Бібліогр.: 14 назв (*Index Copernicus*).

16. Величко С.П., Сірик Е.П., Шульга С.В. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання для студентів нефізичних спеціальностей. *Зб. матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі»*, м. Херсон, 13-15 вересня 2018 р. Укладач В.Д. Шарко. Херсон: Вид-во ХНТУ, 2018. С.69-71.

17. Величко С.П., Шульга С.В. Комп'ютерно орієнтовані засоби підтримки самостійної діяльності студентів у навчанні квантової фізики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. Том 65, №3. 2018. С.103-114. Бібліогр.: 16 назв.

18. Величко С. П., Слободяник О. В., Соменко Д. В. Лабораторний практикум зі спецкурсу ЕОТ у освітньому процесі з фізики. Посібн. для студ. фіз-мат. фак-ту. За ред. С. П. Величка. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2012. 176 с.

19. Величко С. П., Сірик Е.П. Нове навчальне обладнання для спектральних досліджень: посіб. [для студ. фіз.-мат. фак-тів вищих навч. закл.]. 2-е вид., перероб. Кіровоград: ТОВ Імекс ЛТД, 2008. 202 с.

20. Величко С. П., Сальник І.В., Сірик Е.П. Оптична міні-лава та інтегрований навчальний експеримент. У 2-х частинах. Частина 2: Навчальний фізичний експеримент з комплектом Оптична міні-лава: Посібн. для вчителів та студентів пед. вищих навч. Закладів. Кіровоград: ЦОП Авангард, 2015. 135 с.

21. Величко С. П. Розвиток системи навчального фізичного експерименту в сучасній середній школі: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02. Київ, 1998. 460 с.

22. Величко С. П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики у середній школі: монографія. Кіровоград, 1998. 308 с.

23. Величко С. П., Ковальов С.Г., Забара О.А. Сучасні засади розвитку системи навчального експерименту та обладнання з фізики. *Інноваційні технології управління якістю підготовки фахівця фізико-технологічного профілю*: Зб. матер. міжнар. наук. конфер.; 1-2 жовт. 2013 р. Кам'янець-Подільський, 2013. С.17-20.

24. Величко С. П., Соменко Д.В., Шульга С.В. Удосконалення фізичного практикуму з квантової фізики комп'ютерно-орієнтованими засобами навчання. *Матеріали міжнародної науково-методичної конференції Проблеми математичної освіти. ПМО – 2019*. Черкаси, Україна, 11-12 квітня 2019 року. Черкаси: Вид. ФОП Гордієнко Є.І., 2019. С.199-200.

25. Величко С. П., Шульга С. В. Оцінка ефективності і системи розвитку пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики комп'ютерно орієнтованими засобами навчання. *Наукові записки*. Вип. 179. Серія: Педагогічні науки. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В.Винниченка, 2019. С. 32-38. *Copernicus i Google Scholar*.

26. Вержбицкий В. М. Численные методы. Линейная алгебра и нелинейные уравнения. Москва: Высшая школа, 2000. 266 с.

27. Вчимося вчитись: метод. поради до самост. роб. студ. при вивчен. курсу заг. фіз. / І. В. Сальник, О. М. Царенко. Кіровоград : КДПУ, 2010. 40 с.

28. Галузеві стандарти вищої освіти. Напрямок підготовки 0101 Педагогічна освіта. Спеціальність: 6.010100 Педагогіка і методика середньої освіти. Освітньо-кваліфікаційна характеристика бакалавра. Програма підготовки бакалавра / [Г. П. Грищенко, В. М. Андронов, М. І. Шут та ін.]. Київ, 2003. 74 с.
29. Галузьяк В. М., Сметанський М. І., Шахов В. І. Педагогіка: навчальний посібник. Вінниця : ДП Державна картографічна фабрика, 2007. 400 с.
30. Герман Н. В., Тягунова Н. В. Адаптація форм організації самостійної роботи студентів до сучасних технологій навчання. *Вища школа*. 2001. №4-5. С. 53-61.
31. Гершунский Б. С. Педагогическая прогностика: Методология, теория, практика. Киев: Вища школа, 1986. 200 с.
32. Гончаренко С. У. Кушнір В. А., Кушнір Г. А. Методологічні особливості наукових поглядів на педагогічний процес. *Шлях освіти*. 2008. № 4(50). С. 2-10.
33. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник Київ : Либідь, 1997. 374 с.
34. Гончаренко С. У. Фундаменталізація освіти як дидактичний принцип *Шлях освіти*. 2008. №1. С.2-6.
35. Гуржій А. М., Величко С. П., Жук Ю. О. Фізичний експеримент у загальноосвітньому навчальному закладі (Організація та основи методики): [навчальний посібник]. Київ: ІЗМН, 1999. 303 с.
36. Данилов М. А., Малинин В. Н. Структурно-системные исследования педагогических явлений. *Советская педагогика*. 1971. № 1. С. 73-95.
37. Експеримент на екрані комп'ютера: монографія /авт. кол.: Ю. О. Жук, С. П. Величко, О. М. Соколюк, І. В. Соколова, П. К. Соколов. За редакцією: Ю. О. Жука. Київ : Педагогічна думка, 2012. 180 с.
38. Жалдак М.И. GRAN1 – математика для всех. *Компьютеры + программы*. 1995. № 5 (20). С. 72-76.
39. Жалдак М. І., Набочук Ю. К., Семещук І. Л. Комп'ютер на уроках фізики: [посібник для вчителів]. Костопіль : РВП Роса, 2005. 228 с.

40. Жук Ю. О. Теоретико-методичні засади організації навчальної діяльності старшокласників в умовах комп'ютерно орієнтованого середовища навчання: автореф. дис. на здоб. наук. ступ. докт. пед. наук: спец. 13.00.09 – теорія навчання. Київ, 2017. 50 с.

41. Жук Ю. О. Теоретико-методичні засади організації навчальної діяльності старшокласників в умовах комп'ютерно орієнтованого середовища навчання: монографія. Київ : Педагогічна думка, 2017. 468 с.

42. Забара О. А. Методика виконання фізичного практикуму майбутніми вчителями фізики в умовах взаємозв'язку реального та віртуального навчального експерименту: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Кіровоград, 2015. 20 с.

43. Заболотний В. Ф. Формування методичної компетентності учителя фізики засобами мультимедіа: монографія. Вінниця : ПП ТД Едельвейс і К, 2009. 456 с.

44. Задорожна О. В. Методичні засади створення та використання педагогічних програмних засобів у процесі навчання фізики студентів вищих авіаційних навчальних закладів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Кіровоград, 2014. 20 с.

45. Закон України «Про освіту» [Електронний ресурс]. Верховна Рада України; Закон від 05.09.2017 Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>

46. Закон України «Про вищу освіту» [Електронний ресурс]. Верховна Рада України; Закон від 01.07.2014 №1556-VII. Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18/paran77#n77>. Документ 1556-18, чинний. Редакція від 01.01.2015, підстава 76-19.

47. Зязюн І. А. Технологізація освіти як історична неперервність: Передмова *Педагогічні технології у неперервній професійній освіті*: монографія. Київ: ВПОЛ, 2001. С. 3-11.

48. Зязюн І. А. Філософія освіти: парадигми і технології. *Педагогічні новації столичної освіти: теорія і практика: наук.-метод. щорічник*. Київ, 2001. С. 7-20.

49. Зязюн І. А. Філософія педагогічної якості в системі неперервної освіти. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка*. 2005. № 25. С. 13.

50. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Термины и определения. ГОСТ Р 52653-2006. [Электронный ресурс]. Москва: Стандартинформ, 2007. 12 с. Режим доступа : <http://vsegost.com/Catalog/30/30.shtml>

51. Іваницький О. І. Теоретичні і методичні основи підготовки майбутнього вчителя фізики до впровадження інноваційних технологій навчання: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. Київ, 2005. 492 с.

52. Коваленко Т. О. Самостійна діяльність студентів як чинник здобуття фахової компетентності в умовах кредитно-модульної організації навчального процесу. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2010. № 2 (4). С. 178-184.

53. Ковальов С. Г. Методичні засади розроблення та використання навчального обладнання для дослідження оптичного випромінювання у навчальному процесі з фізики в університетах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Бердянськ, 2014. 20 с.

54. Козаков В. А. Самостоятельная работа студентов и ее информационно-методическое обеспечение: [учебн. пособие]. Київ : Вища школа, 1990. 247 с.

55. Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання з фізики в школі: посібник. Авт. кол.: Ю. О. Жук, О .М. Соколюк, І. В. Соколова, П. К. Соколов. За заг. ред. Ю. О. Жука. Київ : Педагогічна думка, 2011. 152 с.

56. Кузьмина Н. В. Системный подход в педагогических исследованиях. *Методология педагогических исследований: сборник трудов НИИ ОП АН СССР*. Москва, 1980. С. 82-117.

57. Лернер И. Я. Качества знаний учащихся. Какими они должны быть? Москва: Знание, 1978. 48 с.
58. Ляшенко О. І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логіко-дидактичні основи. Київ: Генеза, 1996. 128 с.
59. Малафійк І. В. Теорія та методика ормування системності знань у старшокласників: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.09. Рівне, 2007. 422 с.
60. Мартинюк О. С. Теоретико-методичні засади виконання комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту в процесі навчання майбутніх учителів фізики : автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2015. 40 с.
61. Мартинюк О. С. Теоретико-методичні засади виконання комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту в процесі навчання майбутніх учителів фізики: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. Східноєвроп. нац. ун-т ім. Л. Українки. Київ, 2015. 427 с.
62. Навчальні програми для учнів 10-11 класів шкіл з українською мовою навчання. Фізика. Рівень стандарту. Академічний рівень. Профільний рівень. [Електронний ресурс]. *Міністерство освіти та науки України*. Режим доступу: <http://osvita.ua/school/program/30993/>
63. Петриця А. Н. Співвідношення віртуального та реального у навчальному експерименті у процесі вивчення фізики в основній школі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Кіровоград, 2010. 20 с.
64. Подласый И. П. Проблема объективного измерения учебно-педагогической информации. *Объективные характеристики, критерии, оценки и измерения педагогических явлений и процессов: сборник трудов НИИ ОП АН СССР*. Москва, 1973. С. 364-368.
65. Подопригора Н. В. Методична система навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах: Монографія. Міністерство освіти і науки України; Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка. Кіровоград : ФО-П Александрова М.В., 2015. 512 с.: іл.

66. Проект концепції розвитку освіти України на період 2015-2025 років [Електронний ресурс]. *Новини освіти в Україні*. Режим доступу: <http://osvita.ua/news/43501/>

67. Сальник І. В. Віртуальне та реальне у навчальному фізичному експерименті старшої школи: теоретичні основи: [монографія]. Кіровоград : ФО-П Александрова М.В., 2015. 324 с.

68. Сальник І. В. Навчально-методичний комплекс експериментального вивчення оптики в старшій школі. *Інженерні та освітні технології*. Кременчук: КрНУ, 2015. №1 (11). С.202-204.

69. Сальник І. В. Інтеграція реального та віртуального фізичного експерименту в старшій школі: дис. ... на здоб. наук. ступ. докт. пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Кіровоград, 2016. 498 с.

70. Слободяник О. В. Зміст та види індивідуальних завдань для забезпечення активної пізнавальної діяльності студентів з фізики. *Наукові записки*. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Кіровоград, 2011. Вип. 2. С. 137-144.

71. Слободяник О. В. Індивідуальні завдання до лабораторного практикуму з методики навчання фізики : [посіб. для студ. вищ. пед. навч. закладів]. Кіровоград : ПП Центр оперативної поліграфії Авангард, 2012. 80 с.

72. Слободяник О. В. Індивідуальні завдання до лабораторного практикуму з курсу загальної фізики. Оптика. Електрика та магнетизм : [посіб. для студ. вищ. пед. навч. закладів]. Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2012. Ч. 2. 48 с.

73. Слободяник О. В. Індивідуальні навчально-дослідницькі завдання у підготовці майбутніх учителів фізики. *Вісник Кам'янець-Подільського національного педагогічного університету імені Івана Огієнка*. Серія педагогічна. 2011. Вип. 17. С. 179-181.

74. Слободяник О. В. Методика організації самостійної роботи студентів педагогічних університетів у процесі навчання фізики: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Кіровоград, 2012. 20 с.

75. Солдатенко М. М. Методологічні аспекти організації самостійної пізнавальної діяльності студентів. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*. 2002. Вип. 2 (6). С. 24-30.

76. Соменко Д. В. Розвиток пізнавальної активності студентів педагогічних університетів у процесі навчання фізики з використанням інформаційно-комунікаційних технологій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Кіровоград, 2015. 20 с.

77. Сосницкая Н. Л., Самойленко П. И., Волошина Е. А. Современная информационная образовательная среда как эффективное инструментальное средство изучения физики: [монография]. Москва : АПК и ППРО, 2009. 216 с.

78. Соціолого-педагогічний словник. За ред. В. В. Радула. Київ: ЕксОб, 2004. 304 с.

79. Ткаченко А. В. Навчальний фізичний експеримент з оптики як засіб активізації пізнавальної діяльності студентів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Кіровоград, 2012. 20 с.

80. Українська радянська енциклопедія: енциклопедія у 12 т. [гол. ред. М.П. Бажан]. Київ : Головна редакція УРЕ, 1977. Т. 4. 1979. 560 с.

81. Філософські абриси сучасної освіти: монографія [І. Предборська, Г. Вишенська, В. Гайденко, Г. Гамрецька та ін.]; за ред. І. Предборської. Суми: ВТД Університетська книга, 2006. 226 с.

82. Філософський словник. За редакцією В. І. Шинкарука. Вид. 2-е (перероб. і доповн.). Київ : Головна редакція Української радянської енциклопедії, 1986. 798 с.

83. Царенко О. М., Сальник І. В., Сірик Е. П., Сірик П. В. Лабораторний практикум з курсу загальної фізики: частина 5. Квантова фізика. Навчально-методичний посібник. Кіровоград: РВВ КДПУ імені Володимира Винниченка, 2014. 86 с.

84. Шульга С. В., Величко С. П. Активізація самостійної роботи студентів у фізичному практикумі з атомної фізики. *Наукові записки*. Вип.9.

Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 2. Кіровоград: РВВ КДПУ ім.В.Винниченка, 2016. С. 227-234.

85. Шульга С. В. Віртуальний експеримент: дослідження спектру водню. *Засоби і технології сучасного навчального середовища: Матеріали XIII (XXIII) міжнародної науково-практичної конференції*, м. Кропивницький, 19-20 травня 2017 року. Відповід. ред.: С. П. Величко. Кропивницький: ПП Ексклюзив-Систем, 2017. С.88-90.

86. Шульга С. В. До проблеми посилення самостійної роботи студентів у процесі навчання фізики атома і ядра в педагогічних університетах. *Засоби і технології сучасного навчального середовища: Матеріали XII (XXII) міжнародної науково-практичної конференції*, м. Кіровоград, 27-28 травня 2016 року. Відповід. ред.: С. П. Величко. Кіровоград: ПП Ексклюзив-Систем, 2016. С.116-118.

87. Шульга С. В. Індивідуальні завдання та навчальні проекти для студентів до лабораторного практикуму з курсу загальної фізики (Квантова фізика) : навч. посібн. для студ. фіз.-мат. фак.-тів пед. ун-тів. Кропивницький: ПП Ексклюзив-Систем, 2018. 42 с.

88. Шульга С.В., Халецька З.П., Ізюмченко Л.В. Методичні особливості вивчення теми «Апроксимація функцій» студентами фізичних спеціальностей *Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Математика в сучасному технічному університеті*, м. Київ, 28-29 грудня 2017 р. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. С. 290-292.

89. Шульга С. В., Величко С. П. Моніторинг та оцінка навчально-методичного комплексу з квантової фізики для розвитку пізнавальної діяльності студентів. *Наукові записки*. Вип. 177. Серія: Педагогічні науки. Частина 2. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. С. 183-187.

90. Шульга С. В. Організація індивідуальної роботи студентів засобами ІКТ у підготовці та виконанні лабораторного практикуму з курсу загальної фізики (Квантова фізика) : навч. посібн. для студ. фіз.-мат. фак.-ту пед. ун-тів. Кропивницький: ПП Ексклюзив-Систем, 2018. 142 с.

91. Шульга С. В., Величко С. П. Посилення ролі індивідуальної пошукової діяльності студентів у фізичному практикумі з атомної фізики. *Наукові записки*. Вип.12. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 3. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім.В. Винниченка, 2017. С. 142-150.

92. Шульга С. В., Величко С. П. Результати перевірки методичного забезпечення для розвитку пізнавальної діяльності студентів з фізики. *Збірник наукових праць студентів і молодих науковців Фізика. Технології. Навчання*. Вип.17. Кропивницький: ПП Центр оперативної поліграфії Авангард, 2018. С.102-107.

93. Шульга С. В. Результати перевірки методичної системи розвитку пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики. *Збірник тез матеріалів III Всеукраїнської науково-методичної конференції «Теоретико-методичні засади вивчення сучасної фізики та нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах»*, м. Суми, 28 листопада 2018 р. За ред. О. М. Завражної. Суми: Вид-во Сум. ДПУ ім. А. С. Макаренка, 2018. С.80-82.

94. Шут М. І. Актуальні проблеми модернізації базової фізичної освіти / М. І. Шут, М. Т. Мартинюк, Л. Ю. Благодаренко // Педагогічна і психологічна наука в Україні : Зб. наук. праць. Т. 3: Загальна середня освіта. Київ: Пед. думка, 2012. С.149-160.

95. Шут М. І., Горбачук І. Т., Сергієнко В. П. Загальна фізика. Програма навчальної дисципліни для студентів вищих педагогічних закладів освіти. Київ : НПУ, 2005. 48 с.

96. Шут М. І., Сергієнко В. П. Науково-дослідна робота з фізики у середніх і вищих навчальних закладах. Київ: Шкільний світ, 2004. 128 с.

97. Якунин В. А. Обучение как процесс управления: Психологические аспекты. Ленинград: Изд-во Ленинградского ун-та, 1988. 160 с.

98. Shulga S. V., Velychko S. P. Virtual experiments in the study of quantum physics. *Наукові записки*. Вип.10. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 1. Кіровоград: РВВ КДПУ ім.В.Винниченка, 2016. С. 99-105.

99. Shulga S. V., Velychko S. P. Virtual experiments: research phosphorescence. *Наукові записки*. Вип.11. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 2. Кропивницький: РВВ КДПУ ім.В.Винниченка, 2017. С. 54-62.

100. Velychko S., Shulga S. Use of ict in the study of nuclear physics. *Наукові записки*. Вип.8. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 2. Кіровоград: РВВ КДПУ ім.В.Винниченка, 2015. С. 79-83.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА СИСТЕМИ РОЗВИТКУ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ З КВАНТОВОЇ ФІЗИКИ

З метою перевірки основних положень нашого наукового дослідження й одночасно визначення ефективності запропонованої методичної системи розвитку ПДС з квантової фізики засобами розробленого і запропонованого нами навчально-методичного комплексу, що базується на КОЗН «Quantum Physics» для виконання робіт фізичного практикуму, ІНЗ та НП, упродовж 2017-2018 років проводилася експериментальна оцінка. Цій перевірці передувало послідовне вивчення проблеми дослідження та практична реалізація його основних ідей у 7 ЗВО України та на конференціях різного рівня, де обговорювалися й оцінювалися усі складові методичного комплексу: посібників для студентів до фізичного практикуму, ППЗ «Quantum Physics», системи ІНЗ і НП, які входили до його складу.

У попередніх розділах нашого дослідження ми вже розглядали окремі питання організації і проведення експериментальної перевірки результатів дослідження, що стосуються аналізу стану вивчення як ПДС у ході виконання різних видів експериментальних завдань, і зокрема фізичного практикуму та ІНЗ і НП на основі запровадження ІКТ у процесі навчання квантової фізики і конкретно у лабораторному фізичному практикумі, який є його основою у виявленні фізичних фактів, що вивчаються у розділі «Квантова фізика». При цьому нас цікавило також з'ясування важливих зв'язків між реальним і віртуальним експериментом у ході різного представлення студентів досліджуваного фізичного явища та в обґрунтуванні вибору відповідного конкретного методу дослідження визначеного явища з розділу квантової фізики з метою реалізації запропонованої методичної системи та її методичного забезпечення для інтегрованого виконання дослідницького завдання на основі ППЗ «Quantum Physics» за чітко встановленою (як правило, інструктивними матеріалами) його послідовністю і цілісністю.

За цих обставин наші припущення і гіпотеза вимагали широкого використання емпіричних методів дослідження. Як і будь-яке педагогічне дослідження, наше також передбачало проведення педагогічного експерименту, який дозволяє провести оцінку рівня сформованості у студентів високого рівня індивідуальної пізнавальної діяльності в оволодінні фізичними фактами, фізичними законами і закономірностями з квантової фізики, виявити ступінь залежності рівня навчальних досягнень студентів від ступеня опанування теоретичними знаннями та практичними вміннями і навичками в експериментуванні з використанням КОЗН, включаючи і перевірку ефективності запропонованої методичної системи розвитку ПДС у ході виконання робіт фізичного практикуму з квантової фізики з використанням КОЗН, що передбачають і враховують інтеграцію реального та віртуального.

3.1. Організація та проведення експериментальної перевірки системи розвитку ПДС з квантової фізики

Розпочинаючи своє дослідження, ми виходили з припущення, яке акцентувало нашу увагу на таких двох аспектах.

По-перше, необхідність цілісного осмислення феномена «фізичний практикум» та понять віртуального і реального взагалі в експериментуванні, і зокрема у фізичному практикумі з курсу загальної фізики, що в умовах полікомпонентного навчального середовища і ППЗ «Quantum Physics» реалізується на основі синергетичного підходу, який забезпечує і сприяє інтеграції цих двох феноменів, фактично доведена результатами раніше виконаних досліджень, що стосувалися розділів курсу фізики основної школи та у ЗЗСО (Петриця А. Н. (2010), Сальник І. В. (2016), Хомутенко М. В. (2018) та ін.), з розділів «Електродинаміка» та «Оптика» з курсу загальної фізики у ЗВО (Задорожна О. В. (2014), Ковальов С. Г. (2014), Забара О. А. (2015) та ін.) та аналізовані нашими дослідженнями матеріали з розділу «Квантова фізика», представлені у першому та другому розділах дисертаційної роботи. За цих обставин потрібно основну увагу нам сконцентрувати таким чином, щоб

виокремити той факт, що автори попередніх досліджень основний наголос робили на доведенні доцільності аналізу кожного з окремо взятих феноменів – як реального, так і окремо віртуального, і співвідношення між ними – для доведення дидактичної ефективності запровадження їх у освітньому процесі з фізики (Петриця А. Н. (2010), Сальник І. В. (2016). У дослідженні Задорожної О. В. (2014) КОЗН запроваджувалися з метою постановки двох нових (оригінальних) робіт практикуму з визначення центра маси літака, а також поєднано із запроваджуваними у практику підготовки майбутніх операторів складних систем управління та майбутніх льотчиків. У дослідженні С. Г. Ковальова (2014) основна увага приділена створенню спеціального уніфікованого комплексу «Спектрометр–01» для вивчення у загальному курсі фізики оптичного випромінювання різних діапазонів, а дослідження О. А. Забари (2015) найбільшою мірою наближене до нашого з конкретизацією його на вивченні матеріалу з розділу «Електродинаміка» та частково «Оптика» з використанням випромінювання ОКГ. Робота Хомутенка М. В. (2018) розкриває методику вивчення теми «Атомна та ядерна фізика» на основі хмарних технологій, що реалізують авторські програмні продукти.

Відтак, у своєму дослідженні ми передбачаємо встановити параметри і характеристики для оцінки навчальних досягнень студентів, які свідчать про наявність та виявлення впливу запропонованої моделі методичної системи у розвитку ПДС у ході виконання саме фізичного практикуму та ІНЗ і НП з розділу «Квантова фізика».

По-друге, цей аспект у нашому дослідженні зводиться до того, що інтеграція реального та віртуального з урахуванням психолого-педагогічних та ергономічних чинників у фізичному практикумі з квантової фізики забезпечує ефективність запропонованої моделі методичної системи розвитку ПДС на завершальному етапі навчання фізики у ЗВО, яка націлена на випереджувальний характер розвитку особистості студента та сприяє створенню й апробації цілісної системи формування предметних фізичних компетентностей і, зокрема, теоретичної та експериментаторської її компонент,

що досить вагомим та особливо важливим є саме для майбутнього вчителя фізики чи іншого фахівця, діяльність якого пов'язана із фізичною галуззю.

Наша гіпотеза щодо вдосконалення освітнього процесу з фізики у педагогічному університеті на основі посилення ролі і значущості КОЗН, що поєднують реальне та віртуальне в навчальному фізичному практикумі, зводилася не лише до необхідності формування у студентів деякої системи знань, умінь і навичок. Вона передбачала водночас піднести роль і вагомість особистості самого студента у процесі навчання фізики, розвивати та активізувати його НПД, сприяти розвитку його мислення і творчих здібностей, а в умовах запровадження СОТ у поєднанні з КОЗН у навчанні фізики найбільшою мірою задовольнити запити і побажання та плани на майбутнє кожного випускника педагогічного ЗВО, що вагому роль відіграє й особливу увагу та значущість набуває саме для майбутнього вчителя фізики, який, опанувавши сучасні освітні технології, у повному обсязі та ефективно реалізуватиме їх у своїй майбутній педагогічній діяльності.

Експериментальна перевірка результатів нашого дослідження проводилася в декілька етапів. Основні проблеми і завдання, що виникали на різних її етапах, та методи їх розв'язання представлені в таблиці 3.1.

На констатувальному етапі експериментальної перевірки результатів дослідження вивчалася проблема запровадження в освітній процес з фізики закладів вищої освіти СІТН, досліджувався сучасний стан і перспективи розвитку навчального фізичного експерименту з квантової фізики та його вагомості складової – лабораторного практикуму, його матеріально-технічне забезпечення та можливість запровадження у ньому засобів ІКТ і КОЗН, виявлялися чинники, що впливають на рівень теоретичних знань й експериментаторських умінь і навичок студентів з квантової фізики.

За цих обставин проводилося дослідження з проблеми цілісного осмислення понять фізичного практикуму і ролі у ньому віртуального та реального й інтегрованого їх поєднання у процесі навчання фізики, зокрема у вивченні «Квантової фізики» та виконання практикуму з розділу.

Таблиця 3.1

Проблеми, що вирішувалися на різних етапах планування та проведення експериментальної перевірки результатів дослідження

Проблеми	Методи розв'язання проблеми
<p>1. Вивчення та аналіз психолого-педагогічних основ самостійної пізнавальної діяльності студентів (ПДС) у навчанні фізики дає можливість встановлювати доцільне співвідношення між поняттями «активність» та індивідуальна ПДС, що в психологічному аспекті доводить їхню тотожність, а в освітньому процесі виділяє три ступені діяльності студента: – безпосередню; – теоретичну і практичну; – єдність теоретичного і практичного знання.</p>	<p>Проведення констатувального експерименту (аналіз наукової та психолого-педагогічної літератури, вивчення закономірностей психологічних аспектів розвитку діяльності і активності студентів, спостереження за ПДС в освітньому процесі взагалі та у ході фізичного практикуму, розв'язування ІНЗ і НП, бесіди з метою встановлення ролі ІКТ у навчанні квантової фізики, аналіз самостійних письмових і контрольних робіт та його статистична оцінка й узагальнення.</p>
<p>2. Аналіз станів ПДС у ході виконання фізичного практикуму з квантової фізики з використанням КОЗН в умовах полікомпонентного навчального середовища дає таку послідовність її розвитку через відповідні чинники активізації ПДС (мотиваційного, змістово-операційного, емоційно-вольового), що вимагають встановлення рівнів ПДС та кількісного її оцінювання (емпірично-інтуїтивної, репродуктивної, рефлексивно-творчої) за допомогою конкретних вимірників.</p>	<p>Аналіз навчальної ПДС у процесі вивчення розділу «Квантова фізика», спостереження, бесіди зі студентами і викладачами, аналіз психолого-педагогічних першоджерел, філософських словників, співставлення результатів спостережень із реальними результатами у ході вивчення змістової та процесуальної компонент системи розвитку ПДС з розділу «Квантова фізика».</p>
<p>3. Особливості розвитку ПДС з квантової фізики засобами ІКТ та їхні потенційні можливості вимагають доведення обґрунтованої доцільності і використання КОЗН з метою організації індивідуальної ПДС, яка при цьому розвивається і вдосконалюється й одночасно забезпечує ефективне виконання фізичного практикуму з квантової фізики в умовах такого навчального середовища, яке є полікомпонентним. За цих умов запроваджені ІКТ та мережеві технології або створені нові (авторські) ППЗ мають дозволити студентам складні (або ще не опановані студентами) завдання поділяти на окремі прості, а вже потім їх інтегрувати на завершальній стадії виконаного дослідження.</p>	<p>Аналіз у ході спостереження та співставлення ПДС з окремими фрагментами змісту, які студенти опанували у ході підготовки та під час безпосереднього виконання й на етапі узагальнення виконаного дослідницького завдання за допомогою пропонуваніх КОЗН, а, головне, у порівнянні з новим запропонованим ППЗ «Quantum Physics». Порівняння з метою з'ясування переваг, які надає створений авторський варіант КОЗН «Quantum Physics».</p>

Продовження табл. 3.1.

Проблеми	Методи розв'язання проблеми
<p>4. Опрацювання методологічних основ, вирішення яких мало б стати запорукою відбору із наявних чи розробку і створення нового (авторського) КОЗН або ППЗ для виконання робіт фізичного практикуму на його базі, висуває нову проблему про: а) надання можливостей студентів використовувати запропонований ППЗ блочно (окремо) для повного опанування кожного блоку і комплексно (інтегровано) у ході виконання дослідницьких завдань; б) ППЗ має забезпечувати можливість опрацювання його складових у ході розв'язання ІНЗ та НП і робіт практикуму; в) ППЗ має забезпечувати самостійну індивідуальну ПДС на етапі підготовки студента до виконання дослідницького ІНЗ чи НП, на етапі безпосереднього виконання завдання, на завершальному етапі дослідження з метою перевірки і узагальнення результатів та в разі потреби їх коригування.</p>	<p>Пошуковий експеримент. Вивчення та поглиблення математичних аспектів у ході розробки і відбору мови програмування, побудови апроксимуючої функції (метод найменших квадратів (МНК) і метод поліномів високих степенів) для забезпечення можливості студента використовувати створене ППЗ у ході блочного опанування та використання його у виконанні експериментального завдання. Спостереження за ходом розвитку ПДС на основі КОЗН.</p>
<p>5. Створення моделі системи розвитку ПДС, що базується на виконанні фізичного практикуму, ІНЗ та НП з використанням запропонованого КОЗН, коли центральними її компонентами слугують <i>змістова</i> (зміст розділу «Квантова фізика») та <i>процесуальна</i> (ППЗ «Quantum Physics») складові, спрощує схематичне її представлення, зменшуючи кількість зв'язків між структурними компонентами. Зате ця модель дає можливість виділити у ній іншу педагогічну систему «Методика виконання фізичного практикуму з квантової фізики», яка є системою нижчого порядку, однак досить вагомою у освітньому процесі, забезпечує встановлення співвідношення між рівнями ПДС і їхніх навчальних досягнень.</p>	<p>Створення моделі педагогічної системи розвитку ПДС на основі КОЗН у полікомпонентному навчальному середовищі з урахуванням основних її складових та змісту розділу «Квантова фізика» і методики його вивчення як центральних (висхідних); моделювання процесу навчання та взаємозв'язків між основними компонентами моделі, моделювання на основі ієрархічності моделі методики виконання фізичного практикуму з використанням КОЗН у полікомпонентному навчальному середовищі. Оцінка та узагальнення результатів спостережень і досліджень.</p>

Продовження табл. 3.1.

Проблеми	Методи розв'язання проблеми
6. Перевірка ефективності створеної системи розвитку ПДС і методики виконання робіт фізичного практикуму, ІНЗ і НП на основі КОЗН «Quantum Physics», що передбачає поблочне його опанування студентом (8 блоків), поетапне його використання у ході виконання експериментального завдання різного характеру (ІНТЗ, ІНЕЗ, ІНДЗ, ІНМЗ), узгодження рівнів ПДС і навчальних досягнень студентів.	Формувальний експеримент. Експериментальне навчання квантової фізики на основі виконання фізичного практикуму з використанням КОЗН у полікомпонентному навчальному середовищі, оцінка рівнів ПДС: навчальних досягнень студентів, аналіз та статистична обробка результатів.
7. Оцінка ефективності запропонованої системи розвитку ПДС та навчально-методичного комплексу її забезпечення.	Апробація результатів дослідження на конференціях, семінарах, експертна оцінка методичного забезпечення системи розвитку ПДС.

Внаслідок комплексного аналізу наукової та методичної літератури, а також спостережень за освітнім процесом у ЗВО була виокремлена суттєва проблема, що обумовлена впливом на освітній процес навчального середовища, яка співзвучна із означенням [6; 7; 11] та визначенням поняття «віртуально орієнтованого навчального середовища з фізики», яке саме так трактується у дослідженні І. В. Сальник [16], і зазначене як середовище, в якому інформаційно-комунікаційні ресурси узгоджуються з процесами комунікації та діяльності усіх учасників освітнього процесу. При цьому необхідний комплекс запроваджуваних ресурсів у даному середовищі утворює цілісну інтегровану систему, яка підтримує та спрямовує процес навчання [16, с.346]. Поряд з цим, за твердженням Ю. О. Жука, виявлено, що до таких навчальних середовищ можуть бути віднесені і комп'ютерно-орієнтовані навчальні дослідження з певним рівнем автоматизації, тобто дослідження, у яких в ході виконання лабораторних робіт чи дослідницьких навчальних завдань суб'єкт навчально-пізнавальної діяльності має змогу безпосередньо, без допомоги допоміжних «агентів, втручатися в хід виконання роботи» [6, с.79].

Як було нами вже зазначено у розділі 1 (див. п.1.3), інформаційно-комунікаційним навчальним середовищем є таке навчальне середовище, в якому превалює ПДС «у віртуальному просторі», тобто, суб'єкт навчання свою

навчальну діяльність реалізовує в інформаційно-комунікативному просторі, що є віртуальним. При цьому пошук, відбір і використання необхідного обладнання і ресурсів для навчально-дослідницької діяльності студент здійснює самостійно (чи за підтримки викладача).

Отже, віртуально орієнтоване середовище з фізики є підсистемою педагогічної системи «процес навчання фізики» і воно нічим не відрізняється від реального – предметно-просторового навчального середовища, у якому суб'єкт оперує з матеріальними об'єктами без використання проміжних агентів.

Наш аналіз навчальних програм, посібників і підручників з курсу загальної фізики, аналіз відвіданих лекційних, практичних та лабораторних занять, бесід з викладачами та анкетування з питань використання у процесі навчання фізики, зокрема у фізичному практикумі з квантової фізики інформаційно-комунікаційних технологій та КОЗН і засобів віртуальної реальності, дав можливість встановити, що існуюча методична система підготовки студентів до виконання фізичного практикуму не повною мірою сприяє розкриттю усіх її складових (теоретичних та експериментаторських аспектів та їхнього поєднання) у формуванні предметної фізичної компетентності: роботи практикуму не завжди сприяють з'ясуванню сутності фізичних квантових явищ та процесів та формуванню цілісного уявлення про фізичне знання як основу наукової картини світу й одночасно недостатньо сприяє формуванню умінь і навичок як основи експериментаторської складової предметної компетентності майбутнього вчителя фізики.

Виконаний нами аналіз психолого-педагогічної літератури, спостереження за процесом навчання фізики під час лекцій, практичних, а головне лабораторних занять, дозволили виявити ті особливості полікомпонентного навчального середовища, які внаслідок прояву дії віртуально орієнтованої його складової впливає на психологічний розвиток студента та сприяє становленню його особистості. Внаслідок було виявлено, що для повноцінного сприйняття навколишнього світу, всебічного вивчення

квантових законів і закономірностей у ході перебігу природних явищ і процесів необхідне залучення усієї сенсорної системи людини.

За сучасних умов розвитку ІКТ досягти такого ефекту у процесі навчання фізики без спостережень доступних природних чи комп'ютерно-зmodelьованих об'єктів, явищ і процесів та без виконання різних видів навчального експерименту, а особливо без виконання фізичного практикуму з реальними об'єктами, дуже складно.

З іншого боку, аналіз психологічних особливостей розвитку особистості майбутнього вчителя показав, що для студентів має надаватися перевага у процесі вивчення природничих дисциплін саме теоретичним методам пізнання, на чому наголошує академік О. І. Ляшенко [13]. Зазначене вимагає значно ширше використовувати у процесі навчання квантової фізики сучасні освітні та інформаційно-комунікаційні технології, оскільки вони дають можливість моделювати процеси та явища навколишнього світу й таким чином глибше розкривають їхній внутрішній зміст, встановлюють причинно-наслідкові зв'язки, пояснюють закони функціонування та розвитку предмета вивчення.

За наслідками виконаного на даному етапі дослідження нами було узагальнено, що підвищення рівня ПДС у ході виконання лабораторних досліджень (фізичного практикуму, ІНЗ та НП) є наслідком запровадження КОЗН, як наслідок підсумкового підвищення результативності процесу навчання і спостерігається підвищення рівня навчальних досягнень студентів з квантової фізики за рахунок розвитку ПДС від час виконання фізичного практикуму, з урахуванням психологічних особливостей розвитку особистості студентів та їх індивідуальних запитів і потреб у запровадженні КОЗН в освітньому процесі з розділу, що поєднують віртуальний та реальний експеримент. Ці складові повинні запроваджуватися як два рівноцінні і рівноправні, тісно взаємопов'язані складники єдиної системи навчального експерименту: з одного боку, – у процесі підготовки і виконання лабораторної роботи фізичного практикуму та ІНЗ і НП, що має базуватися на індивідуальному розв'язанні студентом проблемних питань для виконання

експериментальних досліджень з урахуванням уже наявних теоретичних знань і практичних умінь. При цьому доцільним є вдосконалення та розвиток тих із складових дій і операцій у ході виконання дослідження і видів навчально-пізнавальної і пошукової діяльності, котрі мають проявлятися як основні і першочергові, а вже згодом важливо переходити поступово до опанування нових ще невідомих, однак, досить вагомих. Як наслідок, на завершальному етапі студент повинен добре опанувати усі передбачені в експериментальному дослідженні аспекти теоретичних і практичних складових (віртуальних і реальних компонент навчального середовища), котрі сприяють всебічному і повному дослідженню явища чи фізичного процесу. Разом з тим на завершальній стадії виконання ІНЗ чи лабораторного дослідження у ході практикуму студент має виконати роботу з реальними об'єктами і отримати реальні результати, а насамкінець, останнім аспектом впливає потреба у порівнянні результатів віртуального дослідження та реального дослідницького завдання у ході виконання у полікомпонентному навчальному середовищі дослідницького завдання, узагальнити результати і зробити відповідні висновки.

У той же час проведений нами аналіз дав можливість сформулювати дидактичні засади, що стали основою розробки дієвої методичної системи розвитку ПДС з квантової фізики і передбачення поліпшеної методики підготовки та самостійного виконання студентами фізичного практикуму з квантової фізики на основі КОЗН «Quantum Physics», яка враховує і сприяє подальшому розвитку ПДС. Використання у пропонованій методичній системі розвитку ПДС з розділу «Квантова фізика» віртуальної складової полікомпонентного навчального середовища, а саме ППЗ «Quantum Physics» на цьому етапі дозволило стверджувати, що таке середовище відкриває студенту вільний вибір і можливість маніпулювати вивченим матеріалом у ході його опанування в залежності від рівня власної підготовки та поставленого завдання, обирати першими в опрацюванні в залежності від власного бажання ті, які вже відомі і опановані, уможливорює отримувати знання з різних джерел інформації,

що посилює якість й урізноманітнює методи і способи засвоєння матеріалу, сприяє загальному розвитку студента, як майбутнього висококваліфікованого фахівця освітянської галузі. Отже, віртуально орієнтоване освітнє середовище з фізики у поєднанні з реальними засобами, що реалізується на основі синергетичного підходу і передбачає керування процесом навчання як з боку викладача, так й самим студентом, який виступає дієвим суб'єктом цього процесу: його діяльність впливає на запровадження нових методик, технологій, у підсумку покращує процес навчання, посилює мотивацію. За цих умов серед методологічних основ розробки методичної системи розвитку ПДС у ході фізичного практикуму з квантової фізики засобами ІКТ особливого значення набуває і синергетичний підхід.

На цьому ж етапі був проведений аналіз методичної та науково-методичної літератури з методики і техніки фізичного практикуму і встановлено, що сучасний його розвиток неможливий без широкого запровадження ІКТ, бо засоби ІКТ передбачають розробку методичних підходів та інноваційних методик з урахуванням особливостей інтеграції віртуального та реального у ході виконання лабораторних досліджень, що складають предмет вивчення у фізичному практикумі чи є окремими індивідуальними завданнями для студентів.

Таким чином, якісний аналіз процесу навчання квантової фізики у педагогічному університеті, який крім реальної включає й віртуальну складову, і при цьому їх зв'язок постійно розширюється та посилюється, дозволив констатувати можливість одночасного розширення та якісного розвитку ПДС педагогічних ЗВО, а відтак, і її розвиток засобами ІКТ, КОЗН, хмарних технологій тощо.

З урахуванням зазначеного нами був зроблений висновок про доцільність інтеграції понять «віртуального» та «реального» взагалі у процесі навчання квантової фізики, необхідність створення умов їх цілісного сприйняття та формування цілісної системи фізичних знань як основи розвитку особистості

майбутнього вчителя фізики, який згодом буде реалізовувати набутий досвід і нові переконання у практику своєї педагогічної діяльності в ЗЗСО.

Таким чином, у підсумку узагальнення констатувального етапу експериментальної перевірки результатів нашого дослідження ми виокремили твердження, що психолого-педагогічні основи самостійної ПДС у навчанні фізики дають можливість переконливо говорити про існування тісних взаємозв'язків між поняттям «активність» та «індивідуальна ПДС», і в психологічному розумінні вони ототожнюються, а в освітньому процесі виділяються три ступені діяльності: 1 – безпосередня; 2 – теоретична і практична; 3 – єдність теоретичного і практичного знання. Поряд з цим, оцінюючи різні стани ПДС у навчальному експериментуванні з використанням КОЗН (чи комп'ютерних систем) у полікомпонентному навчальному середовищі, дає підстави виявляти розвиток навчальної діяльності студентів на основі чинників її активізації (мотиваційного, змістово-операційного, емоційно-вольового), що дають підстави встановити відповідні рівні ПДС (емпірично-інтуїтивний, репродуктивний, рефлексивно-творчий) та кількісно їх оцінювати за допомогою відповідних вимірників.

Враховуючи особливості розвитку ПДС з квантової фізики у полікомпонентному середовищі, де проявляються позитивно однаковою мірою і реальна, і віртуальна складові, та потенційні можливості засобів ІКТ, обґрунтовано й узагальнено потребу у відборі серед наявних та в розробці і створенні авторських комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання для практикуму з квантової фізики, що здатні організувати індивідуальну самостійну ПДС на стадії підготовки, у ході виконання й узагальнення лабораторного дослідницького завдання, і надають можливість студентіві складні завдання ділити на простіші з метою їх опанування, а на завершальному етапі інтегрувати їх у єдине дослідницьке завдання. Доведена потреба у створенні нового такого КОЗН саме для розділу «Квантова фізика», яка обумовлена відсутністю таких засобів для навчальних цілей, а створюваний і пропонується нами претендує на оригінальний авторський комплект.

На етапі пошукового експерименту (2016–2017 н.р.) на основі результатів вивчення та аналізу стану проблеми, вимог стандартів освіти та Закону про вищу освіту щодо рівнів опанування системою фізичних знань в умовах компетентнісного, діяльнісного та особистісно орієнтованого підходів була розроблена модель методичної системи розвитку ПДС на основі виконання фізичного практикуму з використанням КОЗН «Quantum Physics», що ґрунтується на поєднанні реального і віртуального, а також враховує вимоги синергетичного підходу. На цьому етапі розроблялося ППЗ та методичне забезпечення з метою створення навчально-методичного комплексу для експериментального дослідження явищ і процесів та виконання фізичного практикуму з квантової фізики, який включає 11 робіт, передбачені робочими програмами з розділу «Квантова фізика» (Додаток В.2.1), серії ІНЗ та навчальних проєктів для проведення студентами індивідуальних досліджень з квантової фізики та ППЗ «Quantum Physics», що забезпечує віртуальну складову до кожної лабораторної роботи, а також інструктивні розробки до лабораторного експерименту, методичні рекомендації та 2 посібники для студентів і викладачів.

Серед важливих і непростих проблем на етапі пошукового експерименту було опрацювання методологічних основ у створенні авторського ППЗ для студентів, котре надавало б можливість складне дослідницьке завдання поділяти на окремі блоки, опанувати кожний із блоків у повному обсязі, а потім інтегрувати ці блоки, поєднуючи їх у єдине дослідження. Зазначена проблема висунула *першим завданням* для вирішення питання про вибір мови програмування. Як наслідок, ми обґрунтовано обрали мову Java, а *другим вагомим питанням* було вибір методу побудови апроксимуючої функції, оскільки в ході робіт фізичного практикуму з квантової фізики та розв'язування ІНЗ і НП передбачалися різні графічні представлення квантових уявлень і залежностей у ході дослідницької діяльності.

Відтак, наше додаткове опрацювання математичних відомостей дозволило обрати метод найменших квадратів (МНК), запропонований К.Гауссом і А. Лежандром, та метод поліномів високих степенів (Додаток В 1).

До інших важливих моментів пошукового експерименту було відпрацювання розробленої і запропонованої методики (виконання робіт практикуму) в реальному освітньому процесі. Під час такої апробації були визначені педагогічні умови запровадження пропонованої методики організації самостійної роботи студентів з підготовки і виконання фізичного практикуму з квантової фізики. Проводилася робота з адаптації системи окремих індивідуальних ІНЗ і НП та завдань дослідницького характеру, які склали фрагменти пошукової науково-дослідної роботи студентів.

Для перевірки ефективності методики виконання студентами фізичного практикуму вирішувалася проблема розробки засобів діагностики рівнів опанування студентами фізичного знання з квантової фізики.

Методи контролю та критерії оцінювання навчальних досягнень студентів представлені у додатку В 2.1.

Розвиток умінь студентів організувати самостійну роботу передбачає:

- вміння ставити цілі та визначати варіанти їх досягнення, виявляти труднощі та способи їх подолання;
- вміння здійснювати рефлексію своєї діяльності;
- дотримання усіх вимог до експериментаторської діяльності;
- вміння реалізовувати власні ідеї та експериментально їх доводити;
- вміння користуватися навчальним обладнанням і КОЗН;
- вміння фіксувати та обробляти результати виконаних досліджень та використовувати для цього засоби ІКТ.

Критеріями оцінки є ступінь відповідального ставлення до рекомендацій та інструкцій і вимог з підготовки до лабораторної роботи, ефективність самостійної ПДС, якість обробки отриманих результатів, кількість та частота застосування комп'ютерних технологій, кількість помилок, які допущені в процесі оформлення роботи тощо.

Важливою складовою самостійної роботи студентів є діяльність, пов'язана із формуванням *комунікативних вмінь*, що включає:

- змістовність виступів у процесі обговорення результатів досліджень за наслідками виконаних завдань;
- оперативний зворотний зв'язок;
- вміння ставити змістовні запитання відповідно до мети експерименту;
- ініціатива в плануванні, організації та проведенні експерименту.

Критеріями оцінки є кількість і якість питань та відповідей у дискусіях, швидкість реакції на поставлені запитання, ступінь адаптації до вимог і норм роботи у ході підготовки до роботи практикуму, під час її виконання та на стадії узагальнення одержаних результатів, а також ступінь виявленої студентом ініціативи в обговоренні поставленої проблеми.

Критерії та показники, за якими оцінювалася активність ПДС з квантової фізики, були представлені у вигляді картки викладачам для реєстрування у ході виконання робіт практикуму з розділу «Квантова фізика» у ЗВО (Додаток В 2.2).

Отже, на етапі пошукового експерименту нами було завершено створення ППЗ «Quantum Physics», розроблені необхідні критерії та рівні перевірки сформованості рівнів навчальних досягнень студентів та рівнів ПДС з квантової фізики з метою виявлення ефективності пропонованої системи розвитку ПДС та методики виконання фізичного практикуму з квантової фізики, що передбачає інтеграцію реального та віртуального.

Для викладачів були розроблені методичні рекомендації, які дозволяли виявити рівень навчальних досягнень студентів.

Результатом цього етапу педагогічного експерименту була доведена доцільність створення та запровадження в практику ППЗ «Quantum Physics» та відповідної методики виконання фізичного практикуму з квантової фізики на основі КОЗН, що поєднують використання реального і віртуального в умовах полікомпонентного навчального середовища.

Результати даного етапу були покладені в основу створення навчально-методичних посібників [18; 19].

Формувальний експеримент проводився у 2017-2018 н.р., під час якого нами здійснено апробацію розробленої методики виконання фізичного практикуму та методичної системи розвитку ПДС, перевірено КОЗН «Quantum Physics» і впроваджено у освітній процес.

Експериментальну базу дослідження складали 7 ЗВО України: Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка.

На даному етапі експериментом було охоплено 346 студентів, що вивчали розділ «Квантова фізика», з яких експериментальна група складала 170 студентів, а контрольна група – 176 студентів. Групи добиралися таким чином, щоб вони найбільшою мірою відповідали умовам проведення педагогічного експерименту. Детальний аналіз результатів цього етапу експериментальної перевірки ефективності методичної системи ПДС наведений в п.3.2 дисертаційного дослідження.

Разом з кількісною оцінкою результатів дослідження та вибором кількісних показників впливу розробленої і впровадженої системи розвитку ПДС з квантової фізики у ході педагогічного експерименту велися спостереження щодо впливу її на активність та самостійність пошукової і навчально-пізнавальної діяльності студентів. При цьому було встановлено, що організація ПДС засобами ІКТ на основі реалізації окремо віртуального і реального та інтегрованого їх представлення у фізичному практикумі та під час виконання ІНЗ і НП у ході різних форм проведення занять, а також під час індивідуальної діяльності, у ході пояснення нового матеріалу, розв'язування задач, узагальнення та систематизації одержаних результатів та ін., підтримує

зацікавленість і розвиває ПДС з фізики. При цьому для студентів вагомими виступали такі аспекти, які розкривають структуру навчального матеріалу з квантової фізики та ті основні методи, які використовуються у процесі вивчення розділу «Квантова фізика», а самостійне розв'язування навчальних проблем і проектів та ІНЗ різного типу (ІНТЗ, ІНЕЗ, ІНДЗ, ІНМЗ) надає їм задоволення. Підвищена активність студентів є фактором активізації мислення кожного окремо студента, що виступає стрижневим завданням у навчанні.

Відповідно до критеріїв оцінки рівня оволодіння навичками самостійної ПДС спостерігалася динаміка розвитку різних її складових: навчальної, організаційної, комунікативної. Одночасно виявляється зростання рівня умінь у дотриманні методичних вимог до експериментаторської діяльності, вміння користуватися фізичним обладнанням у поєднанні їх з комп'ютерними засобами експериментування, фіксувати та обробляти результати проведених досліджень, запроваджуючи при цьому КОЗН. Завдяки систематичному запровадженню в освітній процес з квантової фізики різних видів експериментаторської діяльності студентів із залученням ідентичного КОЗН, у якому має місце поєднання віртуального та реального експерименту, а також дотримання методичних вимог і використання різних методичних підходів у запропонованій методиці виконання фізичного практикуму істотно підвищує рівень організаційних умінь студентів, необхідних у професійній підготовці майбутнього вчителя фізики та оцінки рівня його професійної компетентності.

Завдяки запровадженню у вивченні розділу «Квантова фізика» відповідної системи розвитку ПДС, методики виконання фізичного практикуму і навчально-методичного комплексу з розділу, методологічну основу яких складає синергетичний підхід, значною мірою розширилися межі спілкування як студентів і викладачів, так і спілкування між самими студентами, тобто, свого розвитку набула і комунікативна діяльність студентів, що проявлялася у формуванні таких умінь, як: вести дискусію, слухати відповіді однокурсників, ставити логічні запитання, давати змістовні відповіді на поставлені запитання,

поважати думку й висловлені ідеї товаришів та запроваджувати ймовірнісний підхід до оцінки різних точок зору і припущень.

Таким чином, у процесі експериментального навчання спостерігалось не лише загальне підвищення рівня навчальних досягнень з квантової фізики, а й підвищення рівня індивідуальної самостійної діяльності кожного студента та його активності у процесі експериментування (таблиця 3.2).

Спостереження, зафіксовані викладачами у кожному ЗВО за навчальною діяльністю студентів контрольних (КГ) та експериментальних (ЕГ) груп, показали значну відмінність у прийомах та підходах до проведення експерименту, у мотивації та самостійності навчальної діяльності, яку проявили студенти. З метою порівняння активності ПДС у КГ і ЕГ ми запропонували картку оцінки активності ПДС у фізичному практикумі з квантової фізики (див. Додаток В 2.2), а одержані результати якісної оцінки у ході експериментальної перевірки представлені таблицею 3.2.

Таблиця 3.2

Якісна оцінка ПДС контрольних (КГ) та експериментальних (ЕГ) груп у виконанні практикуму з використанням ППЗ «Quantum Physics»

КГ (176 студентів)	ЕГ (170 студентів)
Майже 50% студентів не опанувала загальні методи експериментаторської діяльності, для них важко спланувати свою діяльність у ході виконання лабораторного дослідження.	Основна частина студентів достатньо опанувала основні методи експериментаторської діяльності, знає послідовність дій у ході виконання і проведення експериментального дослідження.
Більшість студентів виконують дослідження за готовими інструкціями. Засоби ІКТ використовують у виконанні розрахунків.	Студенти визначають самостійно раціональні прийоми виконання експерименту, включаючи і використання КОЗН.
50% студентів відчуває невпевненість у своїх діях, спостерігається непослідовність та хаотичність у виконанні експериментальних завдань, невміння проводити самоконтроль.	Значна частина студентів (біля 80%) у ході виконання робіт практикуму відчуває впевненість у своїх діях, спостерігається системність та послідовність у виконанні усіх дій, відчуття успіху, є потреба у студента провести самоконтроль і оцінити результат.

Продовження табл. 3.2

КГ (176 студентів)	ЕГ (170 студентів)
Подібні та аналогічні дослідження студенти виконують за загальним алгоритмом та інструкцією як нові.	Студенти вільно і впевнено роблять перенос уже здобутих знань, умінь і навичок у нову ситуацію і добре орієнтуються в нових умовах.
Слабка мотивація студентів, а пізнавальна їх активність незначна, оцінюються середнім рівнем.	Спостерігається стабільна мотивація та пізнавальна активність основної частини студентів, оцінюються достатнім і високим рівнем.
Пасивне спілкування з викладачем та однокурсниками щодо виконання експерименту, спостерігається активне бажання з метою переписування інформації у сильніших студентів.	Активне спілкування між викладачами, лаборантами та студентами у процесі експериментаторської діяльності з питань обговорення та вирішення різних проблем, ідей і варіантів виконання робіт практикуму.

У результаті експериментальної перевірки результатів дослідження на формуальному етапі встановлено, що запровадження пропонованої системи розвитку ПДС, яка базується на виконанні фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика» з використанням КОЗН «Quantum Physics», сприяє формуванню глибоких і міцних знань у студентів з квантової фізики: основних понять, законів і закономірностей та прикладів практичного використання. Студенти експериментальних груп показали вищий рівень теоретичних узагальнень, уміння аналізувати квантові явища і процеси й одночасно широко використовують загальнонаукові методи дослідження, можуть виявляти знання, які є результатом реальних і віртуальних досліджень і поєднувати їх, що вказує на педагогічну доцільність запровадження засобів ІКТ і КОЗН у фізичному практикумі з квантової фізики і виступає засобом розвитку та активізації ПДС з квантової фізики.

За наслідками в цілому експериментальної перевірки результатів дослідження педагогічну ефективність системи розвитку ПДС було встановлено на основі порівняння рівнів оволодіння навичками самостійної пошукової діяльності і пізнавальної активності студентів контрольних і

експериментальних груп з урахуванням рівнів навчальних досягнень і достатньо підтверджують наше припущення про доцільність запровадження засобів ІКТ і КОЗН у освітньому процесі з розділу «Квантова фізика» як з метою поліпшення методики виконання фізичного практикуму, так і забезпечення розвитку ПДС. При цьому методика підготовки студентів до виконання фізичного практикуму (ІНЗ та НІ) з використанням ППЗ «Quantum Physics» сприяє розвитку ПДС завдяки тому, що: а) студент може за власним бажанням обрати початок своєї навчальної діяльності з того блоку у пропонованому ППЗ, який йому відомий і в обраній для себе послідовності опановувати усіма 8 блоками, які передбачені у розробленому ППЗ для виконання роботи; б) студент має можливість, кількаразово виконуючи роботу у підготовці до практикуму, і помилившись у ході опрацювання відповідного блоку, розпочати роботу спочатку, не переймаючись тим, що викладач чи одногрупники бачать його помилки, а тому він працює впевнено і легко сам виправляє свої помилки, діючи у цьому випадку з метою самоконтролю, самокоригування власної пізнавальної діяльності, що цілеспрямовано формує у нього професійні компетенції вчителя фізики.

На завершення формувального етапу експериментальної перевірки результатів дослідження зазначимо, що узагальнення результатів в цілому педагогічного дослідження виконано з урахуванням того, що для оцінки рівнів ПДС з квантової фізики у дослідженні та оцінки рівнів навчальних досягнень студентів, ми обрали по три у кожному випадку, які між собою співвідносяться відповідно: середній, достатній і високий рівні, враховуючи умови нашого дослідження, що підтверджує думку про існування кореляції між ними.

Кількісні результати експериментального навчання та його оцінка представлені у п.3.2 роботи.

Результати дослідження доповідалися та обговорювалися на науково-практичних конференціях з актуальних питань методики викладання фізики різного рівня: міжнародних – 5 та всеукраїнських – 2, а також обговорювалися

на засіданні методичного семінару «Сучасні проблеми дидактики фізики» (2019 р., м. Кропивницький) у ЦДПУ імені Володимира Винниченка.

З метою обговорення та оцінки створеного автором навчально-методичного комплексу, запропонованої методики виконання фізичного практикуму на основі КОЗН і створеного ППЗ «Quantum Physics» була проведена експертна оцінка з урахуванням думок 81 фахівця.

Результати експертної оцінки наведені в п.3.3 дисертаційної роботи.

3.2. Результати впровадження методики розвитку ПДС з квантової фізики та їх аналіз

У ході експериментальної перевірки методики виконання фізичного практикуму в умовах полікомпонентного навчального середовища і запровадження пропонованого навчально-методичного комплексу «Quantum Physics» з метою розвитку ПДС у розділі «Квантова фізика» взяли участь 346 студентів. Для експериментальної перевірки методики виконання фізичного практикуму з урахуванням інтеграції віртуального і реального були сформовані дві групи студентів: контрольна – 176 осіб та експериментальна – 170 осіб.

У ході розподілу студентів на експериментальну та контрольну групи на початку формувального етапу педагогічного експерименту бралися до уваги та враховувалися рівні навчальних досягнень студентів з попереднього розділу.

З цією метою ми провели зрізи навчальних досягнень студентів на основі контрольної роботи №1. За наслідками цієї контрольної роботи ми одержали результати рівнів знань студентів для ЕГ та КГ, що представлені в таблиці 3.3.

Суттєвим для оцінки результатів є статистична перевірка характеру відмінностей у розподілах студентів КГ та ЕГ. Вибірки студентів ЕГ та КГ 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 рівні навчальних досягнень)

задовольняють умови для порівняння результатів з використанням критерію χ^2 (хі-квадрат) [5, с.96].

Таблиця 3.3

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	

У зв'язку із наявністю всього трьох категорій вимірювань використовуємо двосторонній критерій χ^2 , який є значущим у випадках, коли отримані результати під час виконання робіт практикуму подаються у вигляді таблиці $2 \times C$ (у нашому випадку це відповідає таблиці у вигляді 2×3), оскільки маємо дві групи: контрольну та експериментальну й одночасно три рівні навчальних досягнень студентів.

Використання критерію χ^2 побудоване на зіставленні 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 $\chi^2_{\text{cn.}}$ визначається за формулою [5, с.101]:

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

де O_{1i} та O_{2i} - кількість студентів експериментальної та контрольної груп відповідно, які потрапили до i -тої групи, що відповідає певному рівню (середній, достатній, високий), n та m – об'єми вибірок, $C=3$ – кількість категорій стану вибірок, тобто рівнів навчальних досягнень студентів.

Розраховуємо значення χ^2_{cn} до початку експерименту і таким чином одержуємо відповідні результати:

$$\begin{aligned}\chi^2_{cn} &= \frac{1}{170 \cdot 176} \cdot \left(\frac{(170 \cdot 75 - 176 \cdot 77)^2}{75 + 77} + \frac{(170 \cdot 82 - 176 \cdot 88)^2}{82 + 88} + \frac{(170 \cdot 13 - 176 \cdot 11)^2}{13 + 11} \right) = \\ &= \frac{1}{29920} \cdot (4231,6 + 14095,9 + 3128,2) = 0,717\end{aligned}$$

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

Отже, з таблиці $\chi^2_{кр.} = 5,991$.

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

Основна мета, яку ми вирішували на формувальному етапі педагогічного експерименту, зводилася до виявлення ефективності розробленої системи розвитку ПДС з квантової фізики та ефективного запровадження запропонованої методики виконання фізичного практикуму з квантової фізики 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 епізодично 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 нами методики з використанням у ході виконання робіт практикуму (ІНЗ та НП) навчально-методичного комплексу, до якого входили електронний диск із записаним на ньому ППЗ «Quantum Physics» та двох посібників [18; 19], де описано виконання кожної із 11 лабораторних робіт практикуму, охарактеризовані індивідуальні завдання (ІНТЗ, ІНЕЗ, ІНДЗ, ІНМЗ) та НП, що також можуть виконуватися з використанням запропонованого ППЗ.

У процесі навчання запроваджувалася методика визначення рівнів навчальних досягнень студентів у фізичному практикумі з квантової фізики.

Оскільки ми не враховуємо початкового (або низького) рівня експериментальної пізнавальної діяльності студентів III курсу спеціальності «Фізика» і не беремо до уваги низький рівень навчальних досягнень студентів, що дозволяє нам обрати нами схема системи розвитку ПДС із розміщенням у центрі її змісту навчального матеріалу розділу «Квантова фізика» та методики його вивчення, включаючи і виконання робіт обов'язкового фізичного практикуму, то відповідні рівні як навчальних досягнень студентів у нашому дослідженні, так і рівні ПДС співвідносяться між собою (корелюють).

За цих умов визначення рівнів навчальних досягнень студентів за наслідками виконання підсумкової контрольної роботи (Додаток В.2.1) студентами експериментальної та контрольної груп дозволить нам визначити ефективність запропонованого навчально-методичного комплексу «Quantum Physics» і, зокрема, методики виконання фізичного практикуму з даного розділу.

Результати перевірки рівня опанування студентами змістом навчального матеріалу з розділу «Квантова фізика» за наслідками підсумкової контрольної роботи у відповідності з пропонуваними критеріями оцінювання (Додаток В.2) представлено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

**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	

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

$$\chi^2_{cn} = \frac{1}{170 \cdot 176} \cdot \left(\frac{(170 \cdot 45 - 176 \cdot 83)^2}{45 + 83} + \frac{(170 \cdot 96 - 176 \cdot 70)^2}{96 + 70} + \frac{(170 \cdot 29 - 176 \cdot 23)^2}{29 + 23} \right) =$$

$$= \frac{1}{29920} \cdot (378232,5 + 96385,5 + 14960,1) = 16,36$$

Діаграма рівнів навчальних досягнень студентів ЕГ та КГ

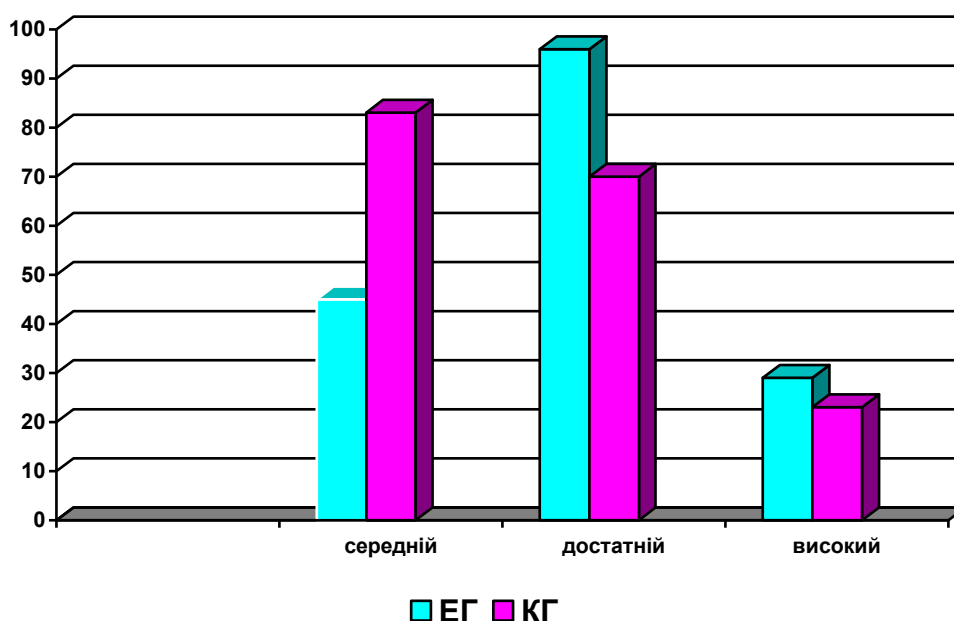


Рис. 3.1. Порівняння початкових досягнень студентів ЕГ та КГ за наслідками контрольної роботи з квантової фізики (кінець експерименту)

Таким чином, результат спостережуваного значення $\chi^2_{\text{спост.}} = 16,36$.

Критичне значення, визначене за таблицею, $\chi^2_{\text{кр.}} = 5,991$ (не змінилося), а розраховане за формулою спостережуване значення $\chi^2_{\text{спост.}} = 16,36$. Такий результат $\chi^2_{\text{спост.}} > \chi^2_{\text{кр.}}$ свідчить про суттєві зрушення у розподілі студентів за даним критерієм і, відповідно, про 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.3.2), 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.

Для отримання кількості ступенів свободи:

$$N = (k - 1) \cdot (c - 1) = (3 - 1) \cdot (2 - 1) = 2, \text{ де } k - \text{число стовпців, } c - \text{число рядків}$$

За таблицею критичних точок розподілу

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

$$\chi^2_{\text{спост.}} = 16,36 > 5,991$$

$$\chi^2_{\text{спост.}} = 16,36 > 9,210$$



Рис. 3.2. 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 картки оцінки активності ПДС (Додаток В 2.2). При цьому кожний з викладачів у відповідному ЗВО оцінював не лише якісну, а й кількісну активність ПДС за дев'ятьма критеріями. Однак, серед усіх критеріїв виокремлювалися два, а саме: п.8 «Стабільна мотивація та достатня активність» і п.9 «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».

Підсумковий результат кількісної оцінки ПДС у КГ та ЕГ під час виконання фізичного практикуму усіма студентами зведений у вигляді таблиці 3.5, де представлені фактичні дані, їхнє процентне співвідношення та відповідна похибка розрахунків по кожному із 9 пунктів окремо для студентів КГ і ЕГ. Графічна інтерпретація табличних результатів представлена на рис.3.3.

Таблиця 3.5

Кількісна оцінка ПДС у КГ та ЕГ під час вивчення фізичного практикуму з використанням ППЗ «Quantum Physics»

№ п/п	Критерії та показники, за якими оцінювалася активність ПДС	КГ (176 студ.)			ЕГ (170 студ.)		
		Факт.	%	Похибка ε	Факт. т.	%	Похибка ε
1.	Рівень опанування загальних методів експериментаторської діяльності; уміння спланувати свою ПД	83	47	7,4	122	72	6,7
2.	Виконання експериментального завдання за готовими інструкціями	120	68	7,3	146	86	5,2
3.	Використання засобів ІКТ для виконання розрахунків	88	50	7,4	134	79	6,1
4.	Використання комп'ютерно орієнтованих засобів навчання у виконанні роботи практикуму	26	15	5,3	87	51	6,9

Продовження табл. 3.5

№ п/п	Критерії та показники, за якими оцінювалася активність ПДС	КГ (176 студ.)			ЕГ (170 студ.)		
		Факт.	%	Похибка а ε	Факт.	%	Похибка а ε
5.	Впевненість у своїх діях, системність та послідовність у виконанні роботи практикуму	88	50	6,74	136	80	6,0
6.	Уміння проводити самоконтроль ПД, самооцінка навчальних досягнень	49	28	6,6	122	72	6,7
7.	Аналогічні завдання (ІНЗ, НІ) за загальним алгоритмом (інструкцією)	92	52	7,4	126	74	6,6
8.	Стабільна мотивація та достатня активність	83	47	7,4	124	73	6,7
9.	Характер спілкування з викладачем та з однокурсниками	58	33	7,0	114	67	7,1

Коефіцієнт Стьюдента $t_{\theta} = 1,96$

Абсолютна похибка $\varepsilon = t_{\theta} \sqrt{\frac{h(1-h)}{n}}$, де $h = \frac{P}{n}$, P – кількість правильних

фактів; h – можлива кількість позитивних фактів; n – уся кількість можливих фактів. При цьому у зазначеній діаграмі порівняння активності ПДС з квантової фізики у КГ та ЕГ ілюструється графічною інтерпретацією кожного із 9 критеріїв та усередненим показником розвитку ПДС, що переконливо засвідчує вагому різницю у рівнях ПДС у КГ та ЕГ та підтверджує достатньо високий рівень ПДС для ЕГ. Зокрема, для студентів ЕГ усереднений показник активності ПДС складає 73% при похибці вимірювань, яка дорівнює 6,7%, а для студентів КГ усереднений показник активності ПДС складає 42% при похибці 7,3%. Як видно із діаграми, що інтерпретує ці усереднені результати (пункти 10 і 11 на рис. 3.3), інтервали достовірності одержаних результатів відповідно для КГ та ЕГ не перекриваються, що свідчить про ефективність створеної системи розвитку ПДС з квантової фізики, яка побудована на виконанні фізичного практикуму.

Порівняння активності ПДС з квантової фізики
у КГ та ЕГ за окремими критеріями

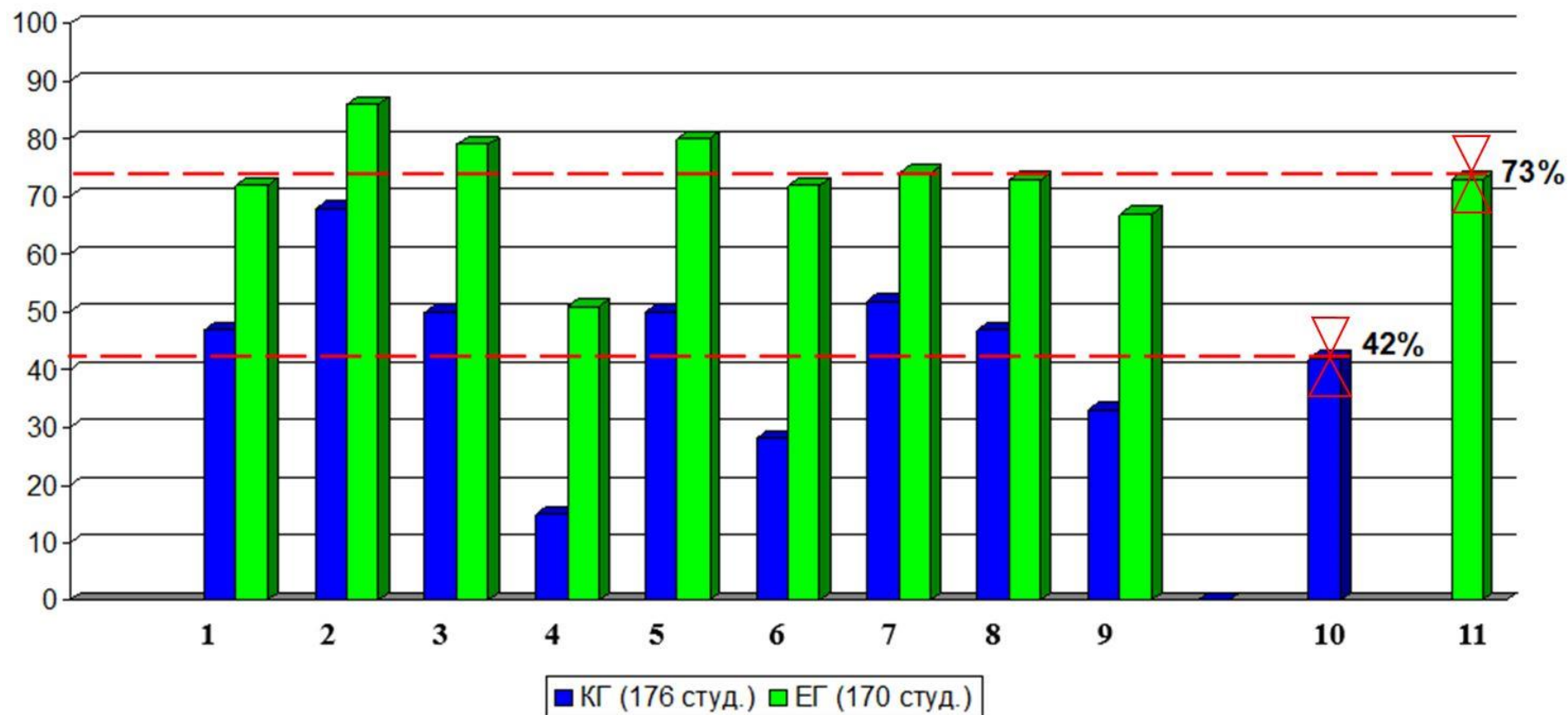


Рис. 3.3. Кількісне вираження активності ПДС з квантової фізики за окремими показниками (п. 1 – 9 згідно таблиці 3.5) та їхні усереднені показники у КГ (п. 10) та ЕГ (п.11); похибка $\epsilon_{КГ}=7,3\%$; $\epsilon_{ЕГ}=6,7\%$.

Таким чином, експериментальна перевірка навчальних досягнень студентів доводить позитивну педагогічну ефективність методики виконання фізичного практикуму з використанням КОЗН та навчально-методичного комплексу «Quantum Physics» в умовах полікомпонентного навчального середовища і підтверджує ефективність системи розвитку ПДС у процесі вивчення розділу «Квантова фізика».

3.3. Експертна оцінка навчально-методичного комплексу для забезпечення методики виконання фізичного практикуму і системи розвитку ПДС з квантової фізики

З метою визначення значущості вимог до розробленого нами навчально-методичного комплексу для студентів з підготовки і виконання фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика», який включає посібник «Організація індивідуальної роботи студентів засобами ІКТ та виконанні лабораторного практикуму з курсу загальної фізики (Квантова фізика)», педагогічний засіб «Quantum Physics», який додається до названого посібника у вигляді електронного диску, проводилося їх експертне оцінювання фахівцями, що працюють у наукових установах України, у педагогічних вищих закладах освіти, у закладах загальної середньої освіти та методистами з фізики, інформатики й математики. Серед 81 експерта були 14 докторів наук, 31 – кандидат наук. Вчене звання професора мають 13 експертів, доцента – 23 експерта. Серед експертів 3 заслужені працівники освіти; 1 – заслужений діяч науки і техніки України, три експерти мають звання старшого наукового співробітника. До складу експертів увійшли також 36 вчителів фізики, що працюють у школах різного типу і профілю, серед яких 7 – вчителі-методисти, 29 вчителів мають вищу категорію. Усі експерти мають достатньо високий рівень підготовки та достатній науково-методичний стаж роботи (від 5 до 50 років).

Обробка результатів експертного опитування проводилася за методикою «Оцінки відносної важливості кожної окремо взятої вимоги» до навчально-

методичного комплексу та методики його запровадження в умовах виконання фізичного практикуму з курсу загальної фізики (розділ «Квантова фізика»), що охоплює 11 робіт і передбачає самостійне опрацювання усіх матеріалів у процесі підготовки студентів до практикуму, виконання кожної роботи практикуму у ході лабораторного заняття та використання того ж віртуального лабораторного дослідження з метою порівняння одержаних результатів й формулювання остаточних висновків.

Анкета експерта представлена у додатку Д 1.

Отримані результати оцінки відносної важливості кожної з вимог, що пред'являлися до посібника з методикою виконання роботи практикуму і диску, а саме: дидактичної, інформаційної, науково-технічної та відповідності змісту навчального матеріалу оцінювалися за 100-бальною шкалою відповідно до методики, яка є досить поширеною і використовувалася під час оформлення подібних результатів в інших науково-методичних дослідженнях [22, с.81-120]. Результати обробки анкетних даних наведені у додатках Д 2 і Д 3.

З метою визначення значущості кожної із вимог ми вводили такі *показники*: 1 – показник узагальненої думки експертів; 2 – ступінь погодженості думок експертів; 3 – статистична значущість показника погодженості думок експертів; 4 – показники активності й компетентності експертів.

1. **Показники узагальненої думки** містять у собі:

а) Середнє арифметичне M_j величини оцінки кожної із вимог (у балах), що визначається з урахуванням рекомендацій за формулою [23, с.82]

$$M_j = \frac{1}{m_j} \sum_{i=1}^m C_{ij} \quad (3.3.1),$$

де m – кількість експертів, які оцінювали j -ту вимогу; C_{ij} - оцінка відносної важливості i -тим експертом j -тої вимоги.

б) Частоту максимально можливих оцінок (100 балів) одержаних j -тою вимогою, визначається згідно [22, с.82] за формулою:

$$K_j = \frac{m_j^1}{m_j} \quad (3.3.2),$$

де m_j^1 - кількість максимально можливих оцінок, які відповідають 100 балам за j -ту вимогу, m_j - загальна кількість оцінок за j -ту вимогу.

Виходячи із зазначеного, для кожної із чотирьох вимог, ми одержали:

$$K_1 = 0,2; \quad K_2 = 0,16; \quad K_3 = 0,07; \quad K_4 = 0,3$$

в) Суму рангів S_j , одержаних j -тою вимогою, визначено таким чином:

– проводимо ранжування за зниженням оцінок, виставлених експертами за кожну вимогу;

– визначаємо суму рангів S_j , виставлених експертами оцінок за j -ту вимогу згідно [22, с.83] за формулою:

$$S_j = \sum_{i=1}^m R_{ij} \quad (3.3.3),$$

де R_{ij} – ранг оцінки i -тим експертом j -тої вимоги.

Як наслідок обчислень дістаємо такі результати:

$$S_1 = 183; \quad S_2 = 218; \quad S_3 = 260,5; \quad S_4 = 148,5.$$

Результати, що використовуються для обчислення рангів, наведені в додатку Д 2 (таблиця Д.2.1).

2. Показники ступеня погодженості думок експертів такі:

а) коефіцієнт варіації V_j оцінок, наданих за j -ту вимогу, визначаємо наступним чином:

– розраховувалася дисперсія D_j оцінок, наданих j -тій вимозі, з урахуванням [22, с.84] за формулою:

$$D_j = \frac{1}{m_j - 1} \sum_{i=1}^m (C_{ij} - M_j)^2 \quad (3.3.4)$$

– визначалося середнє квадратичне відхилення σ_j оцінок, отриманих за j -ту вимогу згідно [22, с.84]:

$$\sigma_j = \sqrt{D_j} \quad (3.3.5)$$

– визначався коефіцієнт варіації за j -ту вимогу:

$$V_j = \frac{\sigma_j}{M_j} \quad (3.3.6)$$

Обчислення дають результати, наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Результати визначення показника ступеня погодженості думок експертів

Вимоги	Середнє арифметичне M_j	Дисперсія D_j	Середнє квадратичне σ_j	Коефіцієнт варіації V_j
Дидактична	88	110	10,5	0,12
Інформаційна	86	136	11,7	0,13
Науково-технічна	80	201	14,2	0,18
Відповідності змісту навчального матеріалу	92	43	6,6	0,07

б) коефіцієнт конкордації W , що є показником ступеня погодженості думок експертів про відносну важливість сукупності всіх запропонованих для оцінки вимог, визначався наступним чином:

– визначалося середнє арифметичне суми рангів, здобутих усіма напрямками дослідження [22, с.84]:

$$M[S_j] = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n S_j \quad (3.3.7)$$

– обчислювалися відхилення d_j суми рангів оцінок, одержаних за j -ту вимогу, від середнього арифметичного суми рангів оцінок за усі вимоги [22, с.84]:

$$d_j = S_j - M[S_j] \quad (3.3.8)$$

$$M[S_j] = \frac{1}{4} \cdot 810 = 202,5$$

$$d_1 = 19,5; \quad d_2 = 15,5; \quad d_3 = 58; \quad d_4 = 54;$$

– визначалися показники T_i рівнів рангів оцінок, призначених i -тим експертом. Якщо всі n рангів оцінок, призначених i -тим експертом різні, то $T_i=0$. Якщо серед рангів оцінок є зв'язані, то

$$T_i = \sum_{l=1}^L (t_l^3 - t_l) \quad (3.3.9),$$

де $l = 1, 2 \dots L$; L – кількість груп однакових рангів в l -ій групі.

Дані для обчислення наведені в додатку Д 2.

– визначався коефіцієнт конкордації [22, с.78]:

$$W = \frac{12}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i} \sum_{j=1}^n d_j^2 \quad (3.3.10)$$

З урахуванням $m = 81$, $n = 4$, після розрахунків отримаємо:

$$W = 0,2$$

3. Статистична оцінка значущості показника погодженості думок експертів проводилося з використанням критерія Пірсона χ^2 . Задавши рівень значущості $\alpha = 0,05$, визначимо рівень значущості за критерієм Пірсона. Величину χ^2 визначимо за формулою [22, с.94]:

$$\chi^2 = \frac{1}{m \cdot n(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^m T_i} \sum_{j=1}^n d_j^2 \quad (3.3.11)$$

$$\chi^2 = 4,75$$

Обчислимо число ступенів вільності $\nu = n-1 = 3$.

У таблиці χ^2 для даного числа ступенів вільності знаходимо найближче до визначеного за формулою значення. Табличне значення $\chi^2_{\text{табл.}} = 7,8$ [4, с.392].

Тут же для знайденого табличного значення визначили рівень значущості $\alpha = 0,05$.

Порівнявши одержане значення рівня значущості з вибраним, одержимо, що $\alpha_{\text{таб.}} = \alpha_{\text{вибр.}}$. Отже, з ймовірністю 95% ми можемо стверджувати погодженість думок експертів.

4. Коефіцієнт активності експертів для j -тої вимоги визначався за формулою

$$K_j = \frac{m_j}{m} \quad (3.3.12)$$

Для всіх вимог до розробленого обладнання та методики його запровадження у освітній процес з фізики, коли усі експерти оцінювали всі вимоги, маємо:

$$K_1 = 1; \quad K_2 = 1; \quad K_3 = 1; \quad K_4 = 1;$$

5. **Коефіцієнт компетентності експертів** визначався за формулою:

$$K_k = \frac{K_3 + K_a}{2} \quad (3.3.13)$$

K_3 - коефіцієнт ступеня знайомства з розглянутою проблемою;

K_a – коефіцієнт аргументованості.

Коефіцієнт ступеня знайомства K_3 визначався нормуванням значення власної оцінки експерта, тобто множенням її на 0,1. Коефіцієнт аргументованості визначався підсумовуванням чисел, відмічених у таблиці джерел аргументації.

Визначимо середнє значення коефіцієнта компетентності:

$$\langle K_k \rangle = \frac{67,9}{81} = 0,83$$

Визначення компетентності експертів подане у додатку Д.3.

Таким чином, експертна оцінка розробленого нами навчально-методичного комплексу експериментального вивчення квантової фізики, який включає ППЗ «Quantum Physics», методику використання КОЗН «Quantum Physics» у ході виконання 11 лабораторних робіт практикуму, виконання ІНЗ (44 завдання різного характеру) та 11 навчальних проектів і два посібники для студентів, що розкривають методичні особливості реалізації навчально-методичного комплексу з метою розвитку ПДС студентів з квантової фізики, показали їх високу «інформаційну» (86%), «дидактичну» (88%) та вимогу відповідності змісту навчального матеріалу (92%), а, отже, і ефективність та доцільність впровадження їх у вивчення курсу загальної фізики у педагогічних ЗВО.

Висновки до розділу 3

1. На основі проведеного педагогічного експерименту, що проходив у 7 ЗВО України, доведена ефективність системи розвитку ПДС з квантової фізики через виконання фізичного практикуму з використанням КОЗН в умовах сучасного полікомпонентного навчального середовища ЗВО. Експериментально підтверджено, що індивідуальна пізнавальна діяльність та активність студентів, що у психологічному трактуванні доводить їхню тотожність, в освітньому процесі виділяє три ступені діяльності студента: а) безпосередню, б) теоретичну і практичну, в) єдність теоретичного і практичного знання. Основними чинниками активізації ПДС є мотиваційний, змістово-операційний та емоційно-вольовий, що дозволяє встановити відповідні рівні пізнавальної діяльності (емпірично-інтуїтивної, репродуктивної та рефлексивно-творчої) та кількісне їхнє оцінювання.

2. До особливостей розвитку ПДС у вивченні квантової фізики відноситься доцільність запровадження у фізичному практикумі КОЗН, серії ІНЗ і НП різного характеру та професійного спрямування й створення відповідних ППЗ, що дають можливість студентів у процесі підготовки до виконання дослідницького завдання, під час безпосереднього його виконання та на завершальній стадії здійснювати поділ складного завдання на елементарніші, простіші та з наступною їх інтеграцією в єдине комплексне дослідження. Для цього створювані ППЗ мають передбачати блочну структуру.

3. Експериментальна перевірка створеної системи ПДС з квантової фізики, методики виконання фізичного практикуму з використанням КОЗН та ППЗ «Quantum Physics» проводилася із залученням 346 студентів з їх розподілом на експериментальну (170 студ.) та контрольну (176 студ.) групи, що на початку перевірки за статистичними розрахунками визначені як рівноцінні і однорідні, дали такі результати.

3.1. Експериментальною перевіркою рівня навчальних досягнень студентів з розділу «Квантова фізика» доведена ефективність навчально-методичного комплексу, методики виконання фізичного практикуму з даного

розділу 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 $\chi^2_{\text{спост.}}=16,36$ і більший за критичне його значення $\chi^2_{\text{кр.}}=5,991$ (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 $\mathcal{E} = 7\%$.

3.2. Експертиза із залученням 81 експерта запропонованої системи розвитку ПДС з квантової фізики та методичного її забезпечення, що реалізується на основі виконання 11 лабораторних робіт фізичного практикуму, 44 індивідуальних навчальних завдань (ІНТЗ, ІНЕЗ, ІНДЗ, ІНМЗ) та 11 навчальних проектів з використанням нового авторського КОЗН «Quantum Physics», засвідчила високий рівень їх дидактичної вимоги (88%), відповідності змісту навчального матеріалу (92%), інформаційної вимоги (86%) та науково-технічної вимоги (80%), що підтверджує високий науково-педагогічний рівень результатів дослідження.

Основні наукові результати третього розділу дисертаційної роботи представлені в таких публікаціях автора [1; 2; 3; 18; 19; 20; 21]

Список використаних джерел до розділу 3

1. Величко С. П., Шульга С. В. Комп'ютерно-орієнтовані засоби підтримки самостійної діяльності студентів у навчанні квантової фізики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. Том 65. №3. 2018. С.103-114. Бібліогр.: 16 назв.
2. Величко С. П., Шульга С. В. Оцінка ефективності і системи розвитку пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики комп'ютерно орієнтованими засобами навчання. *Наукові записки*. Вип. 179. Серія: Педагогічні науки. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. С. 32-38. *Copernicus i Google Scholar*.
3. Величко С. П., Соменко Д. В., Шульга С. В. Удосконалення фізичного практикуму з квантової фізики комп'ютерно-орієнтованими засобами навчання. *Матеріали міжнародної науково-методичної конференції Проблеми математичної освіти. ПМО – 2019*. Черкаси, Україна, 11-12 квітня 2019 року. Черкаси: Вид. ФОП Гордієнко Є.І., 2019. С.199-200.
4. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: Учебное пособие для студ.вузов. 5-е изд. Москва: Высшая школа, 1999. 400 с.
5. Грабарь М. И., Краснянская К. А. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы. Москва: Педагогика, 1977. 136 с.
6. Експеримент на екрані комп'ютера: монографія. Авт. кол.: Ю. О. Жук, С. П. Величко, О. М. Соколюк, І. В. Соколова, П. К. Соколов. За редакцією: Ю. О. Жука. Київ: Педагогічна думка, 2012. 180 с.
7. Жук Ю. О. Теоретико-методичні засади організації навчальної діяльності старшокласників в умовах комп'ютерно орієнтованого середовища навчання: монографія. Київ: Педагогічна думка, 2017. 468 с.
8. Забара О. А. Методика виконання фізичного практикуму майбутніми вчителями фізики в умовах взаємозв'язку реального та віртуального навчального експерименту: автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня канд.

пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Кіровоград, 2015. 20 с.

9. Задорожна О. В. Методичні засади створення та використання педагогічних програмних засобів у процесі навчання фізики студентів вищих авіаційних навчальних закладів: автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Кіровоград, 2014. 20 с.

10. Ковальов С. Г. Методичні засади розроблення та використання навчального обладнання для дослідження оптичного випромінювання у навчальному процесі з фізики в університетах: автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Бердянськ, 2014. 20 с.

11. Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання з фізики в школі: посібник. Авт. кол.: Ю. О. Жук, О. М. Соколюк, І. В. Соколова, П. К. Соколов. За заг. ред. Ю. О. Жука. Київ: Педагогічна думка, 2011. 152 с.

12. Ляшенко О. І. Взаємозв'язок теоретичного та емпіричного у навчанні фізики: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.04 професійна підготовка; 13.00.02 методика навчання фізики. Київ, 1996. 442 с.

13. Ляшенко О. І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логіко-дидактичні основи. Київ: Генеза, 1996. 128 с.

14. Майер Р. В. Проблема формирования системы эмпирических знаний по физике: автореф. дисс. на соискание уч. степ. доктора. пед. наук: спец. 13.00.02 Теория и методика обучения физике. Санкт-Петербург, 1999. 42 с.

15. Петриця А. Н. Співвідношення віртуального та реального у навчальному експерименті у процесі вивчення фізики в основній школі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Кіровоград, 2010. 20 с.

16. Сальник І. В. Інтеграція реального та віртуального фізичного експерименту в старшій школі: дис. ... на здоб. наук. ступ. докт. пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Кіровоград, 2016. 498 с.

17. Хомутенко М. В. Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 Теорія та методика навчання (фізика). Кропивницький, 2018. 20 с.

18. Шульга С. В. Індивідуальні завдання та навчальні проекти для студентів до лабораторного практикуму з курсу загальної фізики. Квантова фізика: навч. посібн. для студ. фіз.-мат. фак.-тів пед. ун-тів. Наук. ред.: проф. С.П. Величко. Кропивницький: ПП Ексклюзив-Систем, 2018. 42 с. Бібліогр. : С.38-39 (30 назв).

19. Шульга С. В. Організація індивідуальної роботи студентів засобами ІКТ у підготовці та виконанні лабораторного практикуму з курсу загальної фізики. Квантова фізика: навч. посібн. для студ. фіз.-мат. фак.-ту пед. ун-тів. Наук. ред.: проф. С.П. Величко. Кропивницький: ПП Ексклюзив-Систем, 2018. 142 с. Бібліогр.: с.140-141 (23 назви).

20. Шульга С. В. Результати перевірки методичної системи розвитку пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики. *Збірник тез матеріалів III Всеукраїнської науково-методичної конференції Теоретико-методичні засади вивчення сучасної фізики та нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах*, м. Суми, 28 листопада 2018 р. За ред. О.М. Завражної. Суми: Вид-во Сум. ДПУ ім. А.С.Макаренка, 2018. С.80-82.

21. Шульга С. В., Величко С. П. Результати перевірки методичного забезпечення для розвитку пізнавальної діяльності студентів з фізики. *Збірник наукових праць студентів і молодих науковців Фізика. Технології. Навчання*. Вип.17. Кропивницький: ПП Центр оперативної поліграфії Авангард, 2018. С.102-107. Бібліогр.: 3 назви.

22. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании. / Г. М. Добров, Ю. В. Ершов, Е. И. Левин, Л. П. Смирнов. Киев: Наукова думка. 1974. 160 с.

23. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании. Киев: Наукова думка. 1977. 136 с.

ВИСНОВКИ

Науково-теоретичний аналіз першоджерел дозволяє виокремити проблему розвитку ПДС у вивченні квантової фізики на основі виконання фізичного практикуму з використанням КОЗН як досить важливу і актуальну сучасну проблему взагалі й особливо у підготовці майбутніх учителів фізики. По-перше, зазначена проблема окреслена як вагома і перспективна у відповідності до стратегічних напрямків розвитку освіти України на період до 2021 року Законом України «Про вищу освіту» та Законом України «Про розвиток інформаційного суспільства», що спрямовані на розвиток національної системи вищої освіти відповідно до модернізації її у контексті європейських вимог. По-друге, значущість проблеми і її актуальність підтверджуються існуючими суперечностями, що обумовлені такими тенденціями: а – значна частина студентів у ЗВО має ще низький рівень розвитку самостійної пізнавальної активності, що є наслідком послаблення соціальної значущості фізичної наукової галузі, а в процесі підготовки сучасного вчителя фізики вимагає модернізації змістової і процесуальної складових освітнього процесу та самостійної ПДС з метою значного розширення і посилення ролі індивідуальної роботи студента із засобами ІКТ; також обумовлена відсутністю таких КОЗН з розділу «Квантова фізика»; б – існуюча невідповідність змістової і процесуальної компоненти в процесі вивчення квантової фізики у педагогічному ЗВО породжує потребу перебудови цього процесу на користь таких форм, методів і засобів навчання, які формують знання, уміння і навички, а крім того, формують здатність та готовність студентів до саморозвитку, самоосвіти, самореалізації; в – розвиток індивідуальної ПДС з фізики потребує поєднання цілеспрямованої навчальної діяльності із засобами ІКТ і створення на їх основі КОЗН.

1. Аналіз науково-теоретичної, методичної літератури та стану проблеми розвитку ПДС у вивченні квантової фізики засобами КОЗН дає підстави найповніше окреслити феномен «пізнавальної діяльності студентів» як філософський феномен, до складу якого входять такі компоненти: *суб'єкт*, який

перетворює і змінює предмети; *засіб*, за допомогою якого здійснюється перетворення предмета; *предмет*, на що спрямована дія суб'єкта; *результат* діяльності. При цьому виділяються два важливі моменти: а – *суб'єкт діяльності*, який представляється індивідумом, як невід'ємна складова суспільства, а не окрема особа; б – *мета*, яку слід розуміти як суспільно-історичне явище. З'ясування сутності пізнавальної діяльності дає можливість виділити чинники, які активізують ПДС: мотиваційний, змістово-операційний, емоційно-вольовий, кожний із яких може кількісно оцінюватися через відповідні вимірники. Встановлено, що ПДС у квантовій фізиці на основі фізичного практикуму з використанням КОЗН у полікомпонетному навчальному середовищі може розвиватися від навчально-пошукової до дослідницько-творчої діяльності і головним чином пов'язана із розвитком особистості майбутнього фахівця.

2. Враховуючи основні тенденції розвитку фізичного практикуму та потенційні можливості ІКТ у сучасному полікомпонентному навчальному середовищі, сформульовані засадничі положення розвитку ПДС у ході виконання фізичного практикуму з квантової фізики, визначені основні вимоги до розробки та створення КОЗН, що передбачають поєднання віртуального і реального складників у навчальних дослідженнях з квантової фізики. За цих умов експериментаторська складова підготовки вчителя фізики актуалізує проблему розширення навчальних експериментів з квантової фізики в умовах широкого запровадження ІКТ і поєднання їх із наявними та створюваними КОЗН для активізації і розвитку ПДС, а також надання можливості майбутньому вчителю самоорганізуючої, цілеспрямованої навчальної діяльності й визначення власної траєкторії навчання.

3. Сучасна методика розвитку фізичного практикуму на основі запровадження засобів ІКТ і КОЗН вимагає розширення дослідницьких завдань практикуму індивідуальними навчальними завданнями і навчальними проектами різновекторного професійного спрямування (ІНТЗ, ІНЕЗ, ІНДЗ,

ІНМЗ), які враховують в освітньому процесі прояви віртуального і реального складника у дослідженні і використовують їх інтегровано.

За цих обставин запроваджені КОЗН для виконання дослідницького завдання мають конкретизувати їхню роль і значущість та особливості реалізації: а) на етапі підготовчої самостійної діяльності студента; б) на етапі безпосереднього виконання навчального дослідження; в) на завершальному етапі дослідницької діяльності, коли студент формулює висновки і змушений поєднувати результати на основі інтеграції реального і віртуального складника в оцінці кінцевого продукту.

Студент, виконуючи роботу практикуму з квантової фізики з використанням КОЗН у полікомпонентному навчальному середовищі, поліпшує свою фахову, інформативну компетентність, розвиває експериментаторську свою діяльність і таким чином КОЗН підносять його пізнавальну діяльність на якісно вищий рівень.

4. Аналіз навчального процесу з квантової фізики та потенційних можливостей запроваджуваних засобів ІКТ в умовах полікомпонентного навчального середовища дали можливість створити нову структуру системи розвитку ПДС. Основні компоненти її є традиційними (цільовий, змістовий, процесуальний, результативно-оцінювальний) і представлені як: 1 – цілі навчання; 2 – зміст навчального матеріалу; 3 – викладачі; 4 – студенти; 5 – сучасні навчальні технології; 6 – моніторинг навчальних досягнень; 7 – результати навчальної діяльності; 8 – полікомпонентне навчальне середовище. Однак структурно ця модель у формуванні експериментаторської діяльності студента з розділу «Квантова фізика» зазнала спрощення, а саме: центральною її компонентою, через який проходять взаємозв'язки з іншими складовими, представлено змістом розділу «Квантова фізика», що зменшило кількість взаємозв'язків і дає можливість підвищити педагогічну ефективність системи розвитку ПДС та методики вивчення розділу й одночасно виявити основні критерії оцінки рівнів ПДС (емпірично-інтуїтивного, репродуктивного та рефлексивно-творчого), що досягаються внаслідок реалізації авторського ППЗ

«Quantum Physics». Діяльність студента в цій системі розвитку ПДС починається з актуалізації цільового блоку та відповідних потреб і мотивів, згодом забезпечується необхідною інформацією й у вигляді розгорнутого пізнавального процесу дає студентові можливість поставити нову мету і скласти програму власної пізнавальної діяльності, яка переростає в дослідницьку. За цих умов досягнення цілей студентом забезпечується єдністю змістової та процесуальної складових, підібраними засобами КОЗН, що підтримують високий рівень ПДС, і націлюють студента на усвідомлення глибоких і міцних нових знань з квантової фізики.

5. Методика розвитку ПДС у ході виконання фізичного практикуму з КОЗН «Quantum Physics» має враховувати особливості опанування студентом полікомпонентного навчального середовища і запропонованого ППЗ і націлена на: 1 – організацію поетапного процесу формування і розвитку когнітивних, комунікативно-вольових та комунікативних зв'язків; 2 – процес навчання має будуватися на основі взаємодії фізики з іншими предметами і враховувати рівень соціальної адаптації студентів; 3 – організацію ПДС з КОЗН та організацію самоконтролю і самоперевірки навчальних досягнень, що передбачає побудову методики навчання квантової фізики на основі діяльнісного, особистісно-індивідуального, системного та синергетичного підходів.

6. Створений КОЗН і ППЗ «Quantum Physics» передбачає поетапне виконання робіт практикуму з квантової фізики на основі низки блоків, що дозволяє за побажанням студента поділяти складне завдання на елементарніші, а в підсумку – інтегрувати результати у цілісне дослідницьке завдання з можливістю інтеграції віртуальної і реальної складової, перевіряти й уточнювати кількісні і якісні показники, а за потреби визначати допущені помилки і виправляти їх. Створений ППЗ «Quantum Physics» є багатофункціональним програмним продуктом, містить 8 модулів з можливістю їх опрацювання кожного окремо й усіх інтегровано у вигляді завершеного дослідження, що одночасно сприяє формуванню компетентного майбутнього

вчителя фізики з високим рівнем пізнавальної діяльності. Навчально-методичний комплекс для ефективної реалізації системи розвитку ПДС на основі виконання фізичного практикуму, серії ІНЗ і НП з використанням КОЗН включає: ППЗ «Quantum Physics», методику використання КОЗН «Quantum Physics», два посібники для студентів з методичними рекомендаціями у вивченні розділу «Квантова фізика».

7. Експериментальна перевірка системи розвитку ПДС, методики виконання фізичного практикуму з квантової фізики та навчально-методичного комплексу «Quantum Physics» проводилася у 7 різних ЗВО України з залученням 346 студентів (170 студентів ЕГ, 176 – КГ).

Вивчення та аналіз навчальних досягнень студентів ЕГ та КГ з квантової фізики показало, що на рівні значущості $\alpha=0,05$ за наслідками виконаної комплексної підсумкової роботи результати підтверджують ефективність створеної системи розвитку ПДС та навчально-методичного комплексу для її реалізації у підготовці вчителя фізики у педагогічному ЗВО. Довірчі інтервали при цьому для зазначених ЕГ та КГ не перекриваються, а використаний критерій $\chi^2_{\text{спост.}} = 14,36 > \chi^2_{\text{кр.}} = 5,991$.

Експертна оцінка навчально-методичного комплексу і КОЗН «Quantum Physics» із залученням 81 експерта засвідчила досить високий рівень дидактичної вимоги (88%), відповідності змісту навчального матеріалу (92%), інформаційної вимоги (86%) та науково-технічної вимоги (80%).

Отже, результати наукового дослідження свідчать про успішне вирішення проблеми розвитку ПДС з квантової фізики.

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

ДОДАТКИ

Додаток А

Додаток А 1. Навчальний час, відведений на вивчення розділів «Оптика» і «Квантова фізика»

Таблиця А 1.1

Аналіз навчальних планів і програм з курсу загальної фізики у вищих закладах освіти України

Навчальний план ЗВО, розробники програм		Курс загальної фізики							Розділ «Оптика»					Розділ «Квантова фізика»							
		Σ	Ауд	Лк	Пр	Лб	Ср.	K_{cp}	Σ	Ауд	Лк	Пр	Лб	Ср.	Σ	Ауд	Лк	Пр	Лб	Ср.	
1. ЦДПУ ім. В. Винниченка к.п.н., доц. Сальник І.В. к.т.н., проф. Царенко О.М.	ф	194 4	844	376	308	160	110 0	0,57	324	162	66	64	32	162	324	136	72	32	32	188	
	%		43,4	44,5	36,5	18,9	56,6			50	40,7	39,5	19,8	50		41,9	52,9	23,5	23,5	58,0	
2. Кр. ПУ ДЗВО к.ф.м.н., доц. В.М.Кадченко	ф	122 4	620	240	224	156	604	0,49	216	126	44	46	36	90	216	114	48	48	18	102	
	%		50,7	38,7	36,1	25,2	49,3			58,3	34,9	36,5	28,6	41,7		52,8	42,1	42,1	15,8	47,2	
3. СДПУ ім. А. С. Макаренка к.т.н., проф. В.С.Іваній	ф	170 6	852	300	312	240	854	0,50	324	140	50	36	54	184	180	120	42	36	42	60	
	%		49,9	35,2	36,6	28,2	50,1			43,2	35,7	25,7	38,6	56,8		66,7	35	30	35	33,3	
4. К-П НУ ім. І. Огієнка к.ф.м.н., проф. Ц.А. Криськов	ф	116 2	532	184	172	176	630	0,54	222	96	32	32	32	126	226	126	50	40	36	100	
	%		45,8	34,6	32,3	33,1	54,2			43,2	33,3	33,3	33,3	56,6		55,8	39,7	31,7	28,6	44,2	
5. Сумський ДУ доц. О.В. Лисенко	ф	414	180	80	60	40	234	0,57	74	33	13	10	10	41	74	36	16	10	10	38	
	%		43,5	44,4	33,3	22,2	56,5			44,6	39,4	30,3	30,3	55,4		48,6	44,4	27,8	27,8	51,4	
6. ЛНУ. Т. Шевченка к.ф.н., доц. І.В.Жихарев, к.ф.м.н. Краснякова Т.В. та ін	ф	161 8	706	280	238	188	912	0,57	302	132	52	40	40	170	360	160	74	62	24	200	
	%		43,6	39,7	33,7	26,6	56,7			43,7	39,4	30,3	30,3	56,3		44,4	46,3	38,8	15	55,6	
7. ПНПУ ім. В.Г. Короленка к.ф.м.н, доц. О.В.Саєнко. С.А. Стеценко (ст. викл.)	ф	846	490	176	174	140	356	0,42	216	90	34	34	22	126	216	98	40	40	18	118	
	%		57,9	35,9	35,5	28,6	42,1			41,7	37,8	37,8	24,4	58,3		45,4	40,8	40,8	18,4	54,6	
Середнє значення			$k_{cp} \approx 0,52$								$k'_{cp} \approx 0,54$						$k''_{cp} \approx 0,5$				

Таблиця А 1.2

Моніторинг навчального часу, відведеного на вивчення змісту матеріалу про оптичні методи дослідження

014.08 «фізика» ЗВО, навчальні плани		Оптика						Квантова фізика					
		Σ	Ауд	Лк	Пр	Лб	Ср.	Σ	Ауд	Лк	Пр	Лб	Ср.
1. ЦДПУ ім. В. Винниченка	Час О.П.	50	22	10	8	4	28	72	16	10	4	2	56
	Заг. Час.	324	162	66	64	32	162	324	136	72	32	32	188
	μ	0,154	0,135	0,151	0,125	0,125	0,172	0,222	0,118	0,139	0,125	0,062	0,297
2. Криворізький ДПУ	Час О.П.	18	16	4	8	4	2	44	38	18	14	6	6
	Заг. Час.	216	126	44	46	36	90	216	114	48	48	18	102
	μ	0,083	0,127	0,09	0,174	0,11	0,022	0,203	0,33	0,38	0,29	0,33	0,059
3. Сумський ДПУ ім. А. С. Макаренка	Час О.П.	48	20	12	4	4	28	40	30	8	4	18	10
	Заг. Час.	324	140	50	36	54	184	180	120	42	36	42	60
	μ	0,148	0,14	0,24	0,11	0,07	0,15	0,22	0,25	0,19	0,11	0,43	0,167
4. Кам'янець- Подільський НУ ім. І. Огієнка	Час О.П.	57	23	5	12	6	34	55	31	12	10	9	24
	Заг. Час.	222	96	32	32	32	126	226	126	50	40	36	100
	μ	0,26	0,24	0,156	0,375	0,19	0,27	0,25	0,25	0,24	0,25	0,25	0,24
5. Сумський ДУ	Час О.П.	21	11	4	3	4	5	22	10	4	2	4	12
	Заг. Час.	74	33	13	10	10	41	74	36	16	10	10	38
	μ	0,28	0,33	0,31	0,3	0,4	0,12	0,297	0,278	0,25	0,2	0,4	0,32

Продовження таблиці А 1.2.

014.08 «фізика» ЗВО, навчальні плани		Оптика						Квантова фізика					
		∑	Ауд	Лк	Пр	Лб	Ср.	∑	Ауд	Лк	Пр	Лб	Ср.
6. Луганський НУ ім. Т. Шевченка	Час О.П.	60	24	6	10	8	36	62	24	10	8	6	38
	Заг. Час.	302	132	52	40	40	170	360	160	74	62	24	200
	μ	0,199	0,18	0,115	0,25	0,2	0,21	0,17	0,15	0,14	0,13	0,25	0,19
7. Полтавський НПУ. ім. В.Г. Короленка	Час О.П.	39	19	9	6	4	20	47	27	12	7	9	20
	Заг. Час.	216	90	34	34	22	126	216	98	40	40	18	118
	μ	0,18	0,21	0,26	0,18	0,18	0,16	0,218	0,28	0,3	0,175	0,5	0,17

Додаток А 2

Підручники, що відображають теоретичні основи вивчення оптичних методів дослідження в курсі загальної фізики

Таблиця А 2. 1.

Аналіз змісту розділів «Оптика» та «Атомна та ядерна фізика» згідно основних посібників з курсу загальної фізики з метою оцінки обсягу змісту навчального матеріалу

№п.п.	Розділи і теми Посібники	Оптика						Квантова фізика		
		ЗП	ОС	ФМ	ІД	ДП	ГШХ	ТВ	СА	ФЕ
1.	Алешкевич В.А. Курс общей физики. Оптика	+1	+1	+2	+3	+3	+1	+2	+1	+1
2.	Гершензон Е. М. Курс общей физики: оптика и атомная физика	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+2
3.	Детлаф А.А. Курс физики: Волновые процессы. Оптика. Атомная и ядерная физика»			+1	+2	+3	+3	+3	+3	+3
4.	Кучерук І.М. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика	+2	+2	+1	+3	+3	+2	+2	+3	+2
5.	Ландсберг Г.С. Оптика [Учебн. Пособие: Для вузов] / Григорій Самуилович Лансберг.	+3	+3	+3	+3	+3	+2	+3	+3	+3
6.	Лансберг Г.С. Элементарный учебник физики. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика	+3	+3	+3	+3	+2	+3	+1	+2	+3
7.	Матвеев А.Н. Оптика [Учеб. пособие для физ. спец. вузов]	+3	+3	+2	+3	+3	+2	+3	+2	
8.	Савельев И.В. Оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+2
9.	Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.V Атомная и ядерная физика									+3
10.	Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.IV Оптика	+3	+3	+3	+3	+3	+2	+3		+3
11.	Яворский Б.М. Основы физики. Колебания и волны; Основы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел; физика ядра и элементарных частиц	+2	+2	+1	+2	+2	+1	+1	+3	+2

Рівні оцінки: +3 - повне, +2 – достатнє, +1 – задовільне

Прийняті позначення у додатку А.2 для оцінки повноти представлення матеріалу про оптичні методи наукового дослідження природних явищ

ЗП – закони поширення світла в різних середовищах;

ОС - оптичні системи та їх застосування;

ФМ – *фотометрія*:

- а) основні величини та закономірності фотометрії;
- б) джерела світла;

ІД – *інтерференція, дифракція*:

- а) когерентні пучки світла та різні методи їх отримання;
- б) інтерференція в природі та її застосування;
- в) дифракція світла її різновид на різних оптичних

елементах, принцип Гюйгенса — Френзеля;

ДП - *дисперсія, поляризація*:

- а) електромагнітна теорія відбивання і заломлення світла;
- б) явище поляризації, поляризатори і аналізатори;
- г) дисперсія світла;
- є) дисперсія в призмі та дифракційній ґратці; спектрометри,

спектральний аналіз;

ГШХ – *голографія, швидкість світла, шкала електромагнітних хвиль*:

СА – *спектральний аналіз*:

- а) модель атома Бора, серії випромінювання;

ФЕ – *фотоефект*:

- а) закони фотоефекту;
- б) фотоелементи та їх застосування;
- в) фотонна теорія світла.

ТВ - *теплове випромінювання*:

- а) рівноважне випромінювання та його характеристики.

Закон Кірхгофа;

- б) закон Стефана - Больцмана, закон Віна, формула Релея;
- в) формула Планка;
- г) оптична пірометрія.

Список посібників, що аналізувалися у додатку А.2

1. Алешкевич В.А. Курс общей физики. Оптика / Виктор Александрович Алешкевич. М.: Физматлит. 2011. 320 с.
2. Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Эткин В.С. Курс общей физики: оптика и атомная физика. М.: Наука, 1972. 240 с.
3. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики: Волновые процессы. Оптика. Атомная и ядерная физика. М.: Высшая школа. 1979. 511 с.
4. Кучерук І.М., Дуценко А.П. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика. Навч. посібник. К.: Вища шк., 1991. 463 с.
5. Ландсберг Г.С. Оптика. Учебн. Пособие: Для вузов. 6-е изд. М.: Физматлит. 2003. 848 с. Лансберг Г.С. Элементарный учебник физики. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика. 12-е изд. М.: Физматлит. 2001. 656 с.
6. Матвеев А.Н. Оптика . Учеб. пособие для физ. спец. Вузов. М.: Вышш. шк. 1985. 351 с.
7. Савельев И.В. Оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. М.: Наука. 1970. 537 с.
8. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.V Атомная и ядерная физика. 2-е изд. М.: Наука. 2002. 416 с.
9. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.IV Оптика. 3-е изд. М.: Физматлит. 2005. 792 с.
10. Яворский Б.М., Пинский А.А. Основы физики. Колебания и волны; Основы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел; физика ядра и элементарных частиц. 2-е изд. М.: Наука. 1974. 466 с.

Додаток Б.

Додаток Б 1. Експериментаторська діяльність студентів у полікомпонентному навчальному середовищі

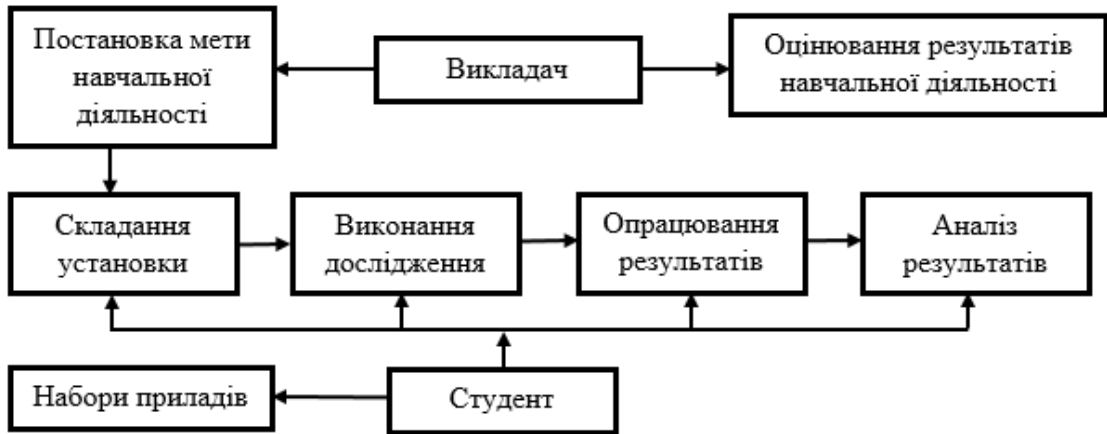


Рис. Б 1.1. Організація самостійних навчальних досліджень студента у предметно-просторовому навчальному середовищі (адаптовано з [63])

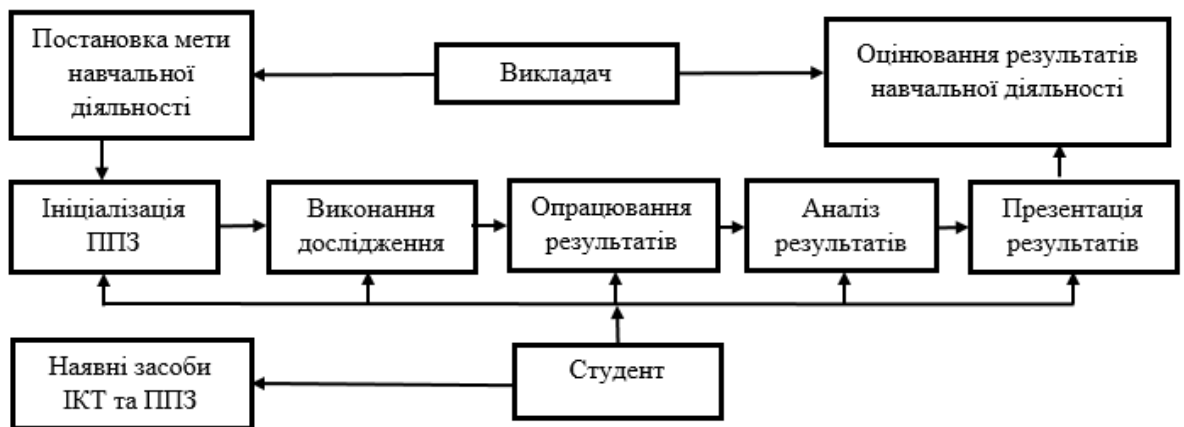


Рис. Б 1.2. Організація самостійних навчальних досліджень студента в інформаційно-комунікаційному навчальному середовищі (адаптовано з [63])

Додаток Б 2. Особливості навчальної дослідницької діяльності студента з використанням КОЗН

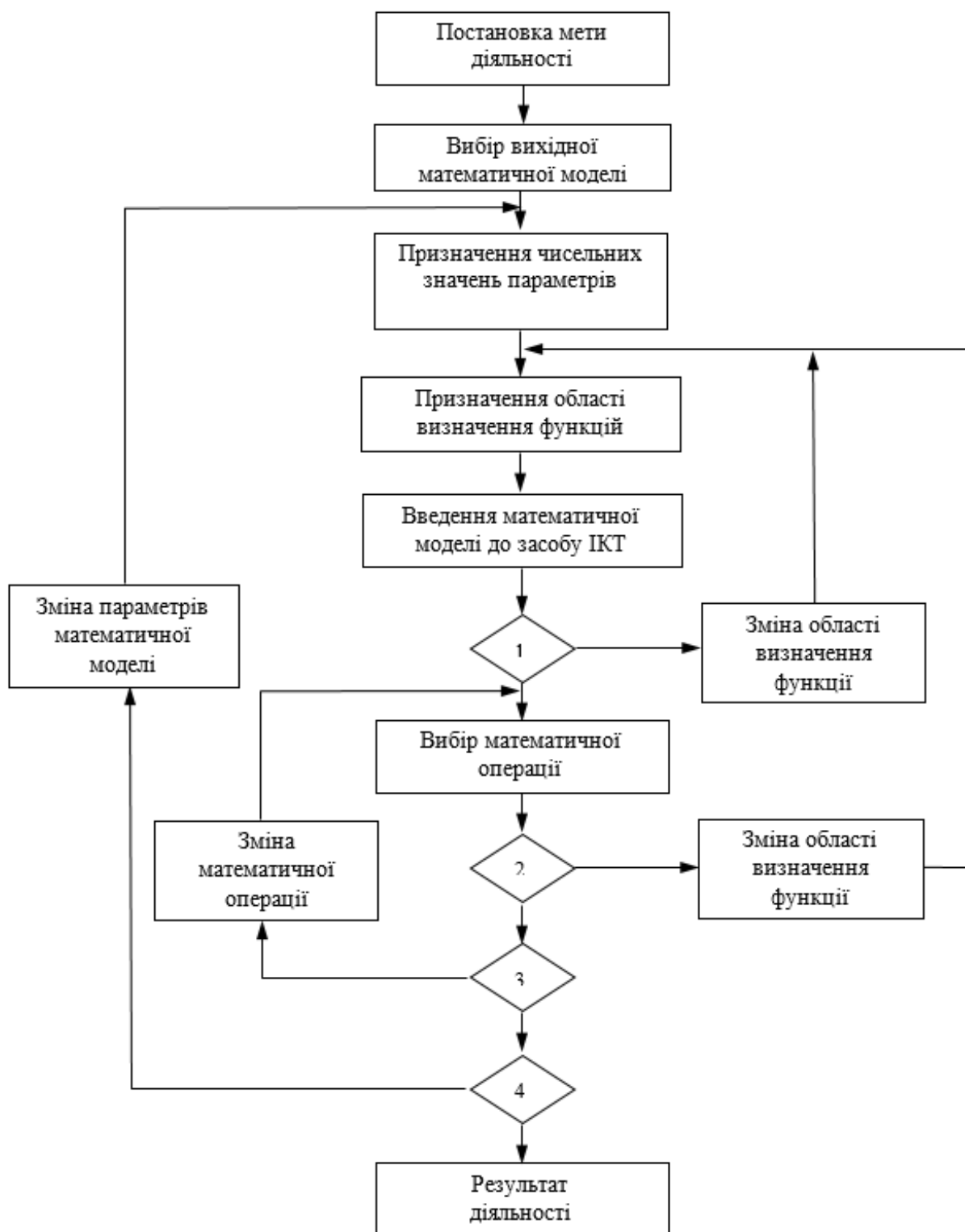


Рис. Б 2.1. Структура діяльності студента у ході опанування сервісними можливостями засобу ІКТ (адаптовано з [97])

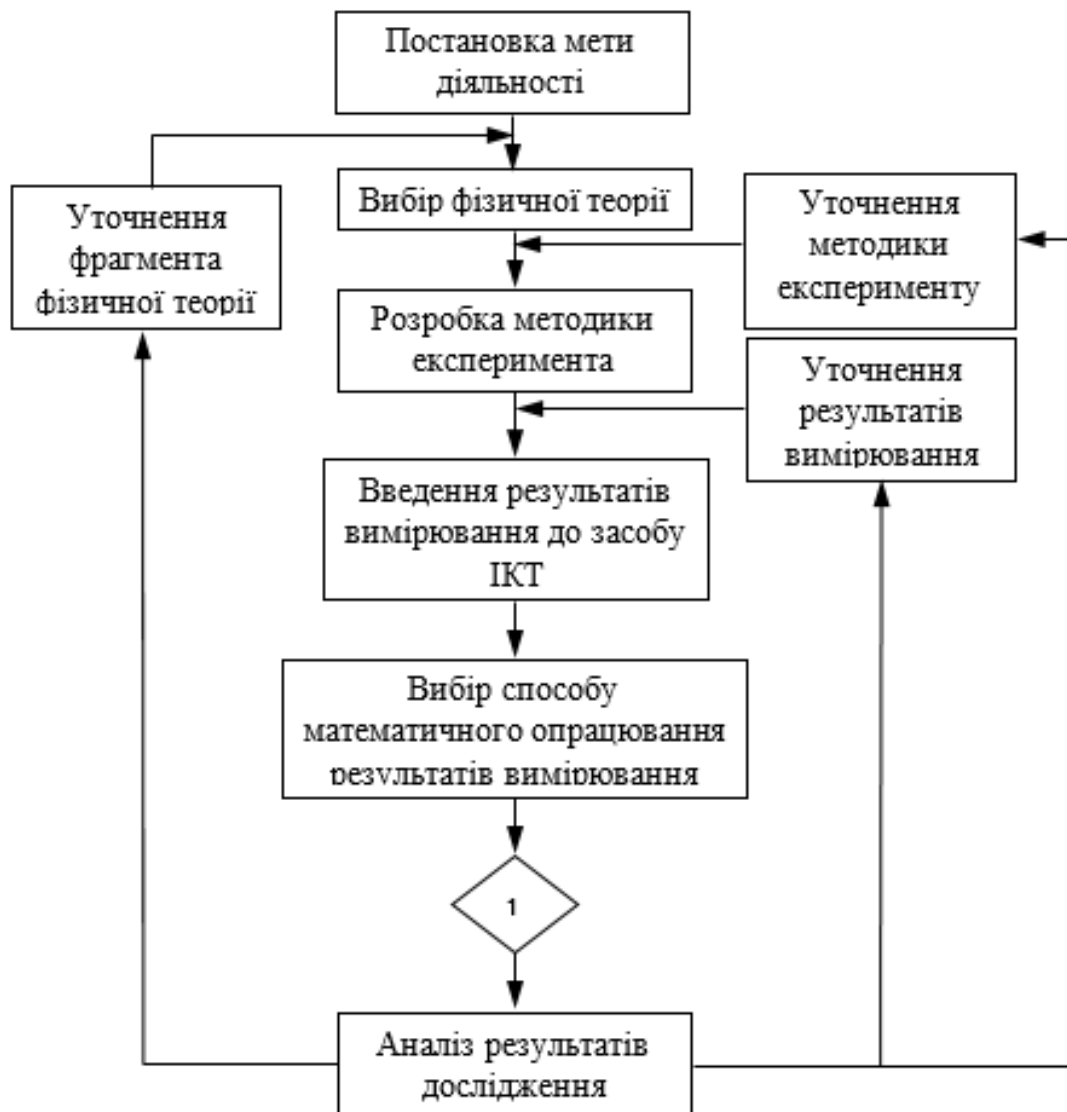


Рис. Б 2.2. Структура діяльності студента під час використання засобу ІКТ для опрацювання результатів навчального експерименту (адаптовано з [63])



Рис. Б 2.3. Етапи дослідницької діяльності студента у ході традиційного фізичного практикуму з реальним обладнанням (адаптовано з [97])

Додаток В

Додаток В 1. Табличні та графічні представлення результатів для розробки ППЗ «Quantum Physics»

У своєму дослідженні, крім *методу найменших квадратів* (МНК), ми використовували також наближення експериментальних даних за допомогою *поліномів високих степенів*.

Зокрема, у роботі №5 у першому завданні при температурі $T=29^{\circ}\text{C}$ для побудови функції, яка наближає <експериментальні дані $I_{зан}$ > (див. таблицю В.1.1), використано апроксимацію поліномами. Апроксимуюча функція є поліномом сьомого степеня:

$$I_{зан} = 7,797 \cdot 10^{-12} x^7 - 3,968 \cdot 10^{-9} x^6 + 7,647 \cdot 10^{-7} x^5 - 7,660 \cdot 10^{-5} x^4 + 4,071 \cdot 10^{-3} x^3 + 1,0806 \cdot 10^{-1} x^2 + 1,778x + 44,549.$$

Таблиця В 1.1

Результати для отримання значень апроксимуючої функції у роботі №5 при $T=29^{\circ}\text{C}$ для < $I_{зан}$ > за допомогою поліномів високих степенів

$T, ^{\circ}\text{C}$	$U_{зан}, \text{В}$	$I_{зан} \cdot 10^{-6}, \text{А}$	Апроксимуюча функція (значення)
29	10	55	54,91
29	20	59	59,42
29	30	65	64,46
29	40	71	70,99
29	50	78	78,10
29	60	84	84,88
29	70	92	91,19
29	80	98	97,50
29	90	104	104,37
29	100	111	111,85
29	110	120	119,30
29	120	126	125,89
29	130	132	132,31
29	140	144	143,95

Порівняння двох останніх стовпців свідчить про гарне наближення експериментальних даних апроксимуючою функцією (яка була використана у програмі для обчислень).

У цій же роботі №5 у першому завданні при температурі $T=22^{\circ}\text{C}$ для <експериментальні дані $I_{зан}$ > наближено апроксимуючим поліномом є поліном сьомого степеня (таблиця В.1.2):

$$I_{зан} = 3,260 \cdot 10^{-12} x^7 - 1,692 \cdot 10^{-9} x^6 + 3,517 \cdot 10^{-7} x^5 - 3,763 \cdot 10^{-5} x^4 + 2,224 \cdot 10^{-3} x^3 + 7,208 \cdot 10^{-2} x^2 + 1,3785x + 7,527.$$

Таблиця В 1.2

Результати для отримання значень апроксимуючої функції у роботі №5 $T=22^{\circ}\text{C}$ < $I_{зан}$ > за допомогою поліномів високих степенів

$T, ^{\circ}\text{C}$	$U_{зан}, \text{В}$	$I_{зан} \cdot 10^{-6}, \text{А}$	Апроксимуюча функція (значення)
22	10	16	15,99
22	20	19	19,06
22	30	21	20,96
22	40	23	22,95
22	50	25	25,05
22	60	27	27,07
22	70	29	29,00
22	80	31	31,07
22	90	34	33,59
22	100	36	36,62
22	110	40	39,90
22	120	43	42,88
22	130	45	45,25
22	140	48	48,08

У цій же роботі №5 у другому завданні при температурі $T=29^{\circ}\text{C}$ для <експериментальні дані U_{+} > наближено апроксимуючим поліномом є поліном шостого степеня:

$$U_{+} = -1,302 \cdot 10^{-13} x^6 + 9,235 \cdot 10^{-11} x^5 - 2,582 \cdot 10^{-8} x^4 + 3,623 \cdot 10^{-6} x^3 - 2,713 \cdot 10^{-4} x^2 + 0,0129x + 0,0253.$$

При $T=22^{\circ}\text{C}$ відповідно одержуємо:

$$U_+ = -1,085 \cdot 10^{-13} x^6 + 7,883 \cdot 10^{-11} x^5 - 2,188 \cdot 10^{-8} x^4 + 2,921 \cdot 10^{-6} x^3 - 1,989 \cdot 10^{-4} x^2 + 0,0092x + 0,1153.$$

Таблиця В 1.3

Результати для отримання значень апроксимуючої функції у роботі №5 при $T=29^{\circ}\text{C}$ для $\langle U_+ \rangle$ за допомогою поліномів високих степенів

$T, ^{\circ}\text{C}$	$I_{np} \cdot 10^{-3}, \text{A}$	U_+, B	Апроксимуюча функція (значення)
29	20	0,2	0,20
29	40	0,28	0,28
29	60	0,34	0,34
29	80	0,38	0,39
29	100	0,44	0,44
29	120	0,48	0,48
29	140	0,52	0,52
29	160	0,56	0,56
29	180	0,6	0,60
29	200	0,64	0,64

Таблиця В 1.4

Результати для отримання значень апроксимуючої функції у роботі №5 при $T=22^{\circ}\text{C}$ для $\langle U_+ \rangle$ за допомогою поліномів високих степенів

$T, ^{\circ}\text{C}$	$I_{np} \cdot 10^{-3}, \text{A}$	U_+, B	Апроксимуюча функція (значення)
22	20	0,24	0,239
22	40	0,3	0,303
22	60	0,36	0,354
22	80	0,4	0,406
22	100	0,46	0,458
22	120	0,5	0,501
22	140	0,54	0,536
22	160	0,56	0,565
22	180	0,6	0,598
22	200	0,64	0,640

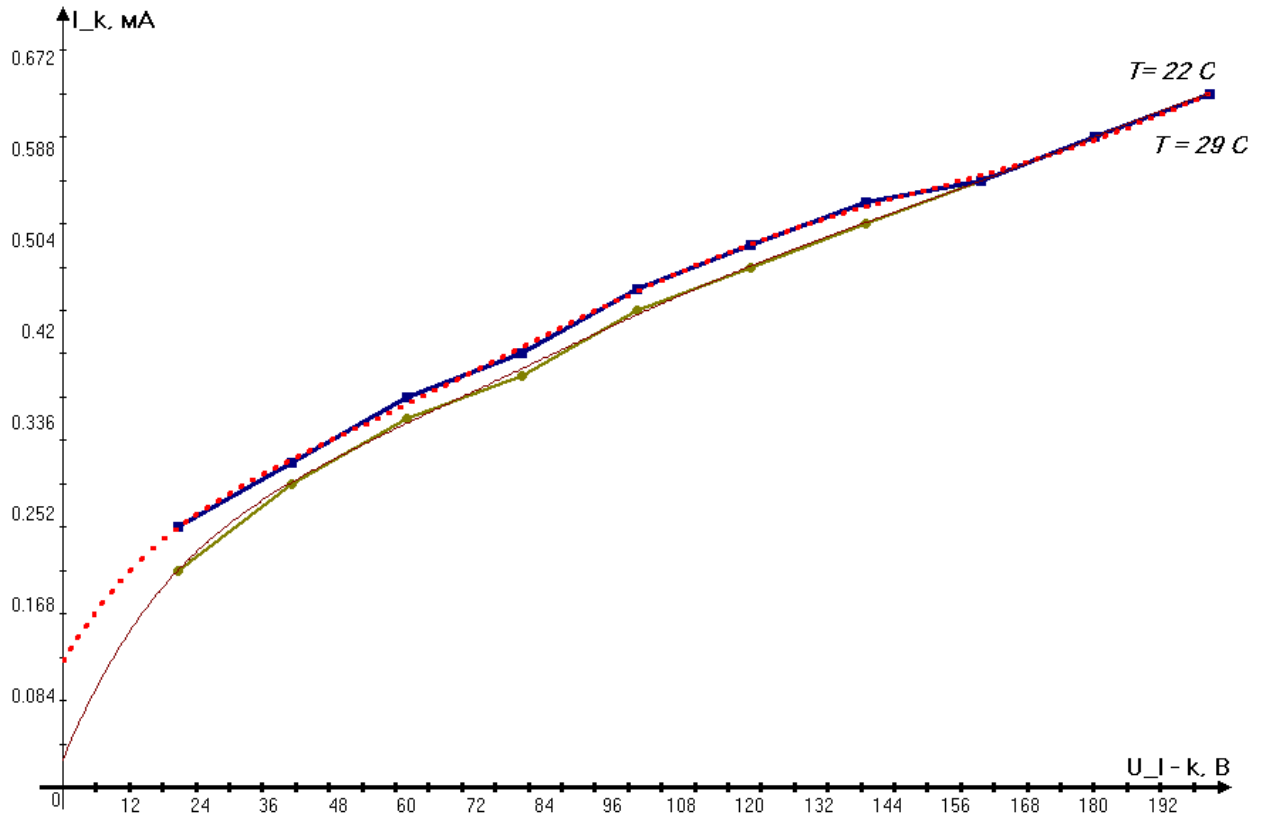


Рис. В 1.1. Графіки $I = f(u)$ для різних T та їхні апроксимуючі функції

Додаток В 2.
**Додаток В 2.1. Робоча програма навчальної дисципліни «Загальна фізика:
 Квантова фізика»**

ЗАТВЕРДЖЕНО
 Наказ Міністерства освіти і науки,
 молоді та спорту України
 29 березня 2012 року № 384

Форма № Н - 3.04

КІРОВОГРАДСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ВИННИЧЕНКА
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Кафедра фізики та методики її викладання

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
 Завідуючий кафедрою фізики
 та методики її викладання

_____ проф. Величко С.П.
 “ _____ ” _____ 2016 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

***Загальна фізика* : Квантова фізика**

Галузь знань: 0402 Фізико-математичні науки

Напрямок підготовки: 6.040203 Фізика*

Спеціалізація: інформатика

Фізико-математичний факультет

Робоча програма з *Загальної фізики*: Квантова фізика для студентів

Галузь знань: 0402 Фізико-математичні науки;

Напрямок підготовки: 6.040203 Фізика*; Спеціалізація: інформатика

Розробник: Царенко Олег Миколайович – к.т.н., проф. кафедри фізики та методики її викладання;

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики та методики її викладання

Протокол від “___” _____ 20__ року № ___

Завідувач кафедри Величко С.П.

_____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)
“___” _____ 20__ року

СТРУКТУРА ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Загальна фізика: Квантова фізика»

1. ОПИС ПРЕДМЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 10	Галузь знань 0402 Фізико-математичні науки (шифр і назва)	Нормативна
	Напрямок підготовки підготовки: 6.040203 Фізика* (шифр і назва)	
Модулів – 4	Спеціалізація: інформатика	Рік підготовки: 3-й
Змістових модулів – 3		Семестр: 6-й
Індивідуальне навчальне завдання		Лекції
Загальна кількість годин – 324		38 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6 самостійної роботи студента – 12	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Практичні
		32 год.
		Лабораторні
		32 год.
		Самостійна робота
		188 год.
	Вид контролю: <i>екзамен</i>	

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика – наука, яка вивчає найпростіші та в той же час найбільш загальні закономірності явищ природи, властивостей і будови матерії, закони її руху. Поняття фізики та її закони лежать в основі всього природознавства. Фізика відноситься до точних наук та вивчає кількісні закономірності явищ. Саме це враховує програма курсу загальної фізики.

Майбутній вчитель фізики повинен мати фундаментальну підготовку з фізики, вищої математики, основ радіоелектроніки, основ інформатики, психології, педагогіки та методики викладання, щоб забезпечити належний науковий і методичний рівень викладання фізики, виконувати дослідницьку роботу, вміти працювати на сучасному фізичному обладнанні, орієнтуватись в питаннях менеджменту фізичного обладнання, приладів та матеріалів, в питаннях охорони навколишнього середовища, проводити виховну роботу в учнівському колективі.

Курс загальної фізики в педагогічній освіті майбутнього вчителя фізики є профільною дисципліною, оскільки формує в студентів уявлення про фізику як науку. Особливість вивчення фізики у педагогічному університеті полягає в тому, що студенти повинні оволодіти системою вмінь і навичок, які б давали можливість ефективно передавати знання учням, виховувати у них допитливість, інтерес до знань, любов до винахідництва.

Специфіка цієї дисципліни вимагає вивчення теорії фізичних явищ та законів, вміння математично їх описувати та застосовувати набуті знання при розв'язуванні задач. Невід'ємною органічною складовою курсу фізики є лабораторний практикум. Основною метою лабораторних робіт (фізичного практикуму) є сприяння більш глибокому засвоєнню теоретичних знань, їх закріпленню та формуванню навичок застосування.

Навчальна програма передбачає наступні види діяльності студентів: **пізнавальна діяльність**: інтелектуальні розумові дії, спостереження, дослід, усвідомлення проблеми, висування гіпотез, побудова

моделей; **загально-навчальна діяльність**: пошук інформації, робота з літературою та іншими джерелами інформації, навички спілкування в колективній діяльності;

особистісно-реалізуюча діяльність: пошук індивідуального змісту і цілей навчання фізики, особистісне розуміння фундаментальних понять і категорій, вибір індивідуального темпу навчання, самостійне визначення цілей, індивідуальний вибір додаткової тематики, індивідуальні обґрунтовані позиції, саморегуляція, самоаналіз і самоконтроль власної діяльності.

Досягнення навчальних цілей кожного модуля забезпечується в процесі спільної діяльності викладача і студентів, яка включає такі елементи:

- *систематизацію і узагальнення студентами знань і умінь, запропонованих для самостійного опрацювання;*
- *проведення викладачем консультацій, які забезпечують студентам можливість своєчасного розв'язання навчальних проблем, що виникають у них у процесі роботи над модулем;*
- *узагальнення навчального матеріалу модуля під час лекцій, де розглядаються питання методологічного характеру, а також визначаються завдання підвищеної складності, виконання і деталізація яких здійснюється під час практичних і лабораторних занять та в процесі самостійної діяльності*

Після закінчення роботи над модулем студенти, проходять підсумковий контроль згідно рейтингової системи із застосуванням інтегративної методики оцінювання навчальних досягнень.

Кожний змістовий модуль, як правило, супроводжується комплексом різноманітних дидактичних засобів навчання, що забезпечують, наочність матеріалу і сприяють досягненню конкретних цілей навчання. Модулі, що вміщують цільову програму дій, банк інформації та методичних вказівок для її засвоєння, змінюють характер взаємостосунків між викладачами і студентами.

Модульна технологія навчання загальної фізики включає три компоненти: змістовий, організаційний і контрольньо-оцінювальний з його стимулюючою функцією.

Від студентів вимагається продемонструвати знання кожної із змістовних одиниць перед тим, як перейти до вивчення наступної. Спочатку навчання зорієнтоване на засвоєння головного – базових елементів знань курсу фізики і найважливіших алгоритмів дій. Другим етапом є розвиваюче навчання, що базується на творчій самостійній діяльності студентів. Організаційний компонент технології засвоєння змісту навчальних модулів із курсу загальної фізики є сукупністю різноманітних форм і методів організації навчального процесу: лекційних, семінарських, практичних і лабораторних занять.

Проведення практичних занять із загальної фізики має на меті:

- поглиблення, розширення і засвоєння теоретичного матеріалу; створення проблемної ситуації;
- реалізація дидактичного принципу взаємозв'язку навчання з практикою; розширення наукового світогляду студентів;
- розвиток логічного, творчого і самостійного мислення; набуття досвіду оцінки меж застосовності фізичних залежностей за різних конкретних умов;
- набуття умінь і навичок практичного застосування наукових знань; розвиток і виховання найважливіших функцій особистості: мислення, волі, характеру;
- розвиток уміння самостійної роботи та її активізації;
- навчання методам наукового пізнання;
- формування і розвиток у студентів діалектичного мислення і специфічного "фізичного" мислення;
- розкриття естетичного та логічного в фізиці: дивної стрункості і краси, чіткості і строгості, вишуканості багатьох її рішень і прийомів;
- використання практичних занять як одного з ефективних прийомів перевірки свідомого, глибокого, міцного засвоєння знань;
- закріплення, узагальнення і повторення навчального матеріалу.

В результаті проведення практичних занять студенти повинні:

знати:

- структурні особливості різних типів фізичних задач;
- методи розв'язування фізичних задач;
- загальну методику розв'язування фізичних задач із використанням аналітичного, графічного, табличного, синтетичного й аналітико-синтетичного методів;
- зміст шкільних збірників задач з фізики, зміст олімпіадних задач;
- зміст збірників задач із загальної фізики вищої школи і методичних посібників із розв'язування фізичних задач;
- освітнє і виховне значення розв'язування задач з фізики в середній школі;
- *уміти:*
- здійснювати різні способи подання фізичних задач, зокрема, малюнком, графіком, схемою, системою рівнянь, моделлю, спостереженням, експериментом, скороченим письмовим записом;
- розкривати фізичний зміст задач;
- раціонально записати умову задачі;
- відшукувати і вводити додаткові умови;

- проводити пошуки шляхів розв'язування задачі і складати загальний план розв'язку;
- вибирати раціональний спосіб розв'язку задачі;
- ставити і давати відповіді на запитання як часткового, так і загального характеру;
- проводити аналіз та оцінку здобутих результатів;
- складати задачу із заданої теми з використанням сучасних знань;
- розв'язувати експериментальні задачі;
- використовувати в процесі розв'язування задач сучасні засоби навчання;
- реалізовувати цілі і завдання розв'язування задач з фізики в середній школі.

Метою проведення лабораторних занять є:

- поглиблення теоретичних знань студентів, формування розуміння ролі експерименту у фізичній науці;
- широке і поглиблене знайомство з матеріальними засобами вимірювань у фізиці;
- засвоєння основних принципів і методів вимірювань у фізиці, куль тури проведення експериментів;
- розвиток спостережливості, конструктивного мислення, активізація самостійності у роботі;
- залучення студентів до самостійної навчально-наукової роботи.

В результаті проведення лабораторних занять студенти повинні знати:

- методи емпіричного пізнання об'єктивної дійсності;
- сутність і методи реалізації експерименту;
- фізичні величини, їх класифікацію; одиниці фізичних величин, їх класифікацію;
- основні методи вимірювань у фізиці;
- характер зміни похибок вимірювань і методи їх оцінок;
- основні правила виконання математичних операцій з наближеними числами;
- основні правила графічного подання результатів експерименту;
- вимоги до питань охорони праці і техніки безпеки під час роботи у фізичних лабораторіях вищого навчального закладу та шкільному фізичному кабінеті;
- освітні і виховні завдання лабораторних робіт і фізичних практикумів у середній школі;

вміти:

- провести оцінки і реалізувати оптимальні умови проведення фізичного експерименту, виконання лабораторної роботи;
- забезпечити експериментальний характер шкільного курсу фізики;
- провести аналіз виконання лабораторної роботи, написати висновки про її результати;
- виконати оцінки похибок результатів експерименту;
- графічно подати результати експерименту;
- скласти звіт про виконану лабораторну роботу;
- дати характеристику сучасного фізичного обладнання, фізичних приладів;
- користуватися довідковою літературою;
- забезпечувати виконання завдань лабораторних робіт і фізичних практикумів у школі.

3. НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА КУРСУ

Змістовий модуль 1. Основи квантової фізики

Тема 1. Квантові властивості випромінювання. Предмет і завдання квантової фізики. Короткий історичний огляд вчення про квантові властивості матерії. Фотоелектричний ефект. Досліди О.Г.Столетова. Квантова теорія фотоелектру. Фотонна теорія світла. Маса та імпульс фотонів. Досліди С.І.Вавілова. Тиск світла. Досліди П.М.Лебедева. Рентгєнівське випромінювання. Гальмівне і характеристичне рентгєнівське випромінювання та їх спектри. Застосування рентгєнівських променів. Фотоелементи та їх застосування. Ефект Комптона. Дослід Боте.

Тема 2. Теплове випромінювання. Рівноважне випромінювання та його характеристики. Закон Кірхгофа. Випромінювання абсолютно чорного тіла. Закон Стефана-Больцмана. Закон зміщення Віна. Розподіл енергії в спектрі випромінювання абсолютно чорного тіла. Формула Релея-Джинса. Квантування енергії випромінювання. Формула Планка. Оптична пірометрія.

Тема 3. Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Хвильові властивості мікрочастинок. Дифракція електронів. Хвилі де Бройля. Досліди Девісона і Джермера. Основні уявлення квантової механіки. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга. Хвильова функція та її фізичний зміст. Рівняння Шредінгера. Принцип суперпозиції в квантовій механіці.

Тема 4. Будова атомів і молекул. Лінійчасті спектри. Роботи Бальмера. Досліди Резерфорда. Планетарна модель атома. Постулати Бора. Модель атома водню за Бором. Досліди Франка та Герца. Квантово-механічна інтерпретація постулатів Бора. Принцип відповідності. Спектральні серії випромінювання атомарного водню. Квантові підходи до будови атома. Квантові числа електрона в атомі. Квантування енергії, момента імпульсу. Досліди Штерна та Герлаха. Принцип Паулі. Періодична система елементів Мендєєлева Д.І. Комбінаційне розсіяння світла. Люмінесценція. Правило Стокса. Спонтанне й

індуковане випромінювання. Фізичні умови роботи лазерів. Квантові генератори та їх застосування.

Змістовий модуль 2. Ядерна фізика. Сучасна фізична картина світу

Тема 5. Фізика атомного ядра. Склад ядра. Заряд і масове число ядра. Дефект мас. Енергія зв'язку ядра. Ядерні сили. Моделі атомного ядра. Радіоактивність. Альфа- бета- та гамма-випромінювання. Правила зміщення. Ізотопи та їх застосування. Закон радіоактивного розпаду. Експериментальні методи ядерної фізики. Ядерні реакції. Штучна радіоактивність. Приклади ядерних перетворень під дією альфа-частинок, протонів, нейтронів, дейтронів, гамма-квантів. Поділ важких ядер. Ланцюгові реакції поділу. Трансуранові елементи. Ядерні реакції на теплових та швидких нейтронах. Ядерна енергетика. Реакції термоядерного синтезу, умови їх реалізації. Керований термоядерний синтез. Масспектрометри. Прискорювачі заряджених частинок.

Тема 6. Фізика елементарних частинок. Фундаментальні взаємодії. Загальні відомості про елементарні частинки. Систематика елементарних частинок. Поняття про кварки. Фундаментальні взаємодії

Тема 7. Квантові явища в твердих тілах. Утворення енергетичних зон у кристалах. Поняття про зонну теорію провідності провідників, напівпровідників і діелектриків. Поняття про квантові статистики. Статистика Фермі-Дірака. Квантова теорія теплоємності. Теплопровідність діелектричних кристалів. Квантові явища при низьких температурах.

Тема 8. Сучасна фізична картина світу. Сучасна фізична картина світу. Проблеми сучасної фізики. Внесок українських вчених у розвиток фізики.

4. СТРУКТУРА ЗМІСТОВИХ МОДУЛІВ

Тема	Лекції, год.	Практичні заняття, год.	Лабораторні роботи, год.	Самостійна робота, год
1	2	3	4	5
Змістовий модуль I. Квантові властивості випромінювання. Теплове випромінювання. Хвильові властивості мікрочастинок.				
<i>Тема 1. Квантові властивості випромінювання.</i>	4	6	За індивідуальним графіком	30
<i>Тема 2. Теплове випромінювання.</i>	4	2		30
<i>Тема 3. Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Хвильові властивості мікрочастинок.</i>	4	4		30
<i>Тема 4. Будова атомів і молекул.</i>	8	4		32
Всього за модуль	20	16	16	122
Змістовий модуль I. Фізика атомного ядра та елементарних частинок				
<i>Тема 5. Фізика атомного ядра.</i>	8	8	За індивідуальним графіком	30
<i>Тема 6. Фізика елементарних частинок. Фундаментальні взаємодії.</i>	4	2		30
<i>Тема 7. Квантові явища у твердих тілах</i>	4	4		20
<i>Тема 8. Сучасна фізична картина світу. Роль українських вчених у розвитку фізики.</i>	2	-		20
<i>Модульні контрольні роботи</i>		2		
Всього за модуль	18	16	16	100
Всього за курс 324 год.	38	32	32	222

5. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Теми та короткий зміст	Кількість годин
1. Квантові властивості випромінювання: енергія, маса, імпульс фотона, фотоэффект,	2
2. Тиск світла: тиск світла на дзеркальну та часково поглинальну поверхні, залежність тиску світла від отужності джерела світла	2
3. Рентгенівське випромінювання, ефект Комптона: гальмівне та характеристичне рентгенівське випромінювання, розсіяння фотонів рентгенівського випромінювання	2
4. Закони теплового випромінювання: закони Кірхгофа, Стефана-Больцмана, Віна, формула Планка	2
5. Хвильові властивості речовини: хвилі де Бройля, принцип Гейзенберга, рівняння Шредінгера	4
6. Атом водню за теорією Бора	2
7. Спін та магнітний момент електрона. Принцип Паулі	2
Змістовий модуль 2	
8. Склад ядра. Енергія зв'язку ядер, дефект мас	2
9. Будова атомного ядра. Основні характеристики ядра	2
10. Закони радіоактивного розпаду. Ядерні реакції. Закони збереження в ядерних реакціях	4
11. Елементарні частинки	2
12. Квантові властивості в твердих тілах	2
13. . Модульна контрольна робота	2
<i>Всього годин із розділу «КВАНТОВА ФІЗИКА»</i>	
	32

6. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

1. Визначення потенціалів збудження атомів.
2. Вивчення спектра водню.
3. Вивчення термоопору (терморезистора).
4. Вивчення фотопровідності напівпровідників.
5. Вивчення напівпровідникового діода.
6. Вивчення транзистора.
7. Вимірювання високих температур оптичним пірометром і визначення сталої Стефана-Больцмана.
8. Вивчення роботи газорозрядного лічильника.
9. Дослідження фосфоресценції.
10. Вивчення зовнішнього фотоэффекту.
11. Вивчення вакуумного діода та визначення питомого заряду електрона.

7. САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ

Зміст СРС з дисципліни складається з таких видів роботи (*детальніше див.:* Сальник І.В., Царенко О.М. Вчимося вчитись. (Методичні рекомендації для студентів з організації самостійної роботи) . – Кіровоград : РВВ КДПУ, 2010. – 40 с.):

- опрацювання теоретичного матеріалу за навчальними посібниками та курсом лекцій, підготовка до аудиторних занять;
- виконання практичних завдань протягом семестру;
- самостійне опрацювання окремих тем навчальної дисципліни згідно робочої програми;
- написання рефератів та доповідей;
- пошук додаткової інформації щодо окремих питань курсу;
- підготовка до усіх видів контролю, в тому числі до контрольних модульних робіт, до заліку та іспиту.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Тема 1. Вступ.

1. Предмет і завдання квантової фізики
2. Короткий історичний огляд вчення про квантові властивості матерії

Тема 2. Квантові властивості випромінювання.

1. Застосування рентгенівських променів.
2. Фотоелементи та їх застосування

Тема 3. Теплове випромінювання.

1. Оптична пірометрія

Тема 5. Будова атомів і молекул.

1. Спектральні серії випромінювання атомарного водню.
2. Періодична система елементів Менделєєва Д.І.
3. Комбінаційне розсіяння світла. Люмінесценція. Правило Стокса.
4. Спонтанне і індукване випромінювання. Квантові генератори та їх застосування.

Тема 6. Фізика атомного ядра.

1. Масспектрометри. Прискорювачі заряджених частинок
2. Штучна радіоактивність.
3. Трансуранові елементи

Тема 7. Елементарні частинки.

1. Досягнення і проблеми сучасної фізики.
2. Роль українських вчених у розвитку науки

ЗАВДАННЯ ДО МОДУЛЬНИХ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ**Питання до модульної контрольної роботи з теоретичного матеріалу №1.**

1. Завдання квантової фізики.
2. Фотоелектричний ефект. Досліди О.Г.Столетова
3. Квантова теорія фотоэффекту
4. Фотонна теорія світла. Маса та імпульс фотонів.
5. Досліди С.І.Вавілова
6. Тиск світла. Досліди П.М.Лебедева
7. Рентгенівське випромінювання. Гальмівне і характеристичне рентгенівське випромінювання та їх спектри.
8. Ефект Комптона.
9. Дослід Боте.
10. Рівноважне випромінювання та його характеристики.
11. Закон Кірхгофа.
12. Випромінювання абсолютно чорного тіла. Закон Стефана-Больцмана. Закон зміщення Віна.
13. Розподіл енергії в спектрі випромінювання абсолютно чорного тіла. Формула Релея-Джинса.
14. Квантування енергії випромінювання. Формула Планка.
15. Оптична пірометрія
16. Дифракція електронів. Хвилі де Бройля. Досліди Девісона і Джемера.
17. Основні уявлення квантової механіки. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга.
18. Хвильова функція та її фізичний зміст.
19. Рівняння Шредінгера. Принцип суперпозиції в квантовій механіці.
20. Лінійчасті спектри. Роботи Бальмера.
21. Досліди Резерфорда. Планетарна модель атома.
22. Постулати Бора. Модель атома водню за Бором.
23. Досліди Франка та Герца.
24. Квантово-механічна інтерпретація постулатів Бора. Принцип відповідності
25. Квантові числа електрона в атомі. Квантування енергії, момента імпульсу.
26. Принцип Паулі. Досліди Штерна та Герлаха
27. Природа характеристичного рентгенівського випромінювання
28. Фізичні умови роботи лазерів.

Питання до модульної контрольної роботи з теоретичного матеріалу №2.

1. Склад ядра. Заряд і масове число ядра.

2. Дефект мас. Енергія зв'язку ядра. Ядерні сили.
3. Моделі атомного ядра.
4. Радіоактивність. Альфа- бета- та гамма-випромінювання.
5. Правила зміщення. Ізотопи та їх застосування.
6. Закон радіоактивного розпаду
7. Експериментальні методи ядерної фізики.
8. Приклади ядерних перетворень під дією альфа-частинок, протонів, нейтронів, дейтронів, гамма-квантів.
9. Поділ важких ядер. Ланцюгові реакції поділу
10. Ядерні реакції на теплових та швидких нейтронах. Ядерна енергетика.
11. Реакції термоядерного синтезу, умови їх реалізації. Керований термоядерний синтез
12. Загальні відомості про елементарні частинки.
13. Систематика елементарних частинок.
14. Поняття про кварки.
15. Утворення енергетичних зон у кристалах.
16. Поняття про зонну теорію провідності провідників, напівпровідників і діелектриків.
17. Поняття про квантові статистики. Застосування статистики Фермі-Дірака до електронів у металах.
18. Квантова теорія теплоємності. Теплопровідність діелектричних кристалів. Фонони.
19. Квантові явища при низьких температурах.
20. Фундаментальні взаємодії
21. Сучасна фізична картина світу.
22. Внесок українських учених у розвиток фізики.
23. Досягнення і проблеми сучасної фізики.

Зразок модульної контрольної роботи з практичного матеріалу

Варіант XX

1. У скільки разів відізняються енергії фотонів фіолетового ($\lambda=360$ нм) та червоного ($\lambda=620$ нм) випромінювань? Скільки відсотків маса фотона червоного випромінювання складає від маси фіолетового?
2. Електрична лампа потужністю 60 Вт, створює світловий потік на поверхню з коефіцієнтом відбивання 0,6, яка розташована перпендикулярно до променів. Визначити тиск променистої енергії на цю поверхню, якщо вона міститься на відстані 4 м від лампи. Вважати, що вся споживана потужність витрачається на випромінювання.
3. Випромінювання з довжиною хвилі 2,7 пм зазнає комптонівського розсіювання під кутом 60° . Приймаючи, що енергія та імпульс електрона до співудару були досить малими знайдіть: енергію розсіяного фотона, кінетичну енергію електрона віддачі та напрямок його руху.
4. Відносна невизначеність імпульсу частинки $\Delta p_x/p$ дорівнює 1%. У скільки разів невизначеність координати Δx цієї частинки більша за її дебройлівську довжину хвилі λ ?
5. Електрон перебуває в глибокій одноірній потенціальній ямі шириною l та набуває лише дискретних значень енергій. Запишіть рівняння Шредінгера, яке описує його стан у ямі. Покажіть як енергія електрона залежить від номера енергетичного рівня. Як знайти ймовірність перебування електрона в даній точці простору?

8. МЕТОДИ НАВЧАННЯ: лекції із застосуванням прозірок та лекційних демонстрацій; лабораторні дослідження, проведення практичних занять з розв'язування задач, поточний контроль теоретичних знань шляхом проведення фізичних диктантів, навчального тестування, самостійних робіт тощо.

9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ СТУДЕНТІВ

Поточний контроль теоретичних знань шляхом проведення фізичних диктантів, навчального тестування, самостійних робіт тощо; комплексні модульні контрольні роботи з теоретичного матеріалу та з практичного розв'язування задач; проведення допусків до виконання лабораторних робіт та приймання звітів виконаних лабораторних робіт.

Оцінка усних та письмових відповідей студентів при поточному контролі знань здійснюється за

шкалою:

Кількість балів «1,5»: студент вільно володіє вивченим обсягом матеріалу, вміє використовувати набуті знання і вміння, переконливо аргументує відповіді, самостійно виправляє допущені помилки, які є не грубими, а їх кількість оцінюється менше ніж 10% загальної кількості завдань.

Кількість балів «1,0»: студент володіє вивченим обсягом матеріалу, вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію; в цілому самостійно застосовує її на практиці; контролює власну діяльність; виправляє помилки, серед яких є не більше 20% суттєвих.

Кількість балів «0,5»: студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу на репродуктивному рівні, виявляє знання і розуміння основних положень; з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є не більше 40% суттєвих.

Кількість балів «0»: студент має дуже низький рівень (відтворює менше 60% початкового матеріалу), або відсутність будь-яких знань, або відсутність студента при написанні роботи.

Оцінка МКР здійснюється за шкалою:

Кількість балів «10»: студент вільно володіє вивченим обсягом матеріалу, виявляє творчі здібності, вміє самостійно здобувати знання, без допомоги викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію, вміє використовувати набуті знання і вміння, переконливо аргументує відповіді, самостійно виправляє допущені помилки.

Кількість балів «8»: студент володіє вивченим обсягом матеріалу, вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію; в цілому самостійно застосовує її на практиці; контролює власну діяльність; виправляє помилки, серед яких є суттєві.

Кількість балів «6»: студент відтворює понад 60% теоретичного матеріалу на репродуктивному рівні, виявляє знання і розуміння основних положень; з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.

Кількість балів «2–4»: студент має низький рівень, відтворює 34-59% навчального матеріалу;

Кількість балів «0»: відсутність будь-яких знань, або відсутність студента при написанні роботи.

Оцінка лабораторних робіт здійснюється за шкалою:

0,5 бали – допуск та виконання лабораторної роботи;

1,0 бал – оформлення та захист лабораторної роботи.

10. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

Поточне тестування, самостійна робота, підсумкові модульні контрольні роботи, лабораторні роботи (60 балів)										Підсумковий екзамен	Сума	
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2						Лабораторний модуль	40	100
T1	T2	T3	T4	МКР1	T5	T6	T7+8	МКР2	К/р			
1,5	1,5	1,5	1,5	10,0	1,5	1,5	3	10	10	18		

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C	задовільно	
64-73	D		
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ:

- навчальні посібники та підручники; нормативні документи; ілюстративні матеріали, демонстрації тощо.

▪ методичні рекомендації щодо роботи студентів при вивченні курсу загальної фізики під час лекційних, практичних та лабораторних робіт, щодо виконання ІДЗ, підготовки до заліків та екзаменів забезпечуються виданнями:

1. Сальник І.В., Царенко О.М. Вчимося вчитись. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2010. 40 с.
2. Мамонтова Ю.М., Каленникова Т.О., Ткачук І.Ю., Починок Б.Д. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу загальної фізики. Ч. V. Квантова фізика Кіровоград: КДПІ, 1991. 68 с.

12. ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Кучерук І.М., Душенко В.П.. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика. Київ: Вища школа, 1991.
2. Бушок Г.Ф., Левандовський В.В., Півень Г.Ф. Курс фізики, Т. 2. Київ: Либідь, 1997.
3. Савельев І.В. Курс общей физики, т.3. Москва: Наука, 1988.
4. Кортнев А.В., Рублев Ю.В., Куценко А.Н. Практикум по физике. Москва: Высшая школа, 1963.
5. Лабораторный практикум по общей физике. Под ред. Е.М. Гершензона, Н.Н. Малова. Москва: Просвещение, 1985.
6. Волков Л.О., Ткачук І.Ю., Царенко О.М. Загальна фізика. Збірник задач. Кіровоград, 2002. 308 с.
7. Царенко О.М., Сальник І.В., Сірик Е.П., Сірик П.В. Лабораторний практикум з курсу загальної фізики. Частина 5. Квантова фізика: навчально-методичний посібник. Кіровоград: РВВ КДПУ імені Володимира Винниченка, 2014. 86 с.

Додаткова

7. Дж. Джанколи. Физика. Т. 2. Москва: Мир, 1989.
8. Физика в Т.4. Перевод с англ. под ред. А.С.Ахматова. Москва: Наука, 1974.
9. Буров В.А. и др. Демонстрационный эксперимент по физике. Москва: Просвещение, 1978.
10. Физический энциклопедический словарь. Гл.ред. А.М.Прохоров. Москва: Сов.энциклопедия, 1984.

13. РЕСУРСИ:

1. www.phys.web.ru
2. www.valerijsh.narod.ru
3. www.apatity.fio.ru
4. <http://fn.bmstu.ru/phys/bib>
5. <http://irodov.nm.ru/other/volkenshtein.htm>

Додаток В 2.2. Картка оцінки активності ПДС у виконанні фізичного практикуму з квантової фізики

Таблиця В 2.2

Оцінка активності ПДС студентів у КГ та ЕГ, що забезпечується КОЗН «Quantum Physics» у ході виконання фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика»

№ п/п	Критерії та показники, за якими оцінювалася активність ПДС	КГ			ЕГ		
		Факт.	%	Похибка ε	Факт.	%	Похибка ε
1.	Рівень опанування загальних методів експериментаторської діяльності; уміння спланувати свою ПД						
2.	Виконання експериментального завдання за готовими інструкціями						
3.	Використання засобів ІКТ для виконання розрахунків						
4.	Використання комп'ютерно орієнтованих засобів навчання у виконанні роботи практикуму						
5.	Впевненість у своїх діях, системність та послідовність у виконанні роботи практикуму						
6.	Уміння проводити самоконтроль ПД, самооцінка навчальних досягнень						
7.	Аналогічні завдання (ІНЗ, НП) за загальним алгоритмом (інструкцією)						
8.	Стабільна мотивація та достатня активність						
9.	Характер спілкування з викладачем та з однокурсниками						

Додаток В 3. Система індивідуальних завдань та навчальних проектів до робіт фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика»

Лабораторна робота № 1. Вивчення потенціалів збудження атомів

Мета роботи: експериментально перевірити ідеї Бора про існування стаціонарних станів атомів; визначити перший потенціал збудження атомів ксенону.

Контрольні питання

1. У чому суть моделі атома Резерфорда–Бора?
2. Сформулюйте основні положення квантової теорії будови атома за Бором.
3. Назвіть переваги та недоліки теорії атома за Бором.
4. Чому досліди Франка і Герца вважають експериментальною основою квантової теорії будови атома за Бором?
5. Поясніть принцип роботи установки (за схемою).
6. Чому струм на графіку $I = f(U_{K-C})$ не спадає до 0 при $U > U_1$, $U > U_2$?
7. Поясніть, у чому причина похибки при вимірюванні U_1 ? Які шляхи зменшення похибки?
8. При якій умові поле між сіткою та анодом буде гальмівним для електронів? Чи одержимо такі ж результати, якщо газ криптон у досліджуваній лампі замінити на інший?

Індивідуальні навчальні завдання та навчальний проект до роботи

ІНТЗ-1.1. Пояснити причину зміни струму від напруги U_{Kc} для тиратрону ТГЗ-01/1,3 в роботі для перевірки потенціалу збудження атомів не у вигляді монотонної зростаючої кривої, а у вигляді стрибкоподібної із певними максимумами.

Який характер поведінки електронів, котрі виходять з розваженого катода у момент, що відповідає максимумам у вольт-амперній характеристиці?

ІНЕЗ-1.2. Якою в експериментальній установці до лабораторної роботи №1 має бути полярність джерел струму \mathcal{E}_1 і \mathcal{E}_2 ? Які результати ми можемо одержати, коли за допомогою джерела струму \mathcal{E}_2 встановимо напругу – 4,9 В на сітці і аноді трубки у дослідах Франка і Герца? Чому максимуми у вольт-амперній характеристиці у дослідах Франка і Герца зростають із збільшенням їх порядкового номера?

ІНДЗ-1.3. Чому у роботі №1 під час визначення напруги U_1 , яка відповідає першому максимуму у вольт-амперній характеристиці тиратрону, пропонується вимірювання виконати декілька разів? Яка сутність завдання 2 у цій роботі?

ІНМЗ-1.4. Які із фактів, що слугують теоретичним обґрунтуванням та експериментальною основою у дослідах Франка і Герца, дають можливості і є підставою для з'ясування сутності і постулатів Бора про будову атома?

Н.П.-1. Проаналізувати теоретичні основи квантової теорії та методи фізичних досліджень будови атома, з'ясувати інші приклади експериментальних підтверджень постулатів Бора про будову атома для воднеподібних хімічних елементів та встановити їхню сутність і особливості.

Лабораторна робота №2. Вивчення спектру водню

Мета роботи: Візуально дослідити та експериментально визначити довжини хвиль серії Бальмера, розрахувати константи, що входять до формули Бальмера.

Контрольні запитання

1. Доведіть співвідношення (2.10), (2.12), (2.13).
2. Які труднощі теорії будови атома за Резерфордом і як розв'язує теорія будови атома за Бором?
3. Яку енергію потрібно надати електрону, що знаходиться на 1-й борівській орбіті, щоб іонізувати атом Гідрогену?
4. Як символічно позначаються спектральні лінії в серії Бальмера?
5. Які закономірності спостерігаються в атомних спектрах?
6. Що таке спектральна серія? Запишіть узагальнену формулу Бальмера і поясніть її.
7. Знайдіть зв'язок сталої Рідберга з енергією атома водню в деякому стаціонарному стані.
8. Що таке потенціал збудження і потенціал іонізації?

Індивідуальні навчальні завдання та навчальний проект до роботи

ІНТЗ-2.1. На підставі яких розрахунків можна визначити орбітальну швидкість v_0 , радіуса орбіти r_0 електрона та частоту випромінювання ν кванта в атомі Гідрогену та воднеподібних іонах?

ІНДЗ-2.2. Як за допомогою логічних теоретичних міркувань і математичних розрахунків довести наявність спектральної серії і відповідних спектральних ліній для атома водню? Які із цих спектральних ліній можна спостерігати візуально, використовуючи звичайний спектроскоп?

ІНЕЗ-2.3. Які із спектральних приладів (ті, що побудовані на призмі, чи ті, що працюють на дифракційній ґратці) зручніші для виконання роботи №2 з визначення довжин спектральних ліній та виявлення спектральних серій і чому?

ІНМЗ-2.4. Які переваги і недоліки з точки зору методики навчання фізики та практичного застосування саме спектрального аналізу у встановленні закономірностей квантової теорії під час вивчення будови атома у воднеподібних елементів?

Н.П.-2. Дослідити методичні переваги і недоліки у вивченні та встановленні квантових закономірностей у будові атома Гідрогену та воднеподібних хімічних елементів за допомогою спектрального приладу, що працює на основі призми та на дифракційній ґратці і зробити відповідні висновки.

Продумати важливі моменти у будові приладу та можливості побудови спектрального обладнання на дифракційній ґратці та його поєднання із засобами ІКТ і комп'ютерної техніки.

Лабораторна робота №3. Дослідження терморезистора

Мета роботи: Визначити залежність опору терморезистора від температури і розрахувати його енергію активації.

Контрольні запитання

1. Виведіть розрахункову формулу.
2. Поясніть з точки зору квантової теорії залежність $R=f(T)$. Порівняйте $R=f(T)$ для металів та НП. Поясніть різницю.
3. Що таке терморезистор? Наведіть приклади ТР. Перерахуйте їхні переваги та недоліки. Де і для яких цілей застосовуються ТР?
4. Наведіть приклади акцепторних і донорних домішок, НП n -типу та p -типу.
5. Сформулюйте принцип Паулі та принцип мінімуму потенціальної енергії. Поясніть, як на основі цих принципів відбувається заповнення енергетичних рівнів в атомах, молекулах і твердих тілах.
6. Які особливості утворення та заповнення носіями зон у металах, напівпровідниках та діелектриках?
7. Дайте означення рівня Фермі та поясніть його розташування у напівпровідниках n - та p -типу.
8. Що таке енергія активації напівпровідника?

Індивідуальні навчальні завдання та навчальний проект до роботи

ІНТЗ-3.1. Розкрити сутність фактів та обставин, які дають підстави робити припущення, що енергія електронів у металах (у будь-якому кристалічному тілі) так само, як і енергія електронів в атомі, кантується, тобто набуває лише дискретні значення.

ІНЕЗ-3.2. В установці для експериментального дослідження вольт-амперної характеристики термістора, його поміщують у пробірку з оливою. Які інші речовини можна ще використовувати у цьому експерименті і чому?

ІНДЗ-3.3. Проаналізувавши відомі способи визначення похибок експериментального визначення фізичних величин, обґрунтуйте той спосіб, який запропоновано у даній лабораторній роботі, а саме: рекомендовано «для розрахунку $\Delta(\Delta E)$ враховувати: 1) $\Delta R_1 = \Delta R_2 = \Delta R$; 2) $\Delta T_1 = \Delta T_2 = \Delta T$; 3) ΔR знаходити за класом точності, яку має мультиметр; 4) ΔT - дорівнює половині поділки шкали термометра; 5) ΔK взяти рівною половині останнього розряду табличного значення K ».

ІНМЗ-3.4. Оцінити методичні особливості у з'ясуванні сутності фізичних понять: «принцип Паулі» та «принцип мінімуму потенціальної енергії», а також їхній зв'язок із поняттям «енергія активації напівпровідників».

Н.П.-3. Дослідити інші можливі приклади і варіанти чи способи виявлення похибок визначення енергії активації напівпровідника у даній лабораторній роботі фізичного практикуму.

Лабораторна робота № 4. Вивчення фотопровідності напівпровідників

Мета роботи: Вивчити роботу універсального монохроматора УМ-2. Зняти спектральну характеристику фотоопору і визначити оптичну ширину забороненої зони напівпровідника.

Контрольні запитання

1. На якому фізичному явищі базується дія ФО? У чому його суть?
2. Пояснити з точки зору квантової теорії дію ФО.
3. Де і для чого використовуються ФО?
4. В чому принципова відмінність ФО від фотоелементів із запірним шаром?
5. Назвіть основні фізичні величини, які характеризують ФО. Який їх фізичний та математичний зміст?
6. Що таке енергія активація напівпровідника?
7. Що розуміють під власною та домішковою провідністю напівпровідників?
8. За оптичною схемою пояснити принцип роботи монохроматора УМ-2.

Індивідуальні навчальні завдання та навчальний проект до роботи

ІНТЗ-4.1. Враховуючи основні положення зонної теорії твердого тіла та графічне її представлення, розкрити сутність феномена «внутрішній фотоефект в напівпровідниках» та механізму «генерації» і «рекомбінації» вільних носіїв електричного заряду у зоні провідності й у валентній зоні НП.

ІНЕЗ-4.2. Як, користуючись монохроматором УМ-2, можна змінювати інтенсивність світла та довжину (частоту) світлових хвиль, що потрапляють на фотоопір і дають можливість оцінювати його спектральну характеристику та визначити оптичну ширину забороненої зони НП?

ІНДЗ-4.3. Яку роль відіграє градууювальний графік монохроматора УМ-2 у цій роботі? Чи можливо інший варіант виконання роботи практикуму без градууювального графіка?

ІНМЗ-4.3. Які науково-методичні пропозиції та ідеї відомі Вам, що дозволили б поліпшити дослідження в даній роботі фізичного практикуму та спростили б суттєво виконання експериментального завдання з визначення червоної межі для внутрішнього фотоефекту та оптичної ширини забороненої зони НП?

Н.П.-4. Який варіант установки можна запропонувати у цій роботі фізичного практикуму, щоб не використовувати додатково градууювальний графік для монохроматора УМ-2?

Лабораторна робота № 5. Вивчення напівпровідникового діода

Мета роботи: вивчити основні поняття зонної теорії твердого тіла; познайомитись з явищами, що відбуваються на межі контакту двох напівпровідників різного типу провідності; дослідити вольт-амперну характеристику (ВАХ) діода; вивчити залежність ВАХ від температури.

Контрольні питання

1. У чому особливість контакту p - напівпровідників?
2. У чому особливість контакту n -напівпровідників?
3. Які явища відбуваються на межі контакту?
4. Поясніть, чому потенціальна енергія електронів при переході з n -НП через n - p -перехід в p -НП збільшується, а потенціальна енергія дірок зменшується?
5. Поясніть причину відмінностей ВАХ, одержаних при різних температурах.
6. Назвіть переваги та недоліки НП-діодів.
7. Які енергетичні рівні називаються акцепторними та донорними?
8. Що таке рівень Фермі? Які його особливості у напівпровідників?

Індивідуальні навчальні завдання та навчальний проект до роботи

ІНТЗ-5.1. Використовуючи зонну провідність напівпровідників, розкрити дію $p - n$ і $n - p$ переходу у напівпровідниках в умовах відсутності та при наявності зовнішнього електричного поля.

ІНЕЗ-5.2. Якими особливостями відрізняється схема електричного з'єднання вимірювальних приладів, навчального обладнання та напівпровідникового діода, вольт-амперна характеристика якого досліджується в роботі №5 фізичного практикуму і чим обумовлені ці особливості електричної схеми?

ІНДЗ-5.3. За результатами виконання завдання 4 у роботі №5 фізичного практикуму обґрунтувати одержане значення статичного і диференціального опорів напівпровідникового діода та зміну $\Delta R / \Delta T$ для прямої і зворотної напруги.

ІНМЗ-5.4. Розробити і запропонувати найбільш оптимальні варіанти таблиць для реєстрування результатів вимірювання фізичних величин у ході виконання завдань 2 і 4 в роботі №5 з вивчення напівпровідникового діода та обґрунтувати їхню методичну доцільність.

Н.П.-5. Сконструювати простий пристрій на основі напівпровідникового фотоелемента (фотодіода) для керуванням освітленням у певній ділянці діяльності людини в залежності від інтенсивності денного освітлення її.

Лабораторна робота № 6. Вивчення роботи біполярного транзистора

Мета роботи: Вивчити будову транзистора, його призначення та основні характеристики; засвоїти експериментальний метод визначення коефіцієнта підсилення в схемі із загальним емітером.

Контрольні питання

1. Поясніть механізм підсилення транзистора в схемі із спільним емітером.
2. Порівняйте будову та дію транзистора з дією вакуумного триода, який використовується як підсилювач. В чому їх схожість і відмінність?
3. Що називають статичним коефіцієнтом підсилення за струмом в схемі із спільним емітером?
4. Поясніть механізм підсилення за напругою у схемі із спільною базою.
5. Наведіть і поясніть енергетичну діаграму транзистора.
6. Як за вихідними ВАХ транзистора знайти його коефіцієнт підсилення за струмом?
7. Що пояснює рис.6.3.? Як потенціальний бар'єр емітерного переходу залежить від прикладеної напруги?
8. Доведіть рівність (3).

Індивідуальні навчальні завдання та навчальний проект до роботи

ІНТЗ-6.1. Розкрити механізм і принцип дії напівпровідникового діода р–п–р та п–р–п типу та обґрунтувати їх за допомогою електронно-діркової провідності НП. Чим відрізняються механізм дії напівпровідникового діода п–р–п типу від р–п–р типу?

ІНЕЗ-6.2. Що треба взяти до уваги і які параметри слід враховувати під час збирання електричного кола для зняття характеристик транзистора за схемою із спільним емітером?

ІНДЗ-6.3. Розкрити співвідношення та взаємозв'язки між такими параметрами транзистора: 1 – коефіцієнт підсилення за струмом; 2 – вхідний опір; 3 – коефіцієнт підсилення напруги та прикладами практичного запровадження напівпровідникового діода для різних технічних цілей.

ІНМЗ-6.4. Запропонувати оптимальний та методично доцільний варіант виведення формули $\beta = \alpha / (1 - \alpha)$ для визначення коефіцієнта підсилення по струму.

Н.П.-6. Проаналізуйте та поясніть енергетичну діаграму транзистора п–р–п типу. За аналогією побудуйте потенціальну діаграму транзистора р–п–р типу. Які спільні риси та відмінності у діаграмах транзисторів п–р–п- та р–п–р- типу?

Лабораторна робота № 7. Вивчення законів теплового випромінювання і визначення сталої Стефана-Больцмана

Мета роботи: Вивчити будову пірометра. Засвоїти один із методів експериментального визначення сталої Стефана-Больцмана

Контрольні питання

1. Сформулюйте закон Кірхгофа. Який зв'язок між законом Кірхгофа та законом Стефана-Больцмана?
2. Сформулюйте наслідки із закону Кірхгофа.
3. Сформулюйте закон зміщення Віна. Що пояснює цей закон?
4. Яка будова і принцип дії оптичного пірометра? Переваги і недоліки пірометра.
5. Наведіть приклади тіл, які наближаються до абсолютно чорних.
6. Сформулюйте і запишіть закони випромінювання абсолютно чорних тіл.
7. Перерахуйте явища, процеси і стани, з якими ви мали справу в цій роботі.
8. Поясніть різницю між радіаційною, яскравісною та кольоровою температурами. Яку з них Ви будете вимірювати пірометром?

Індивідуальні навчальні завдання та навчальний проект до роботи

ІНТЗ-7.1. Пояснити будову і принцип дії пірометра як приладу, за допомогою якого можна визначити температуру тіла, яке знаходиться на достатньо великій відстані.

ІНЕЗ-7.2. Розкрити сутність пірометричного методу вивчення законів теплового випромінювання тіла, яке випромінює енергію. Чим обумовлена наявність у пірометра двох діапазонів вимірювання температури?

ІНДЗ-7.3. Встановити оптимальну послідовність логічних міркувань та математичних розрахунків з метою одержання кінцевої формули для визначення постійної Стефана-Больцмана під час дослідження випромінювання АЧТ пірометричним способом.

ІНМЗ-7.4. Обґрунтуйте методичні прийоми та способи чи засоби, які є доцільними під час з'ясування різниці між радіаційною та кольоровою температурами і яскравістю тіла, що випромінює теплову енергію.

Н.П.-7. Вивчити інші способи визначення сталої Стефана-Больцмана та обрати серед них оптимальні: а) для виконання експериментальних досліджень; б) з метою розв'язування фізичних задач; в) методично доцільні логічні приклади, що виправдовують себе у ході лекційних занять та під час пояснення нового матеріалу.

Лабораторна робота № 8. Вивчення роботи газорозрядного лічильника

Мета роботи: Вивчити будову, правила користування та застосування газорозрядного лічильника (ГРЛ).

Контрольні запитання

1. Чому газорозрядні лічильники працюють в режимі Гейгера?
2. Поясніть фізичний зміст одержаних на екрані осцилографа картин у завданні 1.

3. Поясніть походження природного фону лічильника.
4. Виведіть формули (3) та (9).
5. Поясніть процес поглинання випромінювання металами.
6. Для яких променів (α -, β -, γ -) розраховується коефіцієнт поглинання за формулою (9)?
7. Що таке радіоактивність?
8. Назвіть фізичні величини і основні співвідношення розпаду і закони радіоактивного розпаду.

Індивідуальні навчальні завдання та навчальний проект до роботи

ІНТЗ-8.1. Пояснити будову, правила експлуатування і використання газорозрядного лічильника СТС-5 та обґрунтувати оптимальний режим його роботи у ході виконання роботи фізичного практикуму №8.

ІНЕЗ-8.2. Коли і за яких умов газорозрядний лічильник фіксує усі види радіоактивного випромінювання (α -; β - та γ -випромінювання)? Коли газорозрядний лічильник може фіксувати окремі з перелічених видів радіоактивного випромінювання?

ІНДЗ-8.3. Виконуючи завдання 5 в роботі №8, встановити, який із запропонованих матеріалів (папір, металеві чи пластмасові пластини) доцільно використовувати з метою екранування робочого місця дослідника для забезпечення найменшого радіоактивного впливу на організм людини. Які Вам відомі найкращі приклади екранування радіоактивного випромінювання?

ІНМЗ-8.4. Розробити і скласти перелік основних вимог до правил використання радіоактивних елементів у ході виконання лабораторної роботи №8. Які із передбачених Вами пунктів заслуговують на особливу увагу і потребують доопрацювання в лабораторії квантової фізики у зв'язку з виконанням лабораторної роботи №8?

Н.П.-8. На основі ретроспективного аналізу науково-методичних досліджень в галузі атомної і ядерної фізики виявити ті матеріали і речовини, які доцільно запропонувати у дослідженні в роботі №8 фізичного практикуму під час виконання завдання 5 у шкільних умовах.

Лабораторна робота № 9. Дослідження фосфоресценції

Мета роботи: Зняти криву затухання фосфоресценції та визначити сталу в гіперболічному законі.

Контрольні питання

1. Назвіть види люмінесценції за способом її збудження.
2. Перерахуйте закони люмінесценції.
3. Чому затухання фосфоресценції спочатку йде швидко, а потім уповільнюється?
4. Чим відрізняється фосфоресценція від флюоресценції? Як пояснити цю відмінність з точки зору зонної теорії?
5. У чому суть комбінаційної люмінесценції?

6. Виведіть робочу формулу.
7. Поясніть, як за графіком 2 б можна знайти показник гіперболи?
8. Де і з якою метою застосовується фосфоресценція і флюоресценція?

Індивідуальні навчальні завдання та навчальний проект до роботи

ІНТЗ-9.1. Розкрити сутність люмінесцентного випромінювання та його відмінності у порівнянні з іншими видами випромінювання. Охарактеризувати основні закони фотолюмінесценції.

ІНЕЗ-9.2. Обґрунтувати потреби у можливостях удосконалення лабораторної установки для дослідження фосфоресценції у моменти реєстрації цього явища: а) на першій стадії світіння (КФ) та б) на другій стадії світіння (КФ), спів ставляючи ці періоди із часовими параметрами експериментальної установки.

ІНДЗ-9.3. Обґрунтувати свій варіант пояснення, зрозумілого старшокласникам та студентам на прикладі механізмів люмінесценції, сутності фосфоресценції у твердих тілах та на підставі зонної теорії провідності металів.

ІНМЗ-94. Яка причина у розбіжностях між висновками теоретичного аналізу згасання світіння люмінофорів (закон затухання має здійснюватися за гіперболою другого порядку) і згідно експериментальних спостережень (закон згасання відбувається за гіперболою з показником степеня, що менший $n < 2$)?

Н.П.-9. Вивчити та запропонувати можливості використання комп'ютерно-орієнтованих засобів та засобів ІКТ у навчанні під час фіксування моментів світіння люмінофорів (КФ) (першої і другої стадій) у ході пропозицій для нових робіт фізичного практикуму, акцентуючи увагу на взаємозв'язку віртуального і реального експерименту у виконанні дослідження.

Лабораторна робота № 10. Вивчення зовнішнього фотоелементу

Мета роботи: Вивчити будову та принцип дії вакуумних фотоелементів. Експериментально дослідити основні закони зовнішнього фотоелементу.

Контрольні питання

1. Назвіть види фотоелементу. У чому їх суть?
2. Сформулюйте закон Столетова для зовнішнього фотоелементу.
3. Поясніть механізм зовнішнього фотоелементу, наявність червоної межі і затримуючої напруги, використовуючи рівняння Ейнштейна.
4. Поясніть причини та особливості характеристикних ВАХ для фотоелементу (рис.10.1).
5. Які висновки слідують із типових ВАХ фотоелементу?
6. Що таке чутливість фотоелементу? Від чого вона залежить?
7. Назвіть, де і для яких цілей використовуються вакуумні та газонаповнені фотоелементи.
8. Перерахуйте їхні переваги та недоліки.

Індивідуальні навчальні завдання та навчальний проект до роботи

ІНТЗ-10.1. Використовуючи експериментальні факти, власні логічні роздуми і міркування та математичні розрахунки, обґрунтувати зовнішній фотоелектричний ефект та його закони, його значення та роль для становлення квантової теорії.

ІНЕЗ-10.2. Які вимоги і факти покладені в основи запровадження вакуумних фотоелементів з метою вивчення зовнішнього фотоелектричного ефекту у вигляді лабораторної роботи у фізичному практикумі з курсу загальної фізики?

Які Вам відомі інші експериментальні установки, що дають можливість вивчати зовнішній фотоелектричний ефект як на якісному, так і на кількісному рівні? У чому полягають їхні відмінності та ідентичність?

ІНДЗ-10.3. Вивчити і дослідити можливості створення такої експериментальної установки, яка дозволила б встановити червону межу фотоелектричного ефекту. Які Ваші пропозиції для цього варіанту є обґрунтованими й доцільними?

ІНМЗ-10.4. Проаналізувавши науково-методичну літературу і дослідження, обрати найбільш доречний варіант установки для дослідження зовнішнього фотоелектричного ефекту.

Н.П.-10. На основ аналізу наукової та популярної і методичної літератури, аналізу першоджерел і досліджень в галузі методики навчання фізики обрати та обґрунтувати оптимальний варіант експериментальної установки та варіанту виконання роботи з вивчення зовнішнього фотоелектричного ефекту з урахуванням сучасних результатів науково-методичних пошуків.

Лабораторна робота № 11. Вивчення вакуумного діода та визначення питомого заряду електрона

Мета роботи: дослідження вольт-амперних характеристик вакуумного діода та визначення питомого заряду електрона на основі рівняння Богуславського-Ленгмюра.

Контрольні запитання

1. Що називається емісією, та які види емісії ви знаєте?
2. Чому анодний струм не зростає лінійно від прикладеної до лампи напруги?
3. Якими параметрами характеризується вакуумний діод та їх фізичний зміст?
4. На основі яких теоретичних засад розглядається питання залежності $I_a = f(U_a)$ для вакуумного діода?
5. Вивести формулу Богуславського-Ленгмюра для випадку плоских електродів.
6. Сформулювати і записати закон Богуславського-Ленгмюра в загальному випадку та у випадку плоского і циліндричного анода.
7. З яких міркувань у даній роботі визначається питомий заряд електрона?
8. Якими методами, крім розглянутого в даній роботі, можливо визначити

питомий заряд електрона?

Індивідуальні навчальні завдання та навчальний проект до роботи

ІНТЗ-11.1. Обґрунтувати теоретичні ідеї та математичні розрахунки для визначення питомого заряду електрона на основі вивчення вакуумного діода та дослідження його вольт-амперної характеристики.

Які вимоги та якою особливістю має володіти катод такого діода на відміну від катода із чистих металів?

ІНЕЗ-11.2. Чим обумовлено використання в даній роботі радіолампи 2Ц2С з параметрами: радіус анода $r=0,95$ см; $\beta=0,98$; довжина катода $\ell=1,1$ см? Яку роль в ході експерименту відіграє підігрівний оксидний катод використаної радіолампи?

ІНДЗ-11.3. У ході виконання роботи з визначення питомого заряду електрона пропонується одержати серію даних для побудови не менше трьох вольт-амперних характеристик діода для різних значень струму розжарення катода.

Чи однаковий кутовий коефіцієнт мають ці три одержані прямі? Яку із трьох прямих доцільно використати для визначення питомого заряду електрона?

ІНМЗ-11.4. На основі аналізу науково-методичної літератури та результатів педагогічних досліджень з'ясувати інші методи визначення питомого заряду електрона.

Співставляючи одержані результати, узагальнити значення і роль виконання роботи №11 фізичного практикуму з визначення фундаментальної величини питомого заряду електрона.

Н.П.-11. Проаналізувавши наявні і поширені радіоелектронні лампи, що використовуються у радіозв'язку, встановити інші приклади можливого запровадження їх з метою визначення питомого заряду електрона.

Які існують сучасні методи і засоби визначення питомого заряду електрона?

Додаток В 4. Оцінювання навчальної діяльності студентів

Таблиця В 4.1.

Шкала оцінювання навчальних досягнень студентів з квантової фізики та встановлення співвідношення із рівнями ПДС, що розвивається за допомогою КОЗН «Quantum Physics» у процесі вивчення розділу «Квантова фізика»

Кредитно-трансферна система оцінювання навчальних досягнень студентів		Оцінка за вітчизняною шкалою		Рівні навчальних досягнень студентів з розділу «Квантова фізика»	Рівні навчальної ПДС з квантової фізики
Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінки ECTS		Оцінка		
90 – 100	A	відмінно	5	високий	рефлексивно-творчий
82 – 89	B	добре	4	достатній	репродуктивний
74 – 81	C				
64 – 73	D				
60 – 63	E	задовільно	3	середній	емпірично-інтуїтивний
35 – 59	FX	<i>незадовільно</i> з можливістю дворазового перескладання викладачеві і окремо комісії, що веде до позитивної оцінки		початковий рівень (перша інформація про об'єкт) (вираж. простою дією на об'єкт)	
0 – 34	F	Ймовірність такої події у 6 семестрі навчання бакалавра дуже мала ($P(A) \rightarrow 0$). Зазвичай така подія не є результатом навчання.		У дослідженні не береться до уваги, бо: 1 - студенти відображають творчий рівень ПДС; 2 – студенти навчаються із зацікав., інтересом, реалізуючи власну мету.	

Додаток В 5.

Додаток В 5.1. Критерії оцінювання навчальних досягнень під час виконання лабораторних робіт і робіт фізичного практикуму.

Оцінювання рівня опанування студентами вміннями та навичками у ході лабораторних робіт, експериментальних задач, робіт фізичного практикуму має враховувати знання алгоритмів у проведенні експерименту та у навчальному експериментуванні: виконання спостережень, різних етапів проведення дослідження, оформлення результатів дослідження – обробка даних експерименту, складання таблиць, побудова графіків тощо; обчислювання похибок вимірювання, обґрунтування висновків проведеного експерименту чи спостереження.

Загально визнаними є такі критерії, що окреслені програмою з фізики для закладів середньої освіти [61]

Таблиця В 5.1.

Рівні навчальних досягнень	Критерії
<i>Початковий рівень (1-3 бали)</i>	Учень називає прилади, пристрої та їхнє призначення, демонструє вміння користуватися окремими з них, складає схему досліду лише з допомогою вчителя, виконує частину роботи без належного оформлення.
<i>Середній рівень (4-6 балів)</i>	Учень виконує роботу за зразком (інструкцією) або з допомогою вчителя, результат роботи учня дає можливість зробити правильні висновки, під час виконання та оформлення роботи допущені помилки.
<i>Достатній рівень (7-9 балів)</i>	Учень самостійно монтує необхідне обладнання, виконує роботу в повному обсязі. У звіті правильно й акуратно виконує записи, таблиці, схеми, графіки, розрахунки, робить висновки.
<i>Високий рівень (10-12 балів)</i>	Учень виконує всі вимоги, передбачені для достатнього рівня, визначає характеристики приладів і установок, здійснює грамотну обробку результатів, аналізує та обґрунтовує отримані висновки, правильно тлумачить похибки проведеного експерименту.

Додаток В 5.2. Критерії визначення рівня досягнень у ході виконання додаткових навчальних досліджень, ІНЗ та навчальних проєктів

Виконання додаткових дослідницьких завдань ІНЗ та НП передбачає володіння студентами сукупністю умінь, що сприяють досягненню необхідного результату. В кожному окремому випадку набір умінь залежить від змісту матеріалу у завданні та поставленої мети, бо визначається конкретними діями студента у ході виконання експериментального дослідження. Одночасно уся сукупність дій ілюструє узагальнене експериментаторське вміння, яке формується всією системою експериментальних завдань і має складну структуру, що містить:

– *уміння планувати експеримент*; визначати метод дослідження, скласти план досліду й визначати умови його проведення, обирати оптимальні значення вимірюваних величин та умови спостережень, враховувати необхідні прилади і

засоби експериментування;

– *уміння підготувати експеримент*, обирати необхідне обладнання й вимірювальні прилади, збирати дослідні установки чи моделі, раціонально розміщувати обладнання, досягаючи безпечного проведення досліду;

– *уміння спостерігати*, визначати мету та об'єкт спостереження, встановлювати характерні ознаки перебігу фізичних явищ і процесів, виділяти їхні суттєві ознаки;

– *уміння вимірювати фізичні величини*, використовувати вимірювальні прилади;

– *уміння обробляти результати експерименту*, визначати фізичні параметри і величини, похибки вимірювань, креслити схеми, складати таблиці, готувати звіт про виконану роботу, вести запис значень фізичних величин у стандартизованому вигляді тощо;

– *уміння інтерпретувати результати експерименту*, описувати спостережувані явища та процеси, використовуючи фізичну термінологію, подавати результати у вигляді точних математичних виразів (формул і рівнянь, функціональних залежностей), будувати графіки, робити висновок про виконане дослідження з урахуванням поставленої мети.

Додаток В 5.3. Критерії оцінювання виконання студентами домашніх завдань:

I. *Низький рівень* (1-2 бали). Така кількість балів ставиться, якщо розв'язано правильно не більше 25 % завдань. Інші задачі не розв'язані, або їхні розв'язки містять грубі помилки, що не дає можливості правильно розв'язати задачу.

II. *Середній рівень* (3 бали). Ця кількість балів ставиться, коли повністю і правильно розв'язано 50% задач, або допущені помилки, які впливають на правильний розв'язок кожної задачі.

III. *Достатній рівень* (4 бали). Зазначена кількість балів ставиться, коли розв'язані всі задачі домашнього завдання, але в розв'язках до окремих задач допущені незначні описки, що суттєво не впливають на загальний правильний розв'язок. Така оцінка також ставиться, коли повністю і з хорошим поясненням розв'язано 75% задач, а 25% завдань розв'язані неповністю, але у решті розв'язків задач відсутні навіть незначні помилки.

IV. *Високий рівень* (5 балів). Відповідна оцінка ставиться, коли студент правильно розв'язав усі задачі домашнього завдання. Логічно і послідовно представлений розв'язок задач з відповідним поясненням, правильно виконані всі математичні перетворення, чисельні розрахунки у вибраній системі одиниць (зазвичай, у СІ). Зроблено перевірку одержаного результату, наведено логічне і ґрунтовне обґрунтування відповіді.

Додаток В 6

Діаграма рівнів навчальних досягнень студентів ЕГ та КГ до початку експерименту

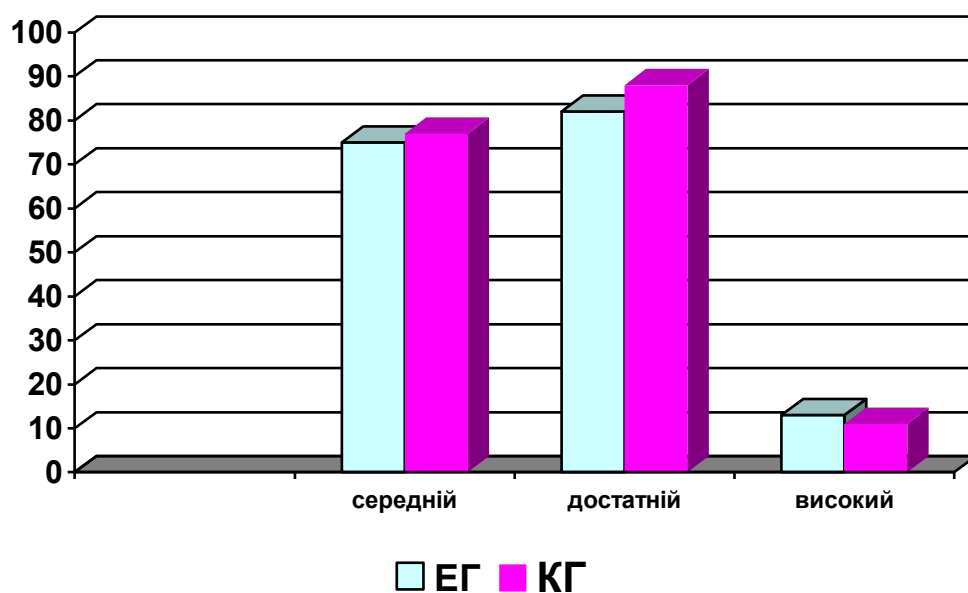


Рис. В 6.1. Рівні навчальних досягнень студентів ЕГ та КГ до початку експериментальної перевірки

Додаток В 7

Методичні особливості виконання лабораторної роботи №9 ДОСЛІДЖЕННЯ ФОСФОРЕСЦЕНЦІЇ

Лабораторний фізичний практикум є невід'ємною частиною вивчення курсу фізики та відіграє головну роль в ознайомленні студентів з експериментальними основами фундаментальних фізичних законів і явищ, він займає важливе місце університетської підготовки бакалаврів та магістрів, майбутніх вчителів фізики, а тому ми обрали цей напрямок як основний у своєму науковому дослідженні. Комп'ютеризація лабораторного практикуму і застосування як готових програм, так і розроблених на кафедрі, дозволяє значно скоротити час на обробку експериментальних даних та розширити рамки практикуму, проводячи комп'ютерне дослідження в умовах, недосяжних для реального експерименту. Крім того, можливість порівняння віртуальних і реальних дослідних даних з одного й того ж експерименту дозволяє робити висновки щодо доцільності проведення аналогій між реальними процесами та їхньою симуляцією, з одного боку, та ефективності розробки педагогічного програмного засобу, з іншого. Таким чином, комбінація традиційного та віртуального дослідів здатна не лише дати професійні знання, а й сформувати загальну культуру особистості.

Кожен навчальний курс побудований таким чином, що значна частина часу відводиться на самостійну роботу, яка нерозривно пов'язана з лекційною, практичною та лабораторною частинами курсу. На нашу думку, можливість самостійного виконання віртуального експерименту вдома з наступним виконанням відповідних завдань реального лабораторного практикуму у вищому навчальному закладі дає змогу студенту організувати, планувати, регулювати власну навчальну діяльність, здійснювати самоконтроль та оцінку результатів власних дій. Усе в комплексі дозволяє здійснювати самоуправління своєю діяльністю, стимулює інтелектуальну активність студентів, посилення навчальної мотивації, розвиток здібностей і навичок навчання та самонавчання, що досягається розширенням і поглибленням навчальних технологій, прийомів. А тому віртуальний фізичний експеримент сприяє кращому засвоєнню навчального матеріалу, оволодінню системою вмінь і навичок, необхідних для глибокого розуміння цілей і завдань шкільного курсу фізики, що дозволить ефективно передавати знання учням і таким чином сприяє формуванню надійних предметних компетентностей майбутнього вчителя фізики.

Ми вважаємо, що віртуальний фізичний експеримент і реальний лабораторний практикум мають самостійну цінність і не повинні підмінятися

один одним. На нашу думку, поєднання у розумному співвідношенні реального і віртуального фізичного експериментів у процесі навчання фізики є актуальним питанням у сучасній дидактиці фізики і відповідає інноваційній політиці в системі вищої освіти України.

Лабораторний практикум з квантової фізики курсу загальної фізики, що пропонується студентам у ЦДПУ ім. В. Винниченка, об'єднує одинадцять самостійних лабораторних досліджень, тематика і зміст яких узгоджені з галузевим стандартом вищої освіти за напрямом підготовки «Фізика» та навчальної програми курсу загальної фізики. До кожної лабораторної роботи студентам пропонуються інструктивні матеріали і вказівки, які включають назву теми і мету роботи, перелік обладнання і матеріалів, короткі теоретичні відомості, аналіз схеми установки, хід роботи, завдання та контрольні запитання. Одночасно в описах до лабораторних робіт дається коротка інформація про будову, принцип роботи основних приладів та пропозиції щодо виконання додаткових завдань.

Розглянемо лабораторну роботу № 9. Дослідження фосфоресценції.

Мета роботи: Зняти криву затухання фосфоресценції та визначити сталу в гіперболічному законі.

Обладнання: Пластинка, покрита шаром фосфору, вміщена у світлоне-проникну камеру; дзеркальний гальванометр; лампа денного світла; секундомір.

Нагадаємо, що згідно з означенням С.І. Вавілова, люмінесценція є свічення тіла, надлишкове над тепловим того ж самого тіла в даній області спектра, при даній температурі, якщо це випромінювання має скінчену тривалість (тобто не припиняється відразу після усунення причини, яка його викликала), що значно перевищує період світлових коливань. Відмінність між тепловим випромінюванням і люмінесценцією полягає в тому, що енергія, поглинута речовиною, іде не на збільшення внутрішньої енергії, а на збільшення потенціальної енергії, яка, не переходячи у теплові коливання атомів, частково або повністю випускається. Речовина, що поглинає енергію, не взаємодіє або слабо взаємодіє з навколишнім середовищем.

Люмінесценцію можна класифікувати за типом збудження, механізмом перетворення енергії, характером світіння. За видом збудження розрізняють фотолюмінесценцію – збудження світлом; радіолюмінесценцію – збудження проникаючою радіацією; рентгенолюмінесценцію – збудження рентгенівськими променями; катодолюмінісценцію – збудження електронним пучком та інші. За тривалістю світіння розрізняють флуоресценцію – швидко загасаючу люмінесценцію і фосфоресценцію – тривалу люмінесценцію [82, с. 67].

Після припинення дії зовнішнього збудника люмінесценція згасає протягом деякого часу свічення; люмінесценцію умовно поділяють на флуоресценцію ($\tau < 10^{-8}$ с) та фосфоресценцію ($\tau > 10^{-8}$ с). Ця характеристика люмінесценції саме і відрізняє її від відбивання, розсіяння світла, гальмівного свічення заряджених частинок, вимушеного випускання.

Речовини (тверді та рідкі), здатні фосфоресцювати, називаються кристалофосфорами (КФ), або люмінофорами.

До основних законів фотолюмінісценції відносяться:

1. *Закон Стокса*: довжина хвилі випромінювання люмінесценції завжди більше довжини хвилі світла, що збуджує люмінесценцію.

2. Існування антистоксової люмінесценції привели до *закону Стокса–Ломмеля*: спектр випромінювання люмінофорів та його максимум зсунуті порівняно із спектром збудження та його максимумом у сторону довгих хвиль.

3. Для складних молекул справедливий *закон (або правило) дзеркальної симетрії Левшина*: спектри поглинання і випромінювання, зображені у функції частот, дзеркально-симетричні відносно прямої, що проходить перпендикулярно осі частот через точку перетину кривих обох спектрів.

4. *Закон сталості спектру люмінесценції*: незалежно від способу збудження і довжини хвилі збуджуючого світла спектр люмінесценції залишається незмінним при даній температурі.

5. *Вихід люмінесценції* – одна з найважливіших характеристик люмінесценції. Виділяють *квантовий і енергетичний* вихід.

Під *квантовим виходом* розуміють величину, що показує відношення середнього числа випромінених квантів на один поглинений: $\varphi = \frac{N_{\hat{a}\hat{e}\hat{v}}}{N_{\hat{i}\hat{a}\hat{e}}}$.

С.І. Вавіловим було показано, що квантовий вихід в розчинах не залежить від довжини хвилі збуджуючого світла. Це пов'язано з величезною швидкістю коливальної релаксації, в ході якої збуджена молекула передає надлишок енергії молекулам розчинника.

Енергетичний вихід – відношення енергії випромінених квантів до енергії поглинених: $E = \frac{E_1 N_{\hat{a}\hat{e}\hat{v}}}{E_2 N_{\hat{i}\hat{a}\hat{e}}} = \varphi(v_1 / v_2)$.

Енергетичний вихід із зростанням довжини хвилі збуджуючого світла спочатку зростає пропорційно довжині хвилі збуджуючого її світла, потім залишається постійним і після деякої граничної довжини хвилі різко падає вниз (*закон Вавілова*) [82, с. 69].

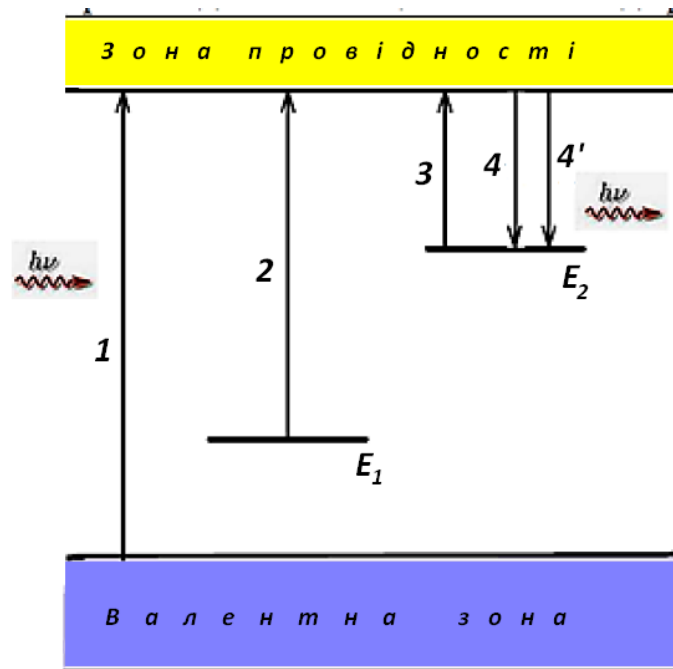


Рис. 1. Механізм люмінесценції.

Фосфоресценція у твердих тілах пояснюється на підставі зонної теорії. Для пояснення механізмів люмінесценції зазвичай розглядаються дві сусідні зони (рис. 1): остання заповнена – валентна зона (ВЗ) і перша вільна – зона провідності (ЗП). У забороненій області енергій між заповненою зоною і вільною зоною розташовуються локальні рівні, обумовлені дефектами кристалічної решітки чи домішками.

При збудженні кристала (опроміненням світлом, рентгенівськими чи γ -променями, електронним бомбардуванням і т.д.) електрон може бути переміщений в зону провідності зі станів валентної зони або з локальних рівнів точкових дефектів (рис. 1, переходи 1, 2, 3). В останньому випадку відбувається іонізація точкових дефектів (переходи 2, 3).

Електрон, що потрапив в ЗП, втрачає зв'язок з атомом, якому він належав раніше, і переміщається кристалом доти, поки не зустрине дефект кристалічної решітки, наприклад, утворений активатором дефект, який також втратив свій електрон – іонізований. Рекомбінуючи з таким іонізованим центром, електрон віддає надлишок енергії у вигляді фотона (випромінювальний перехід 4') або тепла (безвипромінювальний перехід 4). Процес, який супроводжується іонізацією (розпадом) центрів захоплення з подальшою випромінювальною рекомбінацією, називають *рекомбінаційною люмінесценцією*. Люмінесценція, не

супроводжується перенесенням носіїв заряду, називається *нерекомбінаційною*.

Закон загасання люмінесценції в ідеалізованому випадку коли в КФ є тільки центри світіння і повністю відсутні центри захоплення можна одержати з таких міркувань. Якщо число іонізованих центрів свічення N і електронів у зоні провідності n в будь-який момент часу однакове, а β – ймовірність рекомбінації електрона з центром світіння, то зменшення кількості іонізованих центрів свічення за час dt можна виразити

$$-dN = \beta N n dt = \beta N^2 dt \quad (1)$$

$$\text{Інтегруючи, отримаємо: } 1/N = \beta t + \text{const.} \quad (2)$$

Якщо відлік часу вести від моменту зняття збудження і через N_0 позначити число іонізованих центрів свічення в момент t , то $\text{const} = 1/N_0$ і $1/N = \beta t + 1/N_0$;

$$\text{звідки} \quad N = N_0 / (1 + \beta N_0 t). \quad (3)$$

Якщо знехтувати ймовірністю безвипромінювальних переходів збуджених центрів світіння в основний, то інтенсивність люмінесценції можна вважати пропорційною $-dN/dt$. Тому $I \sim dN/dt = \beta N^2$ або $I = \beta N_0^2 / (1 + \beta N_0 t)^2$, при $t = 0$ $I = I_0 = \beta N_0^2$, тому кінцевий вираз

$$I = I_0 / (1 + (\beta I_0)^{1/2} t)^2 \quad \text{або} \quad I = I_0 / (1 + \alpha t)^2. \quad (4)$$

Таким чином, для КФ, що не мають центрів захоплення, закон затухання являє собою гіперболу другого порядку. Досвід показує, що в деяких випадках затухання люмінесценції КФ дійсно описується гіперболою другого порядку. Однак найчастіше, як було зазначено ще Беккерелем (1868 р.), експериментально спостережувані закони загасання являють собою гіперболу з показником степеня меншим двох:

$$I = I_0 / (1 + \alpha t)^n, \quad (5)$$

де $1 \leq n \leq 2$, α – стала, що лежить в досить широких межах (від долей с^{-1} до багатьох тисяч с^{-1}).

Розбіжність висновків наведеного вище теоретичного розгляду з експериментом цілком зрозуміла, тому що одержання закону загасання було проведено для ідеалізованого випадку, коли фосфор має центри свічення без центрів захоплення. У реальному КФ поряд з центрами свічення є велика кількість різних центрів захоплення. Крім того, бувають КФ, які містять центри

світіння двох і більше видів. Тому задача теоретичного відшукування закону загасання для реального КФ досить складна.

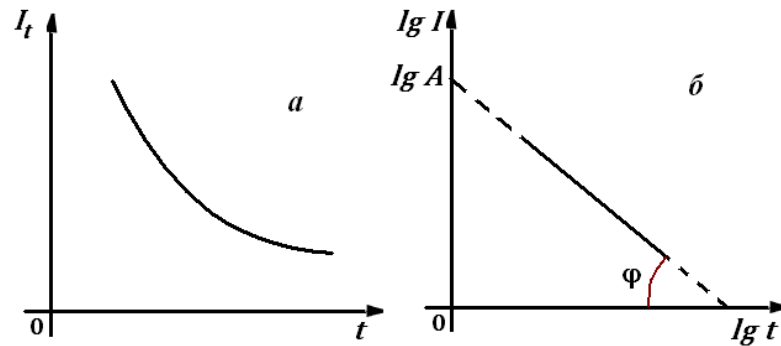


Рис. 2. Графічні залежності $I_t = f(t)$, $\lg I_t = f(\lg t)$.

Перетворимо (5) (винесемо α за дужки) і одержимо $I_t = \frac{A}{(B+t)^n}$. (6)

При умові $t \gg B$ маємо $I_t = \frac{A}{t^n}$. (6')

Прологарифмуємо (6'): $\lg I_t = \lg A - n \lg t$. (7)

На рис. 2,а та 2,б подані графічні залежності $I_t = f(t)$, $\lg I_t = f(\lg t)$.

Із графіка (рис. 2,б) можна знайти показник гіперболи

$$n = \operatorname{tg} \varphi, \quad (8)$$

а також сталу A .

Для зняття кривої затухання фосфоресценції та визначення сталої A в гіперболічному законі створено ППЗ QuantumPhysics мовою Java. Інтерфейс створюваної програми віртуальних лабораторних робіт з квантової фізики виконаний в єдиному стилі, є інтуїтивно зрозумілим і зручним у застосуванні, він має вигляд:

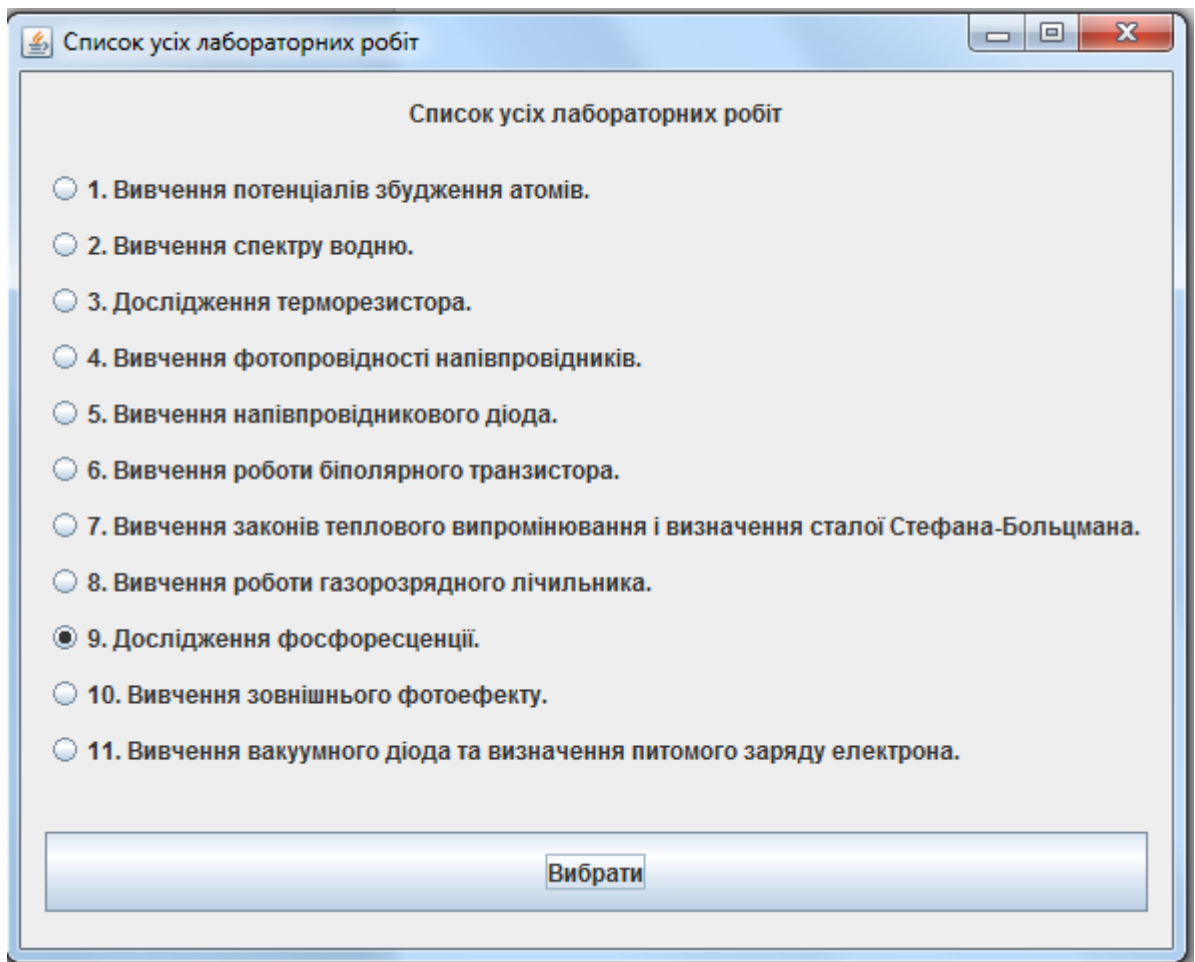


Рис. 3. Перелік лабораторних робіт з квантової фізики.

У головному вікні програми зліва розташовані кнопки, що дозволяють вибрати одну із одинадцяти лабораторних робіт, та кнопка «Вибрати» (Рис. 3). Після натискання цієї кнопки (вибору лабораторної роботи) з'являється вікно з вибраною лабораторною роботою, що містить чотири закладки, які відповідають етапам реального лабораторного практикуму, наступного вигляду (рис. 4):

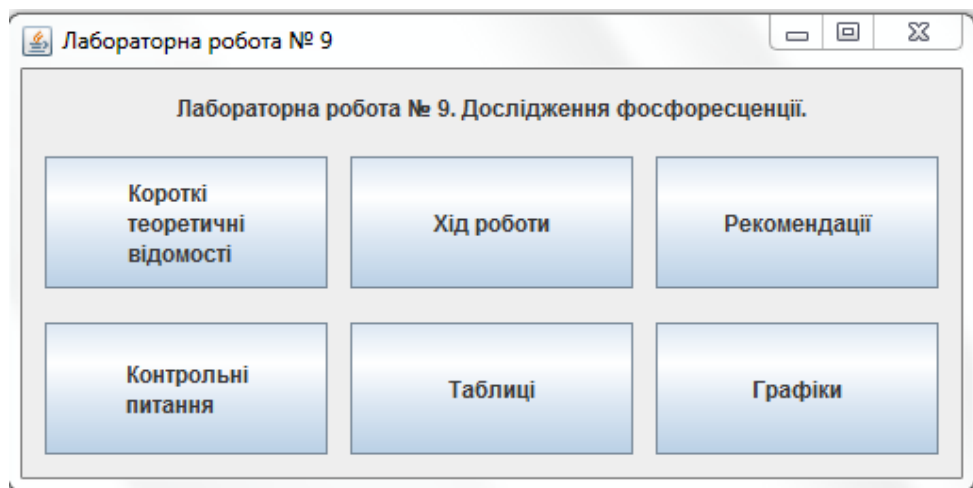


Рис. 4. Закладки до лабораторної роботи.

При виборі першої закладки з'являється нове вікно, у якому містяться короткі теоретичні відомості до лабораторної роботи; за допомогою повзунка можна прокручувати вміст, читаючи текст. На рис. 5 показано вміст цього вікна:

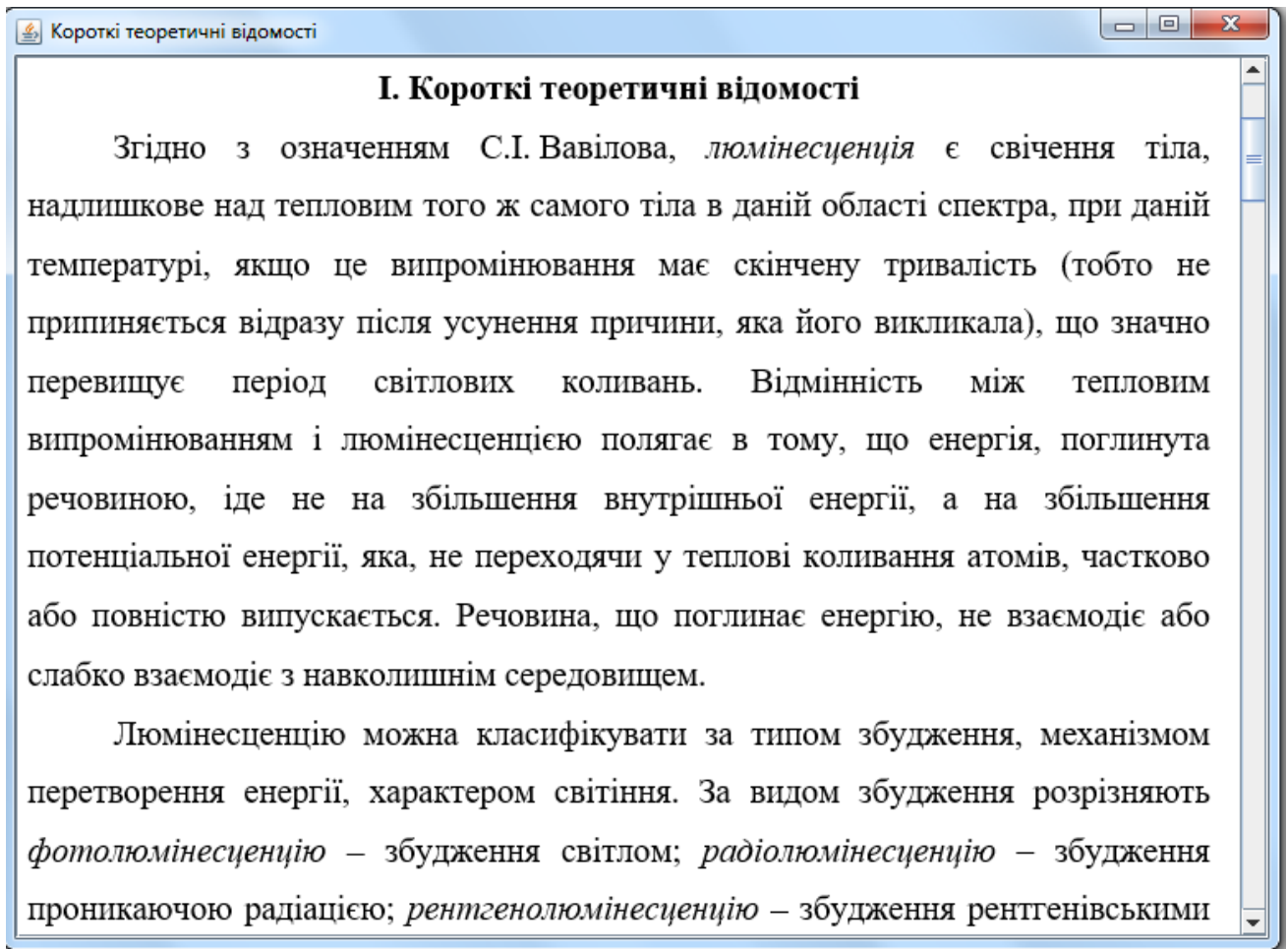


Рис. 5. Короткі теоретичні відомості.

При виборі другої закладки лабораторної роботи відкривається вікно «Хід роботи» з двома активними закладками, що має вигляд (Рис. 6):

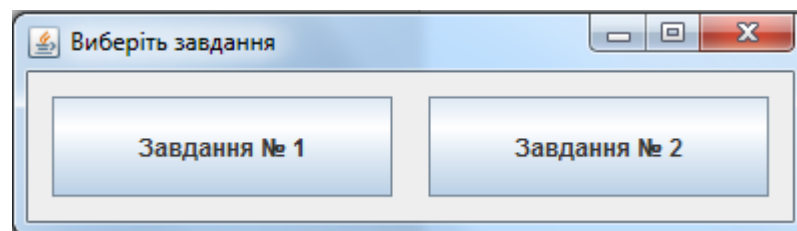


Рис. 6. Хід роботи.

Вибираючи «Завдання № 1», студент готує і перевіряє справність установки, готується до виконання дослідів, вибирає опції дослідів та приступає до завдання, яке має виконувати (Рис. 7, 8).

Опис установки

Завдання 1. Вивчення затухання фосфоресценції

Рис.3

- З'єднайте виводи від фотоелемента 1 (рис. 3), вміщеного у світло-непроникну камеру, з гальванометром 2 та ввімкніть освітлювач гальванометра.
- Витягніть із камери пластинку з фосфором 3.
- Ввімкніть лампу денного світла 4 і освітлюйте пластинку протягом 5–10 с.
- Опустіть пластинку в камеру, одночасно ввімкніть секундомір. При цьому світловий вказівник гальванометра вийде за межі шкали.
- Визначте за секундоміром час повернення вказівника гальванометра до 6-ї поділки шкали гальванометра.

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu A$	t, c
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Рис. 7. Завдання 1. Вивчення затухання фосфоресценції

Пункти 2–5 досліду студент повторює декілька разів:

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu A$	t, c
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0,42"/>	<input type="text" value="10,40"/>

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu A$	t, c
<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="0,84"/>	<input type="text" value="5,32"/>

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu A$	t, c
<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="0,84"/>	<input type="text" value="5,20"/>

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	<input type="text" value="3"/>	$I, \mu A$	<input type="text" value="1,26"/>	t, c	<input type="text" value="3,63"/>
Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	<input type="text" value="3"/>	$I, \mu A$	<input type="text" value="1,26"/>	t, c	<input type="text" value="3,59"/>
Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	<input type="text" value="4"/>	$I, \mu A$	<input type="text" value="1,68"/>	t, c	<input type="text" value="2,56"/>
Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	<input type="text" value="4"/>	$I, \mu A$	<input type="text" value="1,68"/>	t, c	<input type="text" value="2,73"/>
Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	<input type="text" value="5"/>	$I, \mu A$	<input type="text" value="2,10"/>	t, c	<input type="text" value="2,01"/>
Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	<input type="text" value="5"/>	$I, \mu A$	<input type="text" value="2,10"/>	t, c	<input type="text" value="2,04"/>
Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	<input type="text" value="6"/>	$I, \mu A$	<input type="text" value="2,52"/>	t, c	<input type="text" value="1,78"/>
Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	<input type="text" value="6"/>	$I, \mu A$	<input type="text" value="2,52"/>	t, c	<input type="text" value="1,83"/>

Рис. 8. Завдання 1. Вивчення затухання фосфоресценції

Усі вимірювання студент записує в таблицю; після чого повторює пункти 2-6 досліду для 5, 4, 3, 2, 1 поділок гальванометра. Результати заносяться в таблицю, після чого будує графік $I_t = f(t_{cep})$.

Покази гальванометра в поділках, с	I, A	t, c	t_{cep}, c	$lg I_t$	$lg t_{cep}$
6					
...					

Таблиця 1. Завдання 1. Вивчення затухання фосфоресценції

У другому завданні передбачено визначення показника гіперболи і сталої A , апроксимуючи отриману функцію (рис.10, 11): студент має визначити десяткові логарифми середнього часу і показів гальванометра; побудувати графік залежності $\lg I_t = f(\lg t_{\text{сер}})$; екстраполювати одержану пряму до перетину із осями координат; за графіком знайти $\lg A$, а потім визначити A . Використовуючи графік, студент знаходить n ; $\text{tg}\varphi$; вибираючи три довільні значення $t_{\text{сер.}}$ та $I_{\text{сер.}}$, обчислює за (2) значення B . У кінці роботи студент має записати закон затухання фосфоресценції (2) з обчисленими значеннями A , B та n .

Завдання № 2

Завдання 2. Визначення показника гіперболи і сталої A

1. Визначте десяткові логарифми середнього часу і показів гальванометра.
2. Побудуйте графік залежності $\lg I_t = f(\lg t_{\text{сер}})$.
3. Екстраполюйте одержану пряму до перетину із осями координат (пунктиром).
4. За графіком знайдіть $\lg A$, а потім визначте A .
5. За графіком знайдіть n ; $\text{tg}\varphi$.
6. Виберіть три довільні значення $t_{\text{сер.}}$ та $I_{\text{сер.}}$, обчисліть за (2) значення B .
7. Запишіть закон затухання фосфоресценції (2) з обчисленими значеннями A , B та n .

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu\text{A}$	t, c
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Рис. 9. Завдання 2. Визначення показника гіперболи і сталої A

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu\text{A}$	t, c
<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="2,52"/>	<input type="text" value="1,76"/>

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu\text{A}$	t, c
<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="2,52"/>	<input type="text" value="1,71"/>

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu A$	t, c
6	2,52	1,75

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu A$	t, c
5	2,10	2,06

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu A$	t, c
5	2,10	2,07

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu A$	t, c
5	2,10	2,02

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu A$	t, c
4	1,68	2,64

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu A$	t, c
4	1,68	2,71

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu A$	t, c
4	1,68	2,61

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu A$	t, c
3	1,26	3,49

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu A$	t, c
3	1,26	3,55

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu A$	t, c
3	1,26	3,53

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu\text{A}$	t, c
3	1,26	3,50

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu\text{A}$	t, c
2	0,84	5,32

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu\text{A}$	t, c
2	0,84	5,30

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu\text{A}$	t, c
2	0,84	5,23

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu\text{A}$	t, c
1	0,42	10,42

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu\text{A}$	t, c
1	0,42	10,32

Введіть покази гальванометра в поділках (від 6 до 1)	$I, \mu\text{A}$	t, c
1	0,42	10,37

Рис. 10. Завдання 2. Визначення показника гіперболи і сталої A

Звертаємо увагу на те, що при введенні одних і тих самих даних віртуальний експеримент дає різні (близькі) результати такі, які отримуються і в реальному фізичному експерименті (завдання 1, 2, рис. 8, 10).

З метою допомоги студентам до роботи подано «Рекомендації», що представлені на рис. 11.

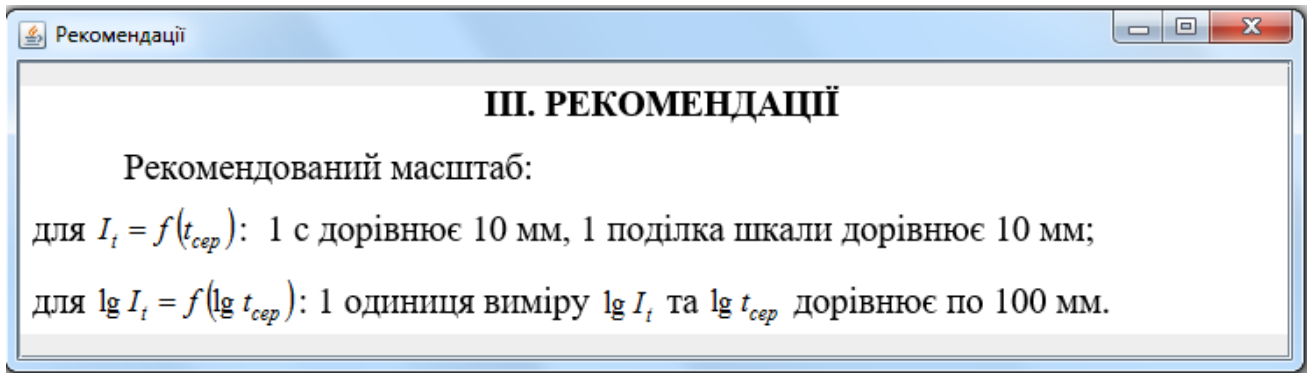


Рис. 11. Рекомендації до побудови графіків

З метою узагальнення та підведення підсумків достатньо позитивно себе зарекомендував блок «Контрольні запитання», за допомогою якого узагальнюються усі модулі і усе лабораторне дослідження в цілому (рис. 12).

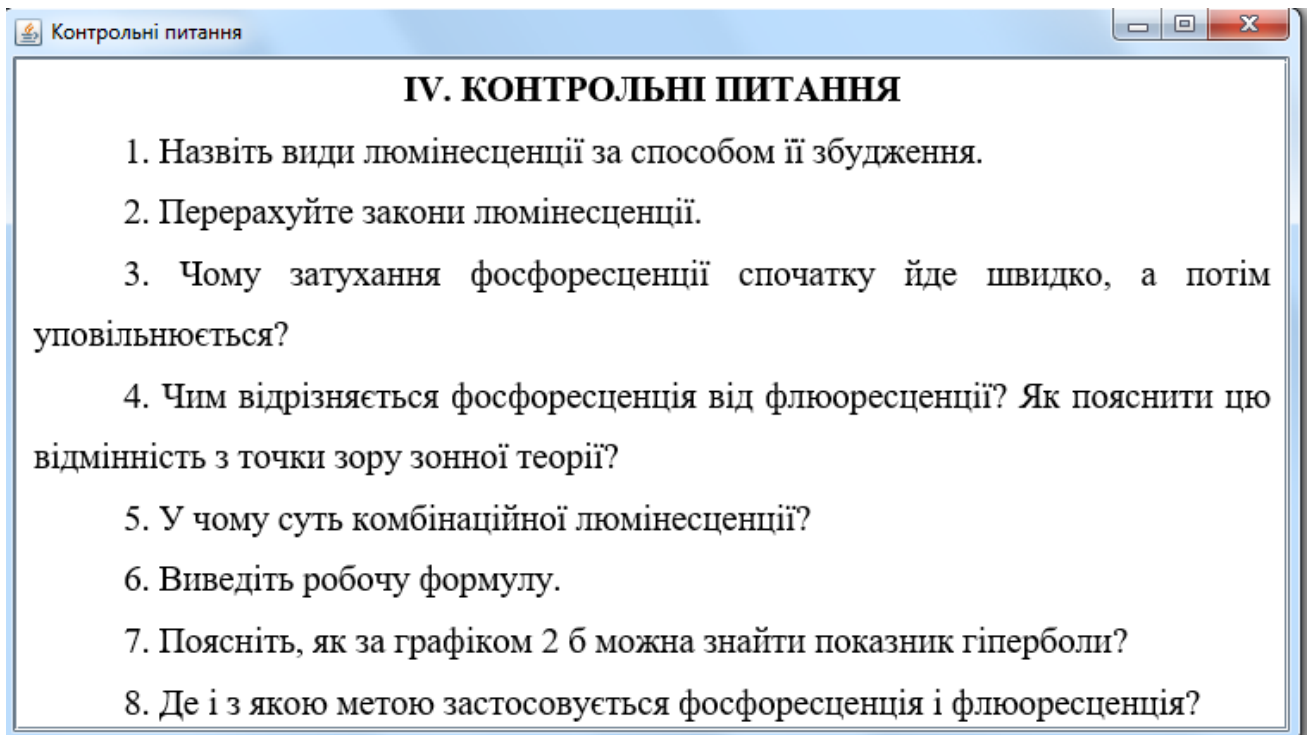



Рис. 12. Запитання для самоконтролю

У студента є можливість відкрити вкладку «Таблиці» (рис. 13) та «Графіки» (рис. 14), перевіривши отримані результати внаслідок віртуального експерименту.

Зауважимо, що ППЗ «QuantumPhysics» дозволяє експортувати усі результати віртуального експерименту у вигляді таблиці та експортувати,

наприклад, у MS Excel, OpenOffice Calc, Google Docs, Advanced Grapher та ін., що дозволяє побудувати графіки (рис. 13, 15).



The image shows a window titled "Таблиці" (Tables) containing a spreadsheet. The spreadsheet has a title "Вивчення затухання флуоресценції" (Study of fluorescence decay) and a table with the following data:

покази гальванометра	I , мкА	t , с	$t_{\text{сер}}$, с	$\lg I_t$	$\lg t_{\text{сер}}$
6	2,52	1,6	1,7	-5,599	0,230
6	2,52	1,8			
6	2,52	1,7			
5	2,1	2,0	2	-5,678	0,301
5	2,1	2,0			
5	2,1	2,0			
4	1,68	2,2	2,4	-5,775	0,380
4	1,68	2,4			
4	1,68	2,6			
3	1,26	3,6	3,5	-5,900	0,544
3	1,26	3,4			
3	1,26	3,4			
2	0,84	5,2	5,2	-6,076	0,716
2	0,84	5,2			
2	0,84	5,2			
1	0,42	11,2	11,2	-6,377	1,049
1	0,42	11,2			
1	0,42	11,1			

Рис. 13. Таблиці. Вивчення затухання флуоресценції

Обравши вкладку «Графіки», отримаємо графіки, зображені на рис. 14. Якщо використати результати блокноту, який створюється автоматично ППЗ «QuantumPhysics» (рис. 15), то є можливість відповідно побудувати ці графіки в будь-якому графічному додатку.

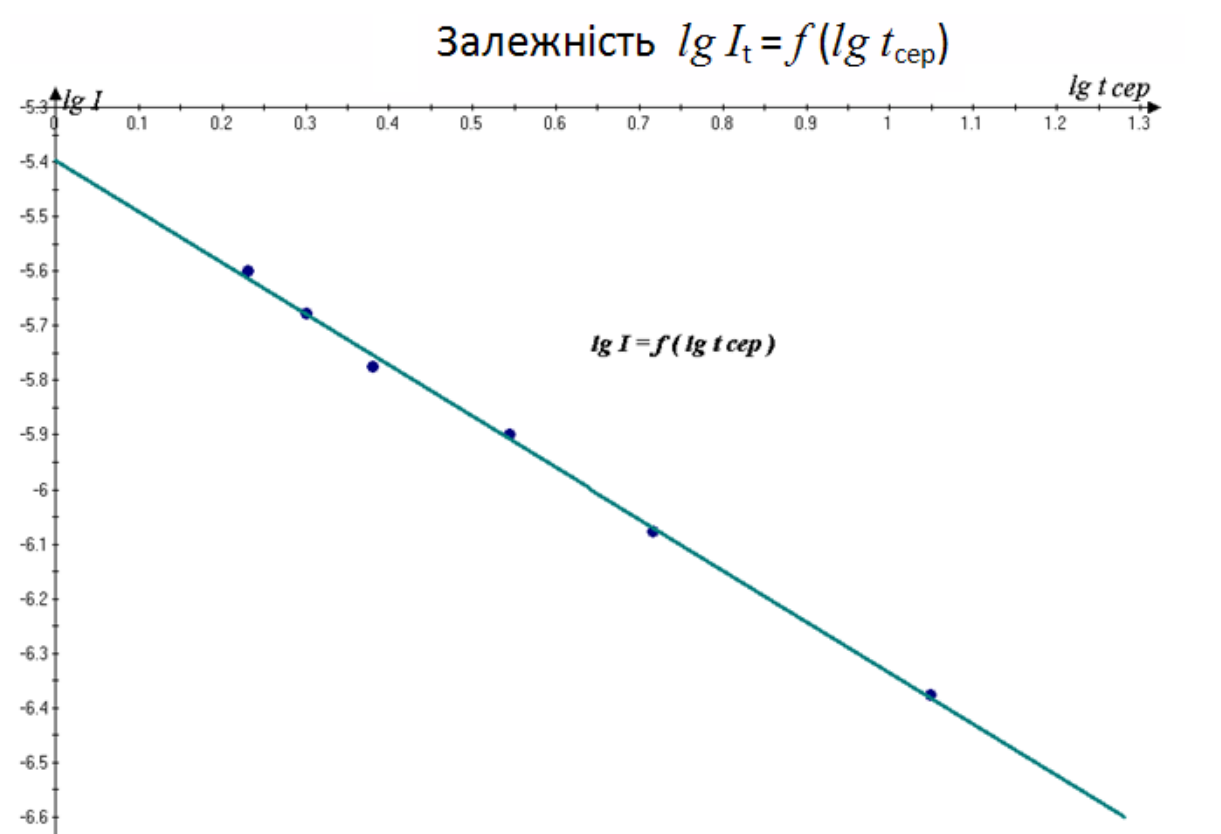
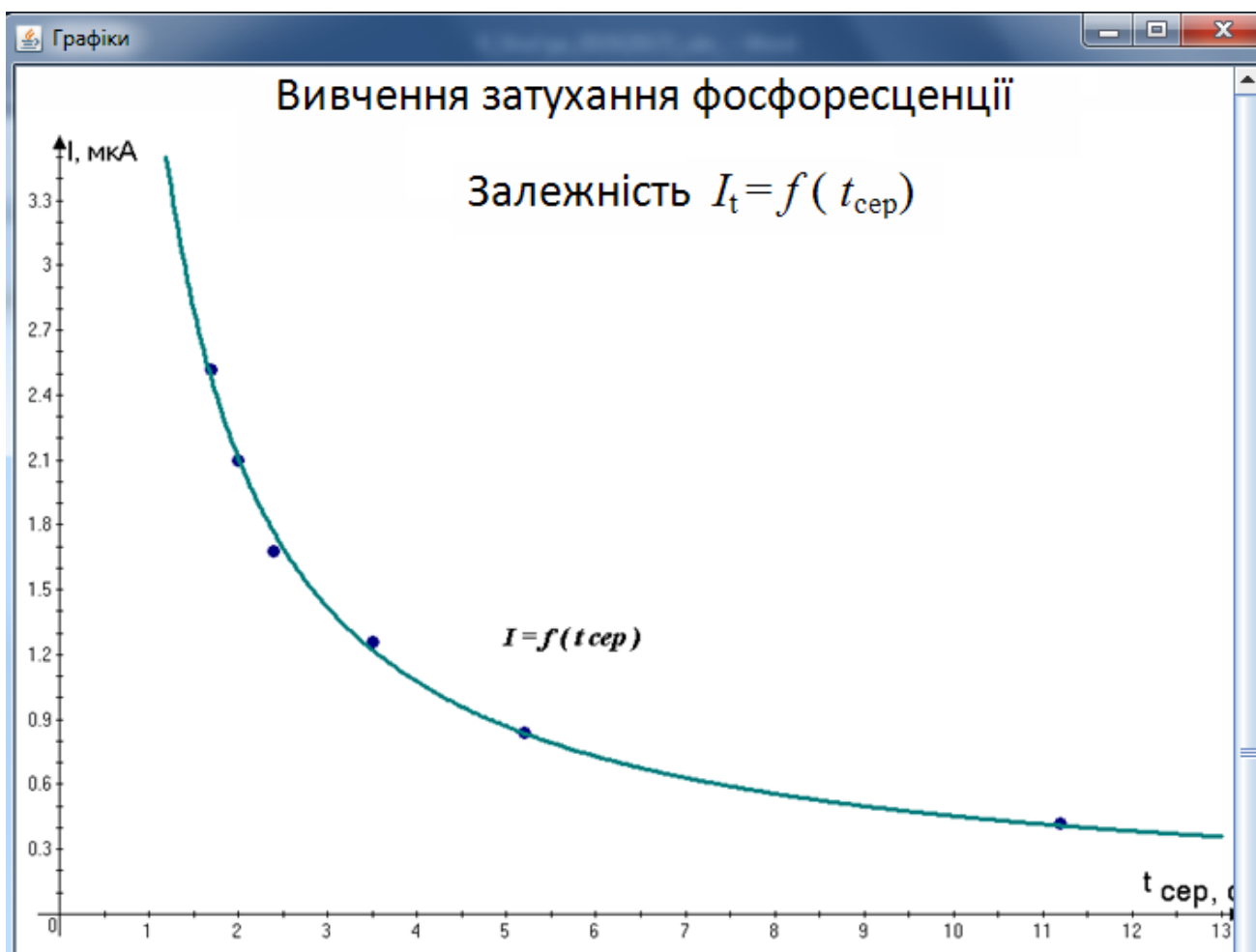
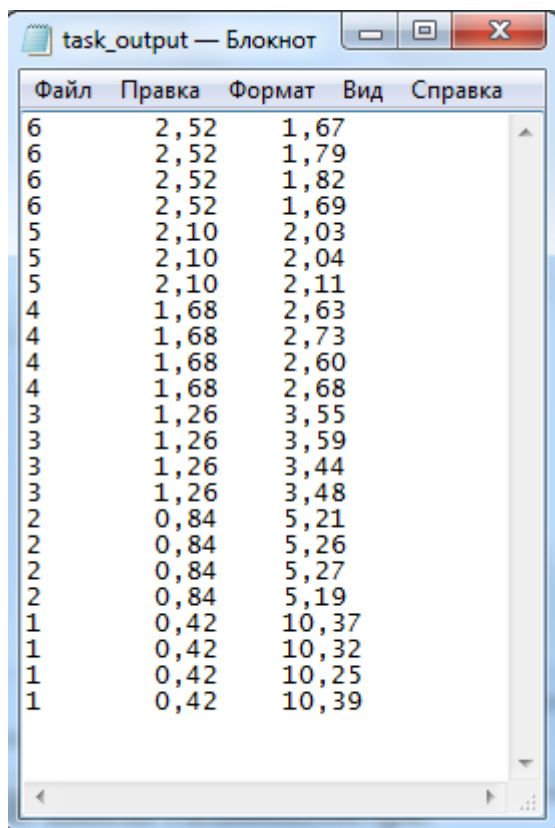


Рис. 14. Графіки

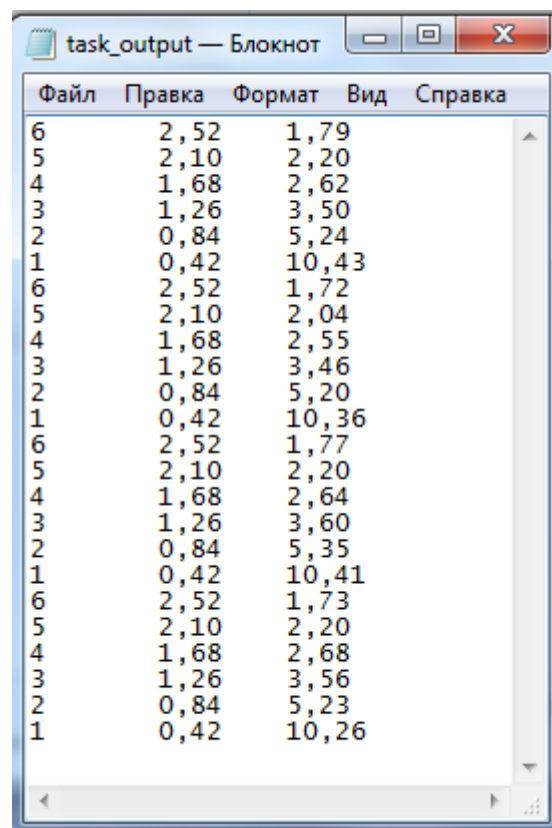
Зауважимо, що у викладача є можливість перевірити, скільки разів студент виконував завдання, адже у ППЗ «QuantumPhysics» автоматично створюється папка «Results», у якій створюється документ з номером лабораторної роботи (у блокноті, рис. 15), у якому фіксуються результати усіх обчислень (які власне і використовуються для експорту у інші програми і побудови графіків, зокрема).

Завдання 1



Файл	Правка	Формат	Вид	Справка
6	2,52	1,67		
6	2,52	1,79		
6	2,52	1,82		
6	2,52	1,69		
5	2,10	2,03		
5	2,10	2,04		
5	2,10	2,11		
4	1,68	2,63		
4	1,68	2,73		
4	1,68	2,60		
4	1,68	2,68		
3	1,26	3,55		
3	1,26	3,59		
3	1,26	3,44		
3	1,26	3,48		
2	0,84	5,21		
2	0,84	5,26		
2	0,84	5,27		
2	0,84	5,19		
1	0,42	10,37		
1	0,42	10,32		
1	0,42	10,25		
1	0,42	10,39		

Завдання 2



Файл	Правка	Формат	Вид	Справка
6	2,52	1,79		
5	2,10	2,20		
4	1,68	2,62		
3	1,26	3,50		
2	0,84	5,24		
1	0,42	10,43		
6	2,52	1,72		
5	2,10	2,04		
4	1,68	2,55		
3	1,26	3,46		
2	0,84	5,20		
1	0,42	10,36		
6	2,52	1,77		
5	2,10	2,20		
4	1,68	2,64		
3	1,26	3,60		
2	0,84	5,35		
1	0,42	10,41		
6	2,52	1,73		
5	2,10	2,20		
4	1,68	2,68		
3	1,26	3,56		
2	0,84	5,23		
1	0,42	10,26		

Рис. 15. Результати віртуального експерименту.

Індивідуальні навчальні завдання і навчальний проект, що пропонуються студентам для самостійного опрацювання у ході виконання лабораторної роботи № 9:

ІНТЗ-9. Розкрити сутність люмінесцентного випромінювання та його відмінності у порівнянні з іншими видами випромінювання. Охарактеризувати основні закони фотолюмінесценції.

ІНЕЗ-9. Обґрунтувати потреби у можливостях удосконалення лабораторної установки для дослідження фосфоресценції у моменти реєстрації

цього явища:

- а) на першій стадії світіння (КФ);
- б) на другій стадії світіння (КФ),

співставляючи ці періоди із часовими параметрами експериментальної установки.

ІНДЗ-9. Обґрунтувати свій варіант пояснення, зрозумілого старшокласникам та студентам на прикладі механізмів люмінесценції, сутності фосфоресценції у твердих тілах та на підставі зонної теорії провідності металів.

ІНМЗ-9. Яка причина у розбіжностях між висновками теоретичного аналізу згасання світіння люмінофорів (закон затухання має здійснюватися за гіперболою другого порядку) і згідно експериментальних спостережень (закон згасання відбувається за гіперболою з показником степеня, що менший $n < 2$)?

ІП-9. Вивчити та запропонувати можливості використання комп'ютерно-орієнтованих засобів та засобів ІКТ у навчанні під час фіксування моментів світіння люмінофорів (КФ) (першої і другої стадій) у ході пропозицій для нових робіт фізичного практикуму, акцентуючи увагу на взаємозв'язку віртуального і реального експерименту у виконанні дослідження.

Сучасний рівень розвитку комп'ютерної техніки і програмного забезпечення дає широкі можливості щодо модернізації та підвищення ефективності навчання. Використання кращих традиційних та інноваційних засобів і форм у освітньому процесі урізноманітнює його, підвищує якість засвоєння матеріалу.

Як переконає нас практика і моніторинг реалізації пропонованої методики у вивченні курсу фізики, за цих обставин зростає активність студентів у виконанні фізичного практикуму та 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 наряду майбутньої професійної діяльності.

Додаток В 8
Окремі звіти про результати виконання студентами робіт фізичного практикуму з квантової фізики (роботи 3; 1, 2, 4)

Звіт

про виконання **роботи № 3** фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика» студентки 3 курсу _____

Тема роботи: Дослідження терморезистора.

Мета роботи: визначити залежність опору терморезистора і розрахувати його енергію активації.

Обладнання:

Реальний експеримент

- 1 – терморезистор (КМТ–14);
- 2 – мультиметр;
- 3 – термостат (калориметр з водою на електроплитці);
- 4 – пробірка з оливою.

Віртуальний експеримент

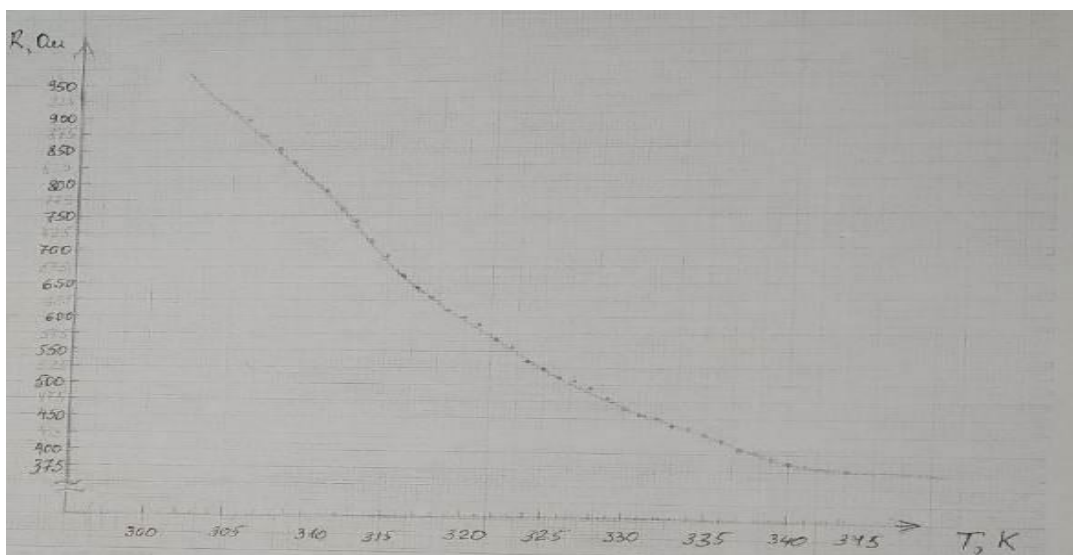
- 1 – персональний комп'ютер;
- 2 – ППЗ «Quantum Phisics»;
- 3 – таблицний процесор.

1. Реальний експеримент.

Результати вимірювань

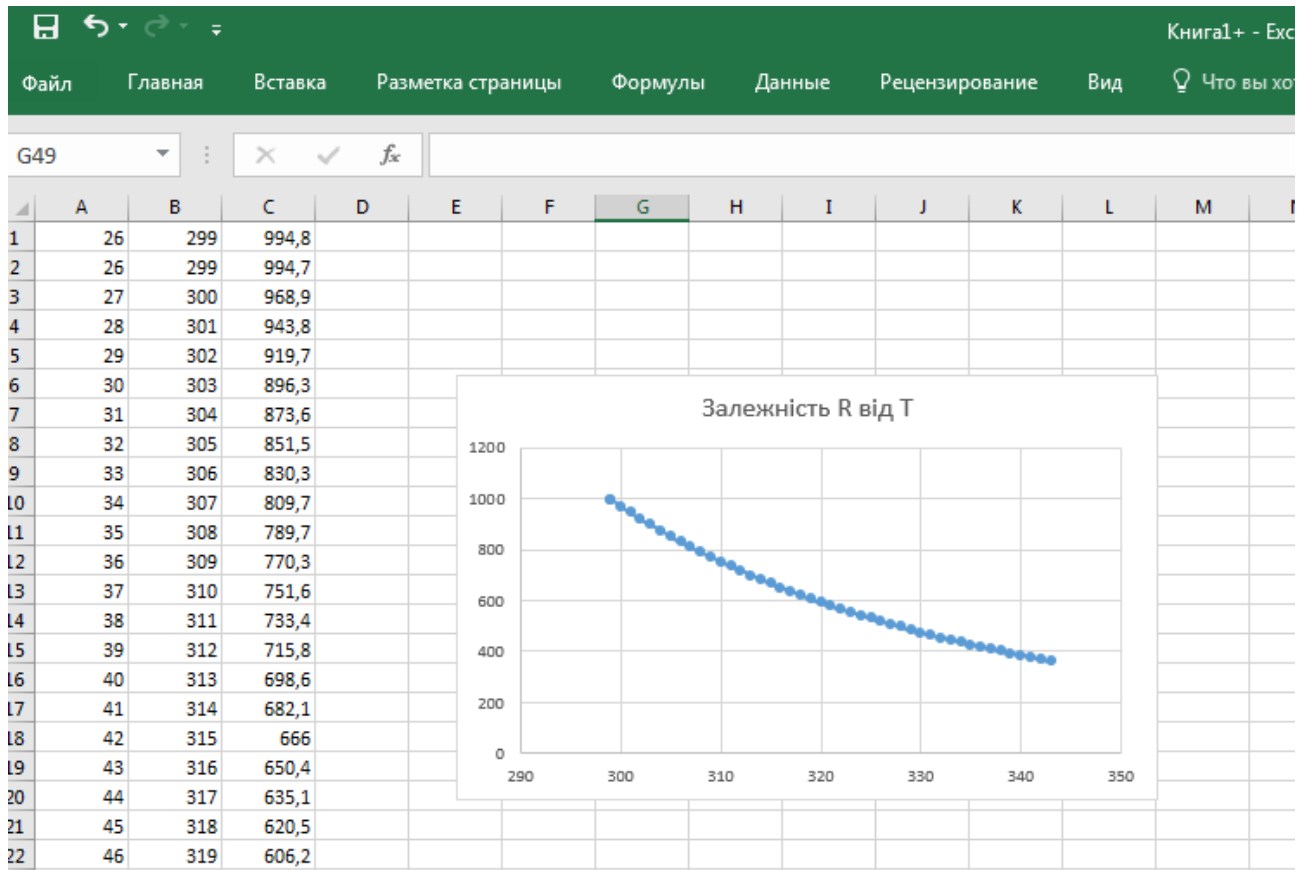
N ^o / n	t, °C	T, K	R, Ω	t, °C	T, K	R, Ω
1	27	300	937	58	331	460
2	28	301	959	59	332	450
3	29	302	946	60	333	442
4	30	303	931	61	334	433
5	31	304	922	62	335	426
6	32	305	906	63	336	421
7	33	306	883	64	337	411
8	34	307	870	65	338	405
9	35	308	850	66	339	397
10	36	309	823	67	340	387
11	37	310	803	68	341	384
12	38	311	786	69	342	381
13	39	312	766	70	343	378
14	40	313	740			
15	41	314	715			
16	42	315	690			
17	43	316	667			
18	44	317	647			
19	45	318	630			
20	46	319	613			
21	47	320	600			
22	48	321	580			
23	49	322	569			
24	50	323	559			
25	51	324	537			
26	52	325	525			
27	53	326	511			
28	54	327	501			
29	55	328	493			
30	56	329	477			
31	57	330	465			

$\Delta E_a, \text{Дж}$	$\Delta E_a, \text{Дж}$	$\Delta(\Delta E_a)_{\text{в}}$	$\xi, \%$
$4,57 \cdot 10^{20}$	$5,63 \cdot 10^{20}$	$1,06 \cdot 10^{20}$	6
$7,14 \cdot 10^{20}$	$8,76 \cdot 10^{20}$	$1,62 \cdot 10^{20}$	

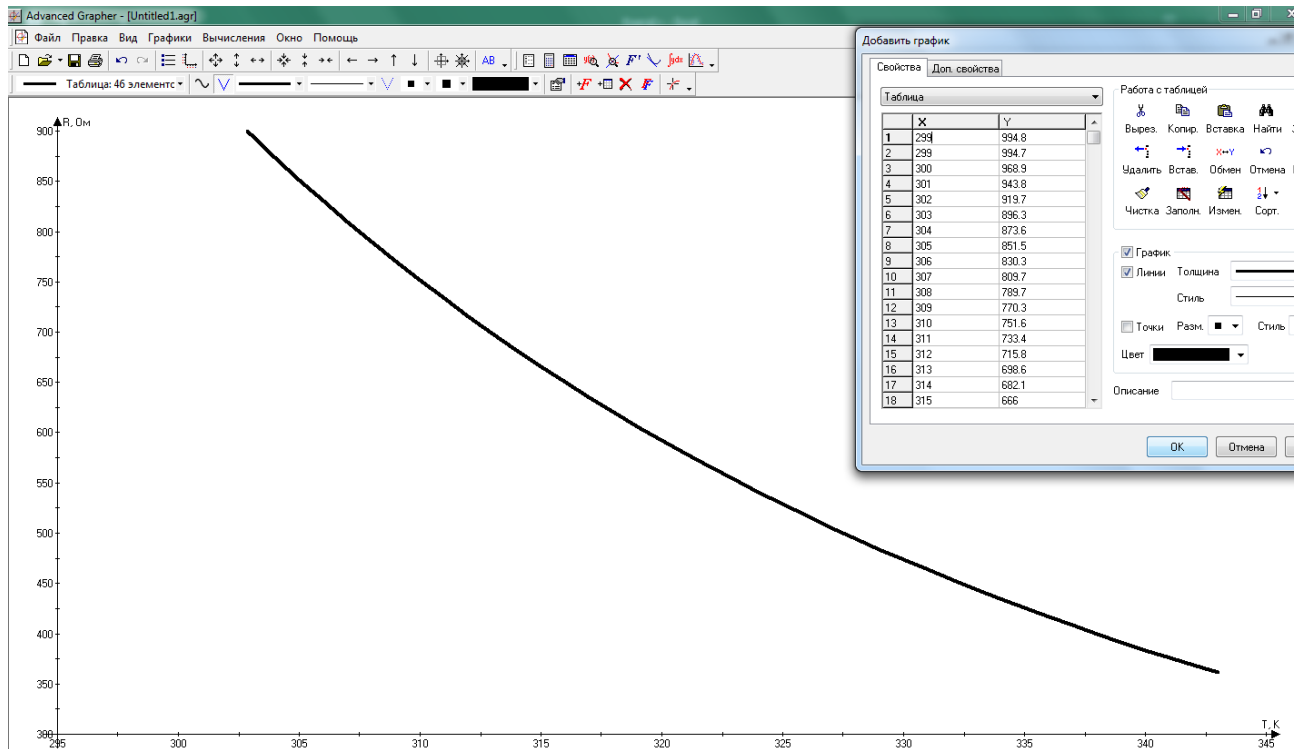
Графік $R = f(T)$

2. Результати віртуального експерименту

task_output — Блок...		
Файл Правка Формат Вид		
Справка		
26	299,0	994,8
26	299,0	994,7
27	300,0	968,9
28	301,0	943,8
29	302,0	919,7
30	303,0	896,3
31	304,0	873,6
32	305,0	851,5
33	306,0	830,3
34	307,0	809,7
35	308,0	789,7
36	309,0	770,3
37	310,0	751,6
38	311,0	733,4
39	312,0	715,8
40	313,0	698,6
41	314,0	682,1
42	315,0	666,0
43	316,0	650,4
44	317,0	635,1
45	318,0	620,5
46	319,0	606,2
47	320,0	592,3
48	321,0	578,8
49	322,0	565,8
50	323,0	553,0
51	324,0	540,8
52	325,0	528,8
53	326,0	517,1
54	327,0	505,7
55	328,0	494,8
56	329,0	484,1
57	330,0	473,7
58	331,0	463,4
59	332,0	453,6
60	333,0	444,0
61	334,0	434,8
62	335,0	425,6
63	336,0	416,9
64	337,0	408,2
65	338,0	399,9
66	339,0	391,6
67	340,0	383,7
68	341,0	376,0
69	342,0	368,5
70	343,0	361,1



Маємо змогу експортувати отримані результати, наприклад, в *Advanced grapher* та виконати у ньому побудову графіка залежності $R = f(T)$:



Отримані результати віртуального експерименту використовуємо для подальших обчислень.

Розрахунки

$$\Delta E_a = \frac{2k T_1 T_2 \ln\left(\frac{R_1}{R_2}\right)}{T_2 - T_1}; \quad k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}};$$

$$\Delta E_{a1} = \frac{2 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 330 \cdot \ln\left(\frac{957}{468}\right)}{330 - 300} \approx 6,52 \cdot 10^{-20} \text{ Дж};$$

$$\Delta E_{a2} = \frac{2 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 313 \cdot 343 \ln\left(\frac{740}{378}\right)}{343 - 313} \approx 6,63 \cdot 10^{-20} \text{ Дж};$$

$$\Delta E_{a3} = \frac{2 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 310 \cdot 340 \ln\left(\frac{808}{387}\right)}{340 - 310} \approx 7,14 \cdot 10^{-20} \text{ Дж};$$

$$\Delta E_{a \text{ ср}} = \frac{\sum_{i=1}^3 \Delta E_{ai}}{3} = 6,76 \cdot 10^{-20} \text{ Дж} \quad \Delta E_{a \text{ ср}} = 42,25 \cdot 10^{-2} \text{ eВ}$$

$$\frac{\Delta(\Delta E_a)}{\Delta E_a} = \frac{\Delta T_1}{T_1} + \frac{\Delta T_2}{T_2} + \frac{\Delta \ln \frac{R_1}{R_2}}{\ln \frac{R_1}{R_2}} + \frac{\Delta(T_2 - T_1)}{T_2 - T_1} + \frac{\Delta k}{k} =$$

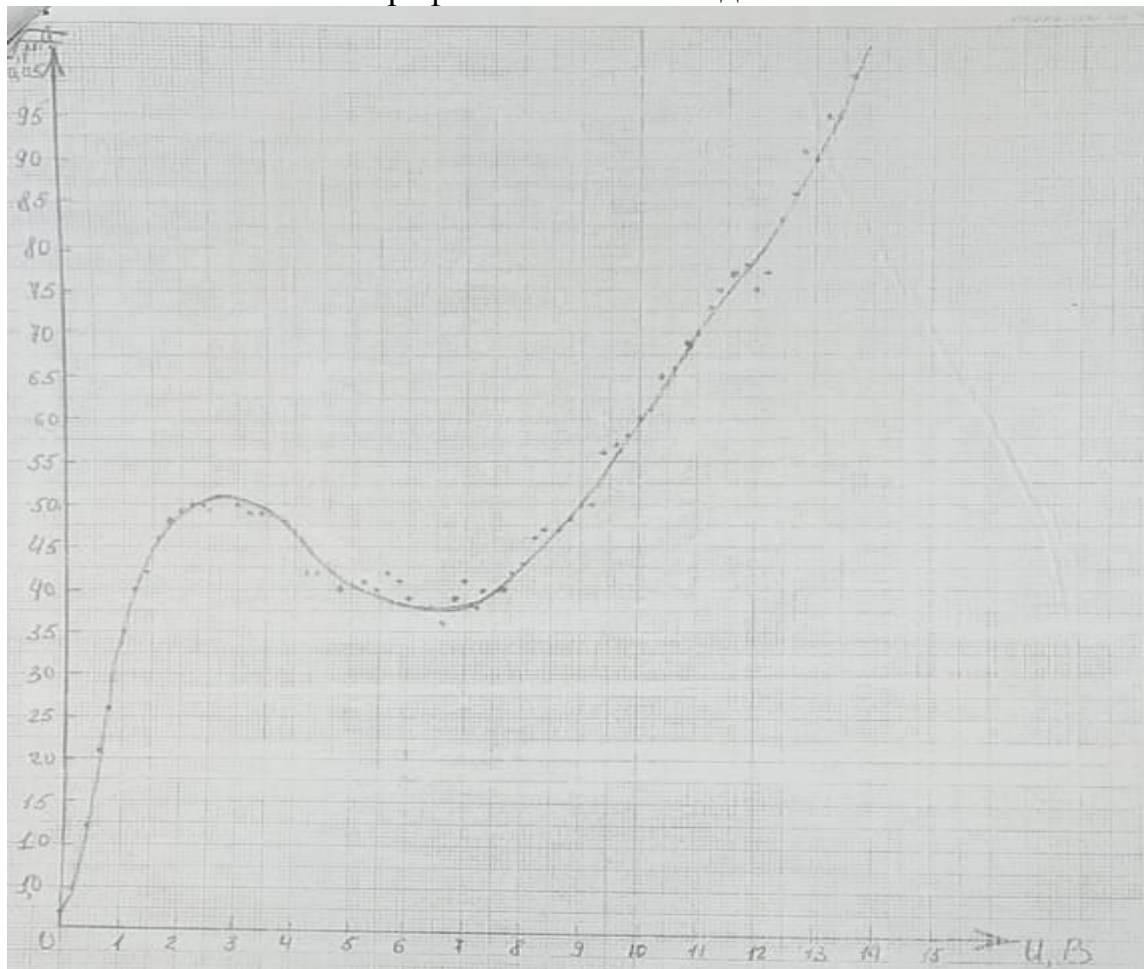
$$= \frac{0,5}{60} + \frac{0,5}{30} + \frac{0,5}{30} + \frac{0,000012 \cdot 10^{-23}}{1,380638 \cdot 10^{-23}} + \frac{0,0143}{0,715} = 0,06 \quad E = 6\%$$

$$\Delta(\Delta E_a) = \Delta E_a \cdot E = 0,06 \cdot 42,25 = 2,54 \cdot 10^{-2} \text{ eВ}$$

Висновок:

$$\Delta E_a = (0,42 \pm 0,026) \text{ eВ}, \text{ при } E = 6\%$$

У виконанні роботи №3 віртуальний експеримент дає досить переконливі результати, що пов'язані саме із побудовою графіка $R=f(T)$ та його використання з метою розрахунку енергії активації ΔE_a для трьох випадків із різницею температур не менше 30 К.

Графік залежності I від U .

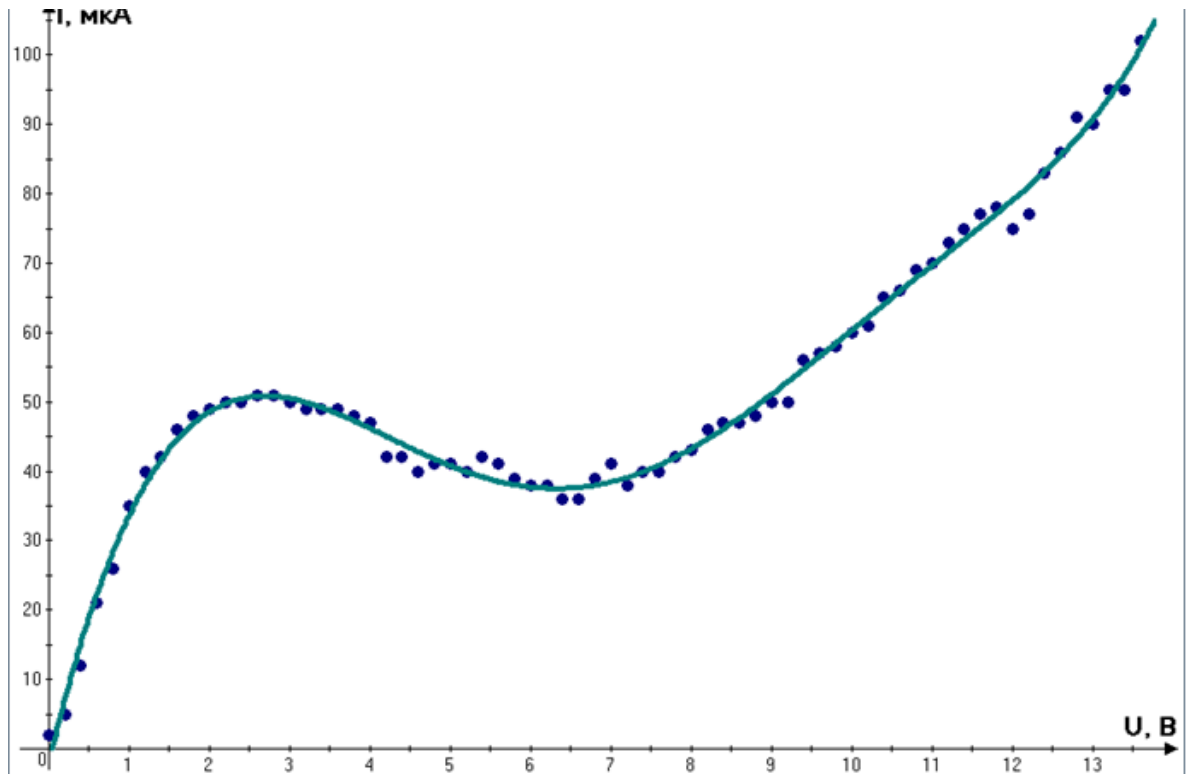
2. Результати віртуального експерименту

U, В	I, мкА
0	2
0,2	5
0,4	12
0,6	21
0,8	26
1	35
1,2	40
1,4	42
1,6	46
1,8	48
2	49
2,2	50
2,4	50
2,6	51
2,8	51
3	50
3,2	49
3,4	49

U, В	I, мкА
3,6	49
3,8	48
4	47
4,2	42
4,4	42
4,6	40
4,8	41
5	41
5,2	40
5,4	42
5,6	41
5,8	39
6	38
6,2	38
6,4	36
6,6	36
6,8	39
7	41

U, В	I, мкА
7,2	38
7,4	40
7,6	40
7,8	42
8	43
8,2	46
8,4	47
8,6	47
8,8	48
9	50
9,2	50
9,4	56
9,6	57
9,8	58
10	60
10,2	61
10,4	65
10,6	66

U, В	I, мкА
10,8	69
11	70
11,2	73
11,4	75
11,6	77
11,8	78
12	75
12,2	77
12,4	83
12,6	86
12,8	91
13	90
13,2	95
13,4	95
13,6	102

Графік залежності I від U .

У роботі №1 віртуальний експеримент відіграє значну роль у побудові графіка для визначення першого потенціалу збудження $U_{1 \text{ ср.}}$ та середнє значення струму $I_{\text{ср.}}$.

Звіт

про виконання **роботи № 2** фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика» студента 3 курсу _____

Тема роботи: Вивчення спектра водню.

Мета роботи: візуально дослідити та експериментально визначити довжини хвиль серії Бальмера, розрахувати константи, що входять до формули Бальмера.

Обладнання:

Реальний експеримент

- 1 – гоніометр;
- 2 – газорозрядні трубки низького тиску з неонам, гелієм та воднем;
- 3 – блок живлення.

Віртуальний експеримент

- 1 – персональний комп'ютер;
- 2 – ППЗ «Quantum Phisics»;
- 3 – табличний процесор.

1. Реальний експеримент.

Результати вимірювань та обчислень

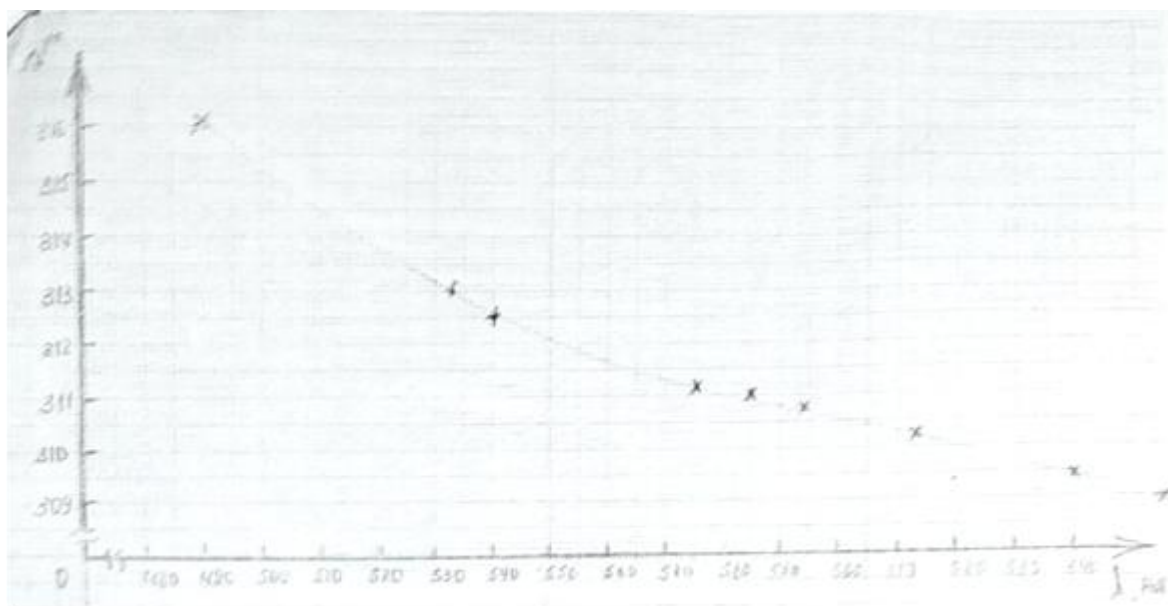
Результати та обчислення

Неон

Колір лінії	$\lambda, \text{нм}$	N_1	N_2	$N_{\text{сер}}$
1 Червато-червона	640,2	$309^\circ 30'$	$319^\circ 30'$	$309^\circ 30'$
2 Червонороманова, ліва з двох синіх ліній	614,3	$310^\circ 14'$	$316^\circ 15'$	$310^\circ 15'$
3 Оранжева перша публічна біла з двох	594,5	$310^\circ 46'$	$310^\circ 46'$	$310^\circ 46'$
4 Жовта	585,2	311°	311°	311°
5 Світло-зелена, перша помітна біла з двох	575,0	$311^\circ 5'$	$311^\circ 6'$	$311^\circ 5'$
6 Зелена ліва з двох синіх ліній	540,0	$312^\circ 30'$	$312^\circ 30'$	$312^\circ 30'$
7 Зелена права з двох синіх ліній	533,6	313°	313°	313°

Водород

Колір лінії	$\lambda, \text{нм}$	N_1	N_2	$N_{\text{сер}}$
Червона	655	309°	309°	309°
Синя	493	316°	316°	316°

Графік залежності $N=f(\lambda)$

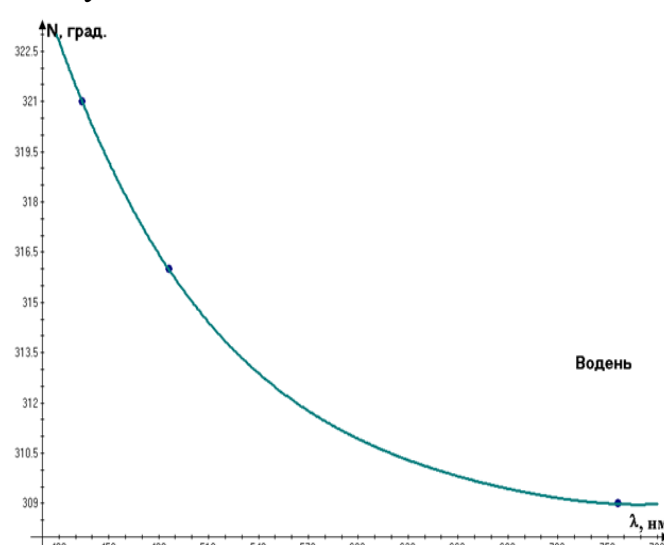
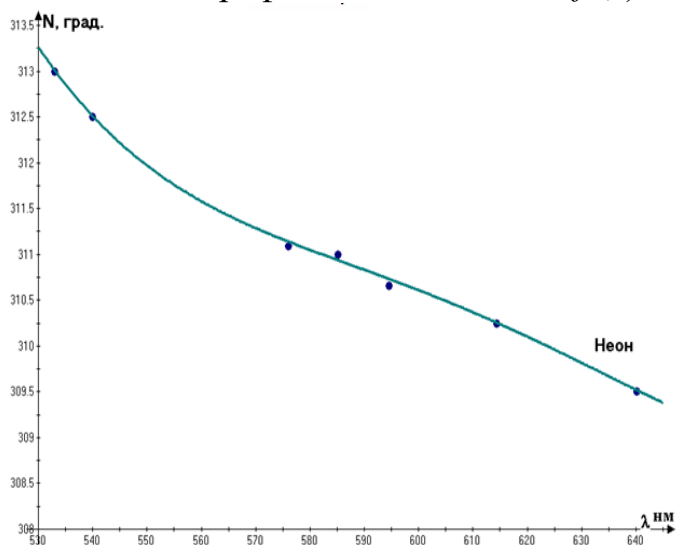
2. Результати віртуального експерименту

Неон

λ , нм	N , °
640,1	309,50
614,3	310,25
594,5	310,66
585,2	311,00
576,0	311,09
540,0	312,50
533,0	313,00

Водень

λ , нм	N , °
756,0	309,0
486,1	316,0
434,0	321,0

Графіки залежності $N=f(\lambda)$ для неону і водню

Віртуальний експеримент відіграє важливу роль у побудові графіків та виконання розрахунків.

Звіт

про виконання **роботи № 4** фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика» студента 3 курсу _____

Тема роботи: Вивчення фотопровідності напівпровідників.

Мета роботи: вивчити роботу універсального монохроматора УМ-2. Зняти спектральну характеристику фотоопору і визначити оптичну ширину забороненої зони напівпровідника.

Обладнання:

Реальний експеримент

- 1 – монохроматор УМ-2;
- 2 – фотоопір ФСМ-1М;
- 3 – джерело постійної напруги на 1,5 В;
- 4 – пробірка з оливою.

Віртуальний експеримент

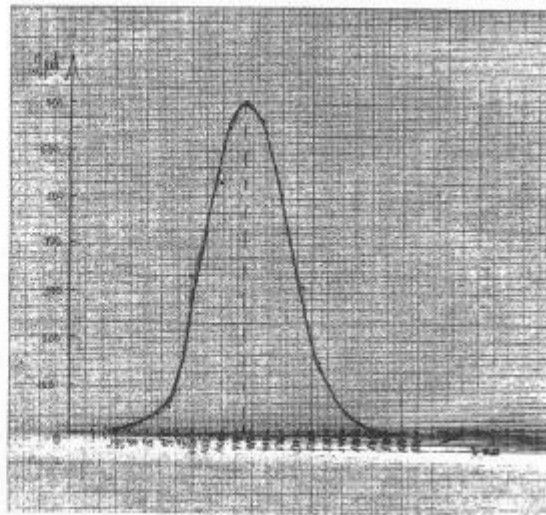
- 1 – персональний комп'ютер;
- 2 – ППЗ «Quantum Physics»;
- 3 – табличний процесор.

1. Реальний експеримент.

Результати вимірювань

N/λ	Умовні градуси	λ , нм	I , μA
1	500	390	0
2	600	398	5
3	700	405	7
4	800	408	10
5	900	411	15
6	1000	418	25
7	1100	426	55
8	1200	430	95
9	1300	438	235
10	1400	440	340
11	1500	450	425
12	1600	460	530
13	1700	465	650
14	1800	475	700
15	1900	487	660
16	2000	500	505
17	2100	512	315
18	2200	525	160
19	2300	542	45
20	2400	562	5
21	2500	580	0

Графік залежності $I = f(\lambda)$

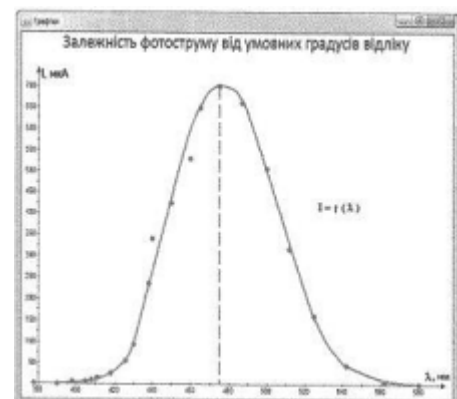
*2. Результати віртуального експерименту*

Апроксимуюча функція $I = f(\lambda)$

Визначення залежності опору терморезистора від температури

Умовні градуси	λ , нм	I , μA
500	390	0
600	398	5
700	405	7
800	408	10
900	411	15
1000	418	25
1100	426	55
1200	430	95
1300	438	235
1400	440	340
1500	450	425

Умовні градуси	λ , нм	I , μA
1600	460	530
1700	465	650
1800	475	700
1900	487	660
2000	500	505
2100	512	315
2200	525	160
2300	542	45
2400	562	5
2500	580	0



Результати та обчислення

$$\lambda_{\text{max}} = 700 \text{ нм} \quad (\text{при } I = 475 \text{ нА})$$

$$\lambda_{\text{max вл}} = \frac{e h}{\Delta E_{\text{вл}}} ; \quad \Delta E_{\text{вл}} = \frac{e h}{\lambda_{\text{max вл}}}$$

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} ; \quad \Delta E_{\text{вл}} = \frac{3 \cdot 10^{-9} \cdot 6,62 \cdot 10^{-34}}{700 \cdot 10^{-9}} = 2,84 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$\Delta E_{\text{вл}} = \frac{2,84 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \approx \underline{1,8 \text{ eВ}}$$

$$\frac{\Delta(\Delta E_{\text{вл}})}{\Delta E_{\text{вл}}} = e h \frac{\Delta \lambda}{\lambda} = 3 \cdot 10^{-9} \cdot 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{1}{700} = 0$$

У підсумку віртуальний експеримент по кожній роботі доповнює реальний експеримент: сприяє підвищенню інформаційної культури студентів, розвиває їхню індивідуальну пізнавальну діяльність; формує у студентів здатність та готовність до самоосвіти; сприяє підвищенню самостійної пізнавальної активності студентів; виробляє уміння самостійно працювати з різними засобами ІКТ, включаючи КОЗН, КОСН, хмарні технології, заботи STEM та ін. в умовах навчання, що дозволяє майбутньому вчителю перебудувати свою професійну спрямованість для ефективного вирішення потреб суспільства, поєднуючи їх із власними намірами, і таким чином стати високопрофесійним і компетентним фахівцем.

За наслідками експериментальної перевірки результатів дослідження педагогічну ефективність методичної системи розвитку ПДС на основі порівняння рівнів оволодіння навичками самостійної пошукової діяльності і пізнавальної активності студентів контрольної і експериментальних груп сформульовано висновки, що підтверджують наше припущення про доцільність запровадження засобів ІКТ і КОЗН в освітньому процесі з розділу «Квантова фізика» як з метою поліпшення методики виконання фізичного практикуму, так і для забезпечення розвитку ПДС.

При цьому методика підготовки студентів до самостійного виконання фізичного практикуму (а також ІНЗ та НП) з використанням ППЗ «Quantum Physics» сприяє розвитку пізнавальної діяльності студентів завдяки тому, що:

а) студент може за власним бажанням обрати початком своєї пізнавальної діяльності той блок із пропонованих у ППЗ, який йому відомий, і в обраній для себе послідовності опанувати усіма 8 блоками, які передбачені у розробленому ППЗ для виконання роботи;

б) студент має можливість кількаразово виконувати роботу у ході підготовки до практикуму і, помилившись у ході опрацювання відповідного блоку, розпочати роботу спочатку, не переймаючись тим, що викладач чи одногрупники бачать його помилки, а тому він працює впевнено і легко, сам виправляє власні помилки і діє з метою самоконтролю та самокоригування власної пізнавальної діяльності, що цілеспрямовано формує у нього професійні компетенції вчителя фізики.

Додаток Д.

Додаток Д 1. Анкета експерта

1. Назва установи _____
2. Прізвище, ім'я, по-батькові _____
3. Посада _____
4. Вчений ступінь, звання _____
5. Науково-педагогічний стаж _____
6. Дата і місце проведення експертизи _____

I. Визначте оцінку відносної важливості кожної з вимог окремо в балах від 0 до 100 щодо комп'ютерно-орієнтованого засобу навчання «Quantum Physics», до складу якого включено: – ППЗ «Quantum Physics» до 11 робіт фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика»; – 44 індивідуальних навчальних завдань та 11 навчальних проєктів; – методика використання ППЗ для виконання лабораторних робіт практикуму, індивідуальних завдань і навчальних проєктів; 2 посібники для студентів, у яких описані методика та особливості організації та виконання експериментальних завдань з квантової фізики, що забезпечують розвиток пізнавальної діяльності студентів.

№	Вимоги	Оцінка відносної важливості
1.	Дидактичні	
2.	Інформаційні	
3.	Науково-технічні	
4.	Відповідність змісту навчального матеріалу	

II. Підкресліть необхідні числові значення у шкалі оцінок джерел аргументації з даної проблеми.

Джерело аргументації	Ступінь впливу джерела		
	висока	середня	низька
Проведено теоретичний аналіз	0,3	0,2	0,1
Виробничий досвід	0,5	0,4	0,2
Узагальнення робіт вітчизняних авторів	0,05	0,05	0,05
Узагальнення робіт зарубіжних авторів	0,05	0,05	0,05
Особисте знайомство із станом справ за кордоном	0,05	0,05	0,05
Інтуїція	0,05	0,05	0,05

III. Вкажіть ступінь знайомства з обговорюваною проблемою за шкалою:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Дата _____

Підпис _____

Дякуємо за участь в експертизі!

Зворотний бік анкети

Навчально-методичний комплекс для реалізації методичної системи розвитку ПДС та методики виконання фізичного практикуму з розділу «Квантова фізика»

Навчально-методичний комплекс для забезпечення ефективної реалізації методичної системи розвитку пізнавальної діяльності студентів на основі виконання фізичного практикуму та серії ІНЗ і НП з використанням КОЗН «Quantum Physics» у полікомпонентному навчальному середовищі сучасного ЗВО включає:

- 1 – ППЗ «Quantum Physics»;
- 2 – методику самостійної підготовки студентів до фізичного практикуму, яка охоплює 8 можливих модулів, кожен з яких може бути окремо опрацьований студентом індивідуально, а на завершальній стадії представлені єдиною послідовністю (інтегровано) у вигляді завершеного навчального дослідження для встановлення кінцевих чисельних даних та їх оцінки і формулювання висновків за наслідками виконаного дослідження;
- 3 – методику використання КОЗН «Quantum Physics» у ході виконання робіт практикуму (11 лабораторних робіт), виконання ІНЗ (44 завдань різного характеру: ІНТЗ; ІНЕЗ; ІНДЗ; ІНМЗ) та навчальних проектів (11 проектів);
- 4 – два посібники для студентів, що розкривають методичні особливості реалізації навчально-методичного комплексу у вивченні розділу «Квантова фізика»;
- 5 – основні результати дослідження розкрито в 19 публікаціях, серед яких 5 одноосібні; у фахових виданнях опубліковано 10 статей, з них 5 у наукометричних виданнях, а 1 – у виданні України, яке включене до міжнародної наукометричної бази «Scopus»; 5 тез доповідей і 2 – посібники для студентів.

Додаток Д 2

Експертні оцінки та їх ранги для оцінки відносної важливості вимог та дані про визначення коефіцієнта конкордації експертних оцінок

Таблиця Д 2.1

№	Вимога Д	R ₁	Вимога І	R ₂	Вимога Н-Г	R ₃	Вимога В.З.	R ₄	L ₁	T ₁	T _i
1	90	1	80	3	80	3	80	3	1	3	24
2	90	2	85	3	80	4	100	1	0	0	0
3	90	3	100	1	90	3	90	3	1	3	24
4	100	2	100	2	95	4	100	2	1	3	24
5	90	1,5	80	4	85	3	90	1,5	1	2	6
6	100	1	80	4	85	3	90	2	0	0	0
7	90	3	95	2	50	4	100	1	0	0	0
8	85	2,5	80	4	85	2,5	95	1	1	2	6
9	100	2,5	100	2,5	100	2,5	100	2,5	1	4	12
10	75	4	85	2	80	3	100	1	0	0	0
11	100	1,5	90	3	80	4	100	1,5	1	2	6
12	95	1,5	85	4	95	1,5	90	3	1	2	6
13	90	1	80	2,5	70	4	80	2,5	1	2	6
14	80	2	70	3	70	3	80	2	2	4	12
15	90	2,5	100	1	60	4	90	2,5	1	2	6
16	95	3	95	3	100	2	100	2	2	4	12
17	90	4	100	1	95	2,5	95	2,5	1	2	6
18	100	1,5	85	4	100	1,5	90	3	1	2	6
19	90	2,5	75	4	100	1	90	2,5	1	2	6
20	60	4	70	2	65	3	80	1	0	0	0
21	70	2,5	70	2,5	60	4	90	1	1	2	6
22	80	3,5	80	3,5	90	2	100	1	1	2	6
23	85	2	75	3	70	4	90	1	0	0	0
24	50	4	80	1,5	70	3	80	1,5	1	2	6
25	90	2,5	100	1	80	4	90	2,5	1	2	6
26	75	4	80	3	90	2	100	1	0	0	0
27	95	1,5	90	3	80	4	95	1,5	1	2	6
28	100	1,5	90	3,5	90	3,5	100	1,5	2	4	12
29	95	1	75	3	70	4	85	2	0	0	0
30	80	2	65	3	50	4	90	1	0	0	0
31	80	3	70	4	90	1,5	90	1,5	1	2	6
32	95	1,5	90	3	80	4	95	1,5	1	2	6
33	95	2	90	3	70	4	100	1	0	0	0
34	70	2,5	70	2,5	60	4	80	1	1	2	6
35	95	2,5	95	2,5	80	4	100	1	1	2	6
36	100	1	85	3,5	85	3,5	95	2	1	2	6
37	90	2,5	90	2,5	50	4	100	1	1	2	6
38	95	2	90	3	75	4	100	1	0	0	0
39	100	1,5	90	3	80	4	100	1,5	1	2	6
40	100	1,5	90	3,5	90	3,5	100	1,5	2	4	12
41	90	3	100	1,5	60	4	100	1,5	1	2	6

Продовження табл. Д 2.1

№	Вимога Д	R ₁	Вимога І	R ₂	Вимога Н-Т	R ₃	Вимога В.З.	R ₄	L ₁	T ₁	T _i
42	100	1	80	3	85	2	75	4	0	0	0
43	80	4	95	1	90	2,5	90	2,5	1	2	6
44	90	2,5	100	1	60	4	90	2,5	1	2	6
45	95	1	90	2,5	85	4	90	2,5	1	2	6
46	100	1	95	2,5	80	4	95	2,5	1	2	6
47	85	3	75	4	90	1,5	90	1,5	1	2	6
48	75	2	60	3	36	4	80	1	0	0	0
49	100	1	85	3,5	95	2	85	3,5	1	2	6
50	95	1,5	75	4	90	3	95	1,5	1	2	6
51	100	1	95	2,5	95	2,5	90	4	1	2	6
52	80	2,5	75	4	80	2,5	90	1	1	2	6
53	90	2,5	90	2,5	70	4	100	1	1	2	6
54	95	1,5	90	3	85	4	95	1,5	1	2	6
55	90	2	90	2	85	4	90	2	1	3	24
56	90	3,5	100	1,5	100	1,5	90	3,5	2	4	12
57	85	3	75	4	90	1,5	90	1,5	1	2	6
58	85	2	80	3	75	4	90	1	0	0	0
59	90	2,5	90	2,5	80	4	100	1	1	2	6
60	80	4	90	2	90	2	90	2	1	3	24
61	90	2	80	4	90	2	90	2	1	3	24
62	70	3,5	75	2	70	3,5	80	1	1	2	6
63	100	1	85	3	70	4	90	2	0	0	0
64	90	2,5	100	1	65	4	90	2,5	1	2	6
65	100	1,5	80	4	90	3	100	1,5	1	2	6
66	80	1,5	75	3	70	4	80	1,5	1	2	6
67	90	2,5	100	1	80	4	90	2,5	1	2	6
68	100	1	90	2,5	60	4	90	2,5	1	2	6
69	95	2,5	100	1	90	4	95	2,5	1	2	6
70	90	2,5	75	4	100	1	90	2,5	1	2	6
71	90	1,5	60	4	70	3	90	1,5	1	2	6
72	95	1	90	2	70	4	80	3	0	0	0
73	60	4	100	1	85	2	80	3	0	0	0
74	60	4	90	1	80	2,5	80	2,5	1	2	6
75	95	2	90	3	75	4	100	1	0	0	0
76	75	4	85	2	80	3	90	1	0	0	0
77	95	1	90	2,5	85	4	90	2,5	1	2	6
78	90	2,5	90	2,5	80	4	100	1	1	2	6
79	70	4	90	2	80	3	100	1	0	0	0
80	95	1,5	90	3	80	4	95	1,5	1	2	6
81	90	2	60	4	70	3	100	1	0	0	0
Σ	7155	183	6925	218	6436	260,5	7435	148,5	65	138	504

Позначення в таблиці Д.2.1: *вимога Д* – дидактична; *вимога І* – інформаційна; *вимога Н-Т* – науково-технічна; *вимога В.З.* – відповідності змісту навчального матеріалу.

Додаток Д 3
Дані для визначення компетентності експертів

Таблиця Д 3.1

№	Джерело аргументації						Коеф. аргум. Ка	Коеф. знайом. Кз	Коеф. компет. Кк
	1	2	3	4	5	6			
1	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
2	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
3	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
4	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
5	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,9
6	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
7	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,9	0,85
8	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6	0,8	0,9
9	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
10	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
11	0,3	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7	1	0,85
12	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
13	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
14	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
15	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
16	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	1	0,95
17	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	1	0,9
18	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
19	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
20	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
21	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
22	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
23	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
24	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
25	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,9	0,85
26	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
27	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7
28	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
29	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,7	0,85
30	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
31	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
32	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
33	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
34	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6	0,6	0,6
35	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
36	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
37	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,5	0,65
38	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
39	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
40	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	1	0,95

Продовження табл.. Д 3.1

№	Джерело аргументації						Коеф. аргум. Ка	Коеф. знайом. Кз	Коеф. компет. Кк
	1	2	3	4	5	6			
41	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
42	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
43	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	1	0,9
44	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
45	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
46	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
47	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
48	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
49	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
50	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
51	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
52	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7
53	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
54	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
55	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,6	0,75
56	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
57	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,85
58	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
59	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,5	0,65
60	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
61	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
62	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
63	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
64	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
65	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,7	0,85
66	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
67	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
68	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
69	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
70	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
71	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,5	0,75
72	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,85
73	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
74	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
75	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
76	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
77	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
78	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
79	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
80	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7
81	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85

Додаток Е.

Список публікацій за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації

Додаток Е 1. Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

Статті у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України:

1. Velychko S., Shulga S. Use of ict in the study of nuclear physics. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (КДПУ ім.В.Винниченка)*. Кіровоград, 2015. Вип. 8, ч. 2. С. 79-83.
2. Шульга С.В., Величко С.П. Активізація самостійної роботи студентів у фізичному практикумі з атомної фізики. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (КДПУ ім.В.Винниченка)*. Кіровоград, 2016. Вип. 9, ч. 2. С. 227-234.
3. Shulga S.V., Velychko S.P. Virtual experiments in the study of quantum physics. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. (КДПУ ім.В.Винниченка)*. Кіровоград, 2016. Вип.10, ч. 1. С. 99-105.
4. Shulga S.V., Velychko S.P. Virtual experiments: research phosphorescence. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. (КДПУ ім.В.Винниченка)*. Кропивницький, 2017. Вип. 11, ч. 2. С. 54-62.
5. Шульга С.В., Величко С.П. Посилення ролі індивідуальної пошукової діяльності студентів у фізичному практикумі з атомної фізики. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (ЦДПУ ім.В. Винниченка)*. Кропивницький, 2017. Вип. 12, ч. 3. С. 142-150.
6. Величко С.П., Сірик Е.П., Шульга С.В. Віртуальна лабораторія з вивчення основ квантової фізики. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Кам.-Под., 2018. Вип. 24: STEM-інтеграція як важлива передумова управління результативністю та якістю фізичної освіти. С. 56-59. (*Google Scholar, Index Copernicus (ICV 2016:59,45) та CEJSH*).
7. Величко С.П., Сірик Е.П., Шульга С.В. Віртуально-орієнтований практикум із фізики для студентів нефізичних спеціальностей. *Зб. наук. пр. «Педагогічні науки» (ХДУ)*. Херсон, 2018. Вип. LXXXI, Том. II. С.32-38. (*Index Copernicus*).
8. Шульга С.В., Величко С.П. Моніторинг та оцінка навчально-методичного комплексу з квантової фізики для розвитку пізнавальної діяльності студентів. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. Кропивницький, 2019, Вип. 177, ч. 2. С. 183-187.
9. Величко С.П., Шульга С.В. Оцінка ефективності і системи розвитку пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики комп'ютерно орієнтованими засобами навчання. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В.Винниченка)*. Кропивницький, 2019. Вип. 179, С. 32-38.

Статті у наукових періодичних виданнях інших держав:

10. Величко С.П., Шульга С.В. Комп'ютерно орієнтовані засоби підтримки самостійної діяльності студентів у навчанні квантової фізики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. Том 65, №3. С.103-114. (*Web of Science*)

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

Посібники:

11. Шульга С.В. Організація індивідуальної роботи студентів засобами ІКТ у підготовці та виконанні лабораторного практикуму з курсу загальної фізики (Квантова фізика): навч. посібн. для студ. фіз.-мат. фак.-ту пед. ун-тів. Кропивницький: ПП Ексклюзив-Систем, 2018. 142 с.

12. Шульга С.В. Індивідуальні завдання та навчальні проекти для студентів до лабораторного практикуму з курсу загальної фізики (Квантова фізика): навч. посібн. для студ. фіз.-мат. фак.-тів пед. ун-тів. Кропивницький: ПП Ексклюзив-Систем, 2018. 42 с.

Матеріали науково-практичних конференцій, тези доповідей:

13. Шульга С.В. До проблеми посилення самостійної роботи студентів у процесі навчання фізики атома і ядра в педагогічних університетах. *Засоби і технології сучасного навчального середовища: Матеріали XII (XXII) міжнародної науково-практичної конференції*, м. Кіровоград, 27-28 травня 2016 року. Відповід. ред.: С.П. Величко. Кіровоград: ПП Ексклюзив-Систем, 2016. С.116-118.

14. Шульга С.В. Віртуальний експеримент: дослідження спектру водню. *Засоби і технології сучасного навчального середовища: Матеріали XIII (XXIII) міжнародної науково-практичної конференції*, м. Кропивницький, 19-20 травня 2017 року. Відповід. ред.: С.П. Величко. Кропивницький: ПП Ексклюзив-Систем, 2017. С.88-90.

15. Шульга С.В. Результати перевірки методичної системи розвитку пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики. *Збірник тез матеріалів III Всеукраїнської науково-методичної конференції «Теоретико-методичні засади вивчення сучасної фізики та нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах»*, м. Суми, 28 листопада 2018 р. За ред. О.М. Завражної. Суми: Вид-во Сум. ДПУ ім. А.С. Макаренка, 2018. С.80-82.

16. Шульга С.В., Халецька З.П., Ізюмченко Л.В. Методичні особливості вивчення теми «Апроксимація функцій» студентами фізичних спеціальностей *Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Математика в сучасному технічному університеті*, м. Київ, 28-29 грудня 2017 р. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. С.290-292.

17. Величко С.П., Сірик Е.П., Шульга С.В. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання для студентів нефізичних спеціальностей. *Зб. матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі»*, м. Херсон, 13-15 вересня 2018 р. Укладач В.Д. Шарко. Херсон: Вид-во ХНТУ, 2018. С.69-71.

18. Величко С. П., Соменко Д.В., Шульга С.В. Удосконалення фізичного практикуму з квантової фізики комп'ютерно-орієнтованими засобами навчання. *Матеріали міжнародної науково-методичної конференції Проблеми математичної освіти. ПМО – 2019*. Черкаси, Україна, 11-12 квітня 2019 року. Черкаси: Вид. ФОП Гордієнко Є.І., 2019. С.199-200.

***Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:
Стаття у науковому періодичному виданні:***

19. Шульга С.В., Величко С.П. Результати перевірки методичного забезпечення для розвитку пізнавальної діяльності студентів з фізики. *Збірник наукових праць студентів і молодих науковців Фізика. Технології. Навчання*. Кропивницький: ПП Центр оперативної поліграфії Авангард, 2018. Вип. 17, С.102-107.

Додаток Е 2. Відомості про апробацію результатів дисертації

1. XII (XXII) міжнародна науково-практична конференція «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (м.Кіровоград, 27-28 травня 2016 року), очна форма участі;
2. XIII (XXIII) міжнародна науково-практична конференція «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (м.Кропивницький, 19-20 травня 2017 року), очна форма участі;
3. III Всеукраїнська науково-методична конференція «Теоретико-методичні засади вивчення сучасної фізики та нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах» (м.Суми, 28 листопада 2018 р.), дистанційна форма участі;
4. VI Міжнародна науково-практична конференція «Математика в сучасному технічному університеті» (м.Київ, 28-29 грудня 2017 р.), очна форма участі;
5. Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі» (м.Херсон, 13-15 вересня 2018 р.), дистанційна форма участі;
6. Міжнародна науково-методична конференція «Проблеми математичної освіти. ПМО» (м. Черкаси, 11-12 квітня 2019 року), дистанційна форма участі;
7. Всеукраїнська науково-практична конференція студентів і молодих науковців «Фізика. Технології. Навчання» (м.Кропивницький, 23 листопада 2018 року), очна форма участі.

Додаток Ж. Довідки про впровадження результатів наукового дослідження у вищих закладах освіти України



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Михайла Коцюбинського

вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21001, Україна, тел. (0432) 61-66-70 факс (0432) 61-28-12. E-mail: info@vspu.net код ЄДРПОУ 02125094

30.10.2018

№ 06/63

на № _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження

Шульги Сергія Володимировича з теми «Розвиток пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики комп'ютерно-орієнтованими засобами навчання» зі спеціальності 13.00.02 - теорія та методика навчання (фізика)

На базі кафедри фізики та методики навчання фізики, астрономії Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського упродовж 2015-2017 років проводилася експериментальна перевірка методичної системи розвитку пізнавальної діяльності студентів факультету математики, фізики і технологій у процесі навчання квантової фізики з використанням інформаційно-комунікаційних технологій відповідно до теми дисертації Шульги Сергія Володимировича – аспіранта кафедри фізики та методики її викладання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Основні теоретичні ідеї та методичні задуми, запропоновані автором прийоми та способи навчання підтвердили актуальність і доцільність розробленої методики й методичної системи виконання фізичного практикуму й експериментальних завдань, а використання комп'ютерно-орієнтованих матеріалів підсилювали ефективність та позитивний вплив на пізнавальну діяльність студентів.

Базуючись на результатах експериментального навчання можна дійти висновку, що запропонована Шульгою С.В. методична система розвитку пізнавальної діяльності студентів під час навчання квантової фізики з використанням інформаційно-комунікаційних технологій є ефективною та доцільною для впровадження у навчальний процес закладів вищої освіти.

Проректор з наукової роботи



проф. Коломієць А.М.

Громов (0432) 61-80-72



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ОГІЄНКА
 вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32300; тел.: (03849) 3-05-13, факс: (03849) 3-07-83, E-mail: post@kpnpu.edu.ua
 Web: http://www.kpnpu.edu.ua код ЄДРПОУ 02125616

Від 27.09.2018 № 83/18
 На № _____ від _____

ДОВІДКА

**про впровадження результатів дисертації
 «Розвиток пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики
 комп'ютерно-орієнтованими засобами навчання»
 на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук
 зі спеціальності 13.00.02 - теорія та методика навчання (фізика)
 ШУЛЬГИ СЕРГІЯ ВОЛОДИМИРОВИЧА**

На базі Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка впродовж 2017-2018 років здійснювалася експериментальна перевірка методичної системи розвитку пізнавальної діяльності студентів у процесі вивчення квантової фізики з використанням комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання, запропонованої аспірантом кафедри фізики та методики її викладання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка Шульгою С.В. Зміст, завдання та основні положення методики навчання та запропонованої методичної системи вивчення розділу «Квантова фізика» представлено в посібнику для студентів педагогічних університетів «Організація індивідуальної роботи студентів засобами ІКТ у підготовці та виконанні лабораторного практикуму з курсу загальної фізики (Квантова фізика)» та в публікаціях, серед яких основною є «Комп'ютерно-орієнтовані засоби підтримки самостійної діяльності студентів у навчанні квантової фізики» (<http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2225>).

В освітньому процесі Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка було використано методичні рекомендації до виконання 11 лабораторних робіт з квантової фізики та програмно-педагогічний продукт і комплекс засобів, які поділяють завдання до кожної лабораторної роботи на окремі складові.

На підставі позитивних відгуків викладачів та результатів експериментального навчання можна зробити висновок, що запропонована методична система розвитку пізнавальної діяльності студентів у процесі навчання квантової фізики з використанням засобів інформаційно-комунікаційних технологій є ефективною і доцільною для впровадження у практику закладів вищої освіти.

Результати впровадження було обговорено та схвалено на засіданні кафедри методики навчання фізики і дисциплін технологічної освітньої галузі Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка (протокол № 2 від 26 вересня 2018 року).

Проректор з наукової роботи,
 доктор фізико-математичних наук, професор



[Signature]
 Т.М. Конет



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені А.С. МАКАРЕНКА

вул. Роменська, 87, м. Суми, 40002, факс (0542) 22-15-17, тел. (0542) 22-14-95
E-mail: rector@sspu.sumy.ua Код ЄДРПОУ 02125510

26.09.2018 № 2325 На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження Шульги Сергія Володимировича з теми "Розвиток пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики комп'ютерно-орієнтованими засобами навчання" за спеціальністю 13.00.02 - теорія та методика навчання (фізика)

На базі Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка впродовж 2017-2018 років проводилася експериментальна перевірка методичної системи розвитку пізнавальної діяльності студентів у процесі вивчення квантової фізики з використанням комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання, що запропонована аспірантом кафедри фізики та методики її викладання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка Шульгою С.В. Зміст, завдання та основні положення методики навчання та запропонованої методичної системи вивчення розділу «Квантова фізика» представлені у посібнику для студентів педагогічних університетів: «Організація індивідуальної роботи студентів засобами ІКТ у підготовці та виконанні лабораторного практикуму з курсу загальної фізики (Квантова фізика)» та в публікаціях, серед яких основною є «Комп'ютерно-орієнтовані засоби підтримки самостійної діяльності студентів у навчанні квантової фізики» (<http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2225>)

У навчально-виховному процесі СумДПУ імені А.С.Макаренка використані: методичні рекомендації до виконання 11 лабораторних робіт з квантової фізики та програмно-педагогічний продукт і комплекс засобів, які поділяють завдання до кожної лабораторної роботи на окремі складові.

На підставі позитивних відгуків викладачів та результатів експериментального навчання можна зробити висновок, що запропонована методична система розвитку пізнавальної діяльності студентів у процесі навчання квантової фізики з використанням засобів ІКТ є ефективною і доцільною для впровадження у практику вищих навчальних закладів.

Довідка видана для пред'явлення за місцем захисту дисертації.

Ректор



Ю. О. Лянной



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОЄВРОПЕЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ

просп. Волі, 13, м. Луцьк, 43025, тел. (0332) 24-10-07, факс (0332) 72-01-23
e-mail: post@eenu.edu.ua, web: http://www.eenu.edu.ua, код ЄДРПОУ 02125102

28.09.2018 № 08-18/02/2274

на № _____ від _____

ДОВІДКА
про впровадження результатів наукового дослідження
Шульги Сергія Володимировича з теми
«Розвиток пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики
комп'ютерно-орієнтованими засобами навчання»
за спеціальністю 13.00.02 - теорія та методика навчання (фізика)

На базі кафедри експериментальної фізики та інформаційно-вимірювальних технологій Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки упродовж 2011-2015 років проводилася експериментальна перевірка методичної системи розвитку пізнавальної діяльності студентів у процесі навчання квантової фізики з використанням інформаційно-комунікаційних технологій відповідно до теми дисертаційної роботи аспіранта кафедри фізики та методики її викладання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка Шульги Сергія Володимировича. Основні теоретичні ідеї та методичні задуми автора, досвід упровадження результатів дослідження підтвердив актуальність і доцільність розробленої методики та методичної системи виконання фізичного практикуму й експериментальних завдань, а використання комп'ютерно-орієнтованих матеріалів забезпечувало ефективність та позитивний вплив на пізнавальну діяльність студентів.

Базуючись на результатах експериментального навчання можна зробити висновок, що запропонована Шульгою С.В. методична система розвитку пізнавальної діяльності студентів у процесі навчання квантової фізики з використанням інформаційно-комунікаційних технологій є ефективною та доцільною для впровадження у навчальний процес вищих навчальних закладів.

Довідка видається для пред'явлення за місцем захисту дисертації.

В. о. ректора



А.В. Цьось



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 УМАНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПАВЛА ТИЧИНИ
 20300, Черкаська обл., м. Умань, вул. Садова, 2, тел. (04744) 3-45-82, факс (04744)
 3-45-82, E-mail: post@udpu.edu.ua УДПУ імені Павла Тичини р/р 35227252004420,
 банк одержувача Державна казначейська служба України МФО 820172, код 02125639

25.10.2018р. № 2452/09
 На № _____ від _____

Г

Г

Г

Г

ДОВІДКА

про впровадження навчальних матеріалів та описаної у них методики підготовки і виконання студентами лабораторного практикуму з курсу загальної фізики (розділ «Квантова фізика»), що розроблені аспірантом кафедри фізики та методики її викладання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка **Шульгою Сергієм Володимировичем**

На базі кафедри фізики і астрономії та методики їх викладання Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини проводилася експертна оцінка методичної системи розвитку пізнавальної діяльності студентів у процесі вивчення квантової фізики з використанням комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання, що представлені у посібнику для студентів педагогічних університетів: «Організація індивідуальної роботи студентів засобами ІКТ у підготовці та виконанні лабораторного практикуму з курсу загальної фізики (Квантова фізика)» та в публікаціях, серед яких основною є «Комп'ютерно-орієнтовані засоби підтримки самостійної діяльності студентів у навчанні квантової фізики» (<http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2225>).

У навчально-виховному процесі Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини впроваджуються: методичні рекомендації до виконання 11 лабораторних робіт з квантової фізики та програмно-педагогічний продукт і комплекс засобів, які поділяють завдання до кожної лабораторної роботи на окремі складові.

На підставі позитивних відгуків викладачів кафедри фізики і астрономії та методики їх викладання та результатів експертної оцінки можна зробити висновок, що запропонована Шульгою С. В. методична система розвитку пізнавальної діяльності студентів у процесі навчання квантової фізики з використанням засобів ІКТ, що представлена у посібнику і публікаціях є ефективною і доцільною для впровадження у практику закладів вищої освіти.

Довідка видана для пред'явлення за місцем захисту дисертації.
 06506

Перший проректор



А.М. Гедзик



Міністерство освіти і науки України

**ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ВИННИЧЕНКА**

вул. Шевченка, 1, м. Кропивницький, 25006, тел. (0522) 22-18-34, факс (0522) 24-85-44
E-mail: mails@kspu.kr.ua, код ЄДРПОУ 02125415

Від 15.01.2019 № 15-к
На № _____ від _____

ДОВІДКА

**про впровадження результатів наукового дослідження
Шульги Сергія Володимировича з теми «Розвиток пізнавальної діяльності
студентів з квантової фізики комп'ютерно-орієнтованими засобами
навчання»**

за спеціальністю 13.00.02 - теорія та методика навчання (фізика)

На базі кафедри фізики та методики її викладання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка упродовж 2017-2018 років проводилася експериментальна перевірка методичної системи розвитку пізнавальної діяльності студентів у процесі навчання квантової фізики з використанням інформаційно-комунікаційних технологій відповідно до теми дисертаційної роботи аспіранта кафедри фізики та методики її викладання Шульги Сергія Володимировича.

Основні теоретичні ідеї та методичні задуми автора відображені у посібниках: «Організація індивідуальної роботи студентів засобами ІКТ у підготовці та виконанні лабораторного практикуму з курсу загальної фізики (Квантова фізика)» та «Індивідуальні завдання та навчальні проекти для студентів до лабораторного практикуму з курсу загальної фізики (Квантова фізика)».

Досвід упровадження результатів дослідження підтвердив актуальність і доцільність розробленої методики та методичної системи виконання фізичного практикуму й експериментальних завдань, а використання комп'ютерно-орієнтованих матеріалів забезпечує ефективність та позитивний вплив на пізнавальну діяльність студентів.

Базуючись на результатах експериментального навчання, можна узагальнити, що запропонована Шульгою С.В. методична система розвитку пізнавальної діяльності студентів у процесі навчання квантової фізики з використанням комп'ютерно-орієнтованих засобів, є ефективною та доцільною для впровадження у навчальний процес вищих навчальних закладів (протокол засідання кафедри фізики та методики її навчання № 5 від 20.12.2018 року).

Довідка видана для подання за місцем захисту дисертації.

Проректор з наукової роботи

С. П. Михида





МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Чернігівський колегіум» імені Т.Г.Шевченка

вул. Гетьмана Полуботка, 53, м. Чернігів, 14013, Тел. 3-36-10
 E-mail chnpu @ chnpu.edu.ua Код СДРПОУ 02125674

08.10.2018 № 50

На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
Шульги Сергія Володимировича з теми
«Розвиток пізнавальної діяльності студентів з квантової фізики
комп'ютерно-орієнтованими засобами навчання»
за спеціальністю 13.00.02 - теорія та методика навчання (фізика).

На базі кафедри фізики та астрономії Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г.Шевченка упродовж 2017-2018 років проводилася експериментальна перевірка методичної системи розвитку пізнавальної діяльності студентів у процесі навчання квантової фізики з використанням інформаційно-комунікаційних технологій відповідно до теми дисертаційної роботи аспіранта кафедри фізики та методики її викладання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка Шульги Сергія Володимировича. Основні теоретичні ідеї та методичні задуми автора, досвід упровадження результатів дослідження підтвердив актуальність і доцільність розробленої методики та методичної системи виконання фізичного практикуму й експериментальних завдань, а використання комп'ютерно-орієнтованих матеріалів забезпечувало ефективність та позитивний вплив на пізнавальну діяльність студентів.

Базуючись на позитивних результатах експериментального навчання, можна зробити висновок, що запропонована Шульгою С.В. методична система розвитку пізнавальної діяльності студентів у процесі навчання квантової фізики з використанням інформаційно-комунікаційних технологій є ефективною та доцільною для впровадження в навчальний процес закладів вищої освіти.

Довідка видана для подання за місцем захисту дисертації.

Перший проректор, проректор
 з науково-педагогічної роботи



Савченко В.Ф.
 3-40-82

проф. В.О. Дятлов