

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

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Руденко Євгеній Володимирович

УДК 377.8.091.33:539.1/.8(043.5)

**МЕТОДИКА НАВЧАННЯ АТОМНОЇ ТА ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ У
ПЕДАГОГІЧНИХ КОЛЕДЖАХ І-ІІ РІВНЯ АКРЕДИТАЦІЇ**

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.

_____ Є.В. Руденко

Науковий керівник Садовий Микола Ілліч,
доктор педагогічних наук, професор

АНОТАЦІЯ

Руденко Є.В. **Методика навчання атомної та ядерної фізики у педагогічних коледжах I-II рівня акредитації.** – 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, 2021.

Стандартом фахової передвищої освіти України та Державним стандартом базової середньої освіти висунуто вимоги до обов'язкових результатів навчання, які мають визначатись на основі компетентнісного підходу щодо реалізації мети освіти в ціннісних орієнтирах. З цього погляду перед педагогічними закладами вищої освіти актуальною виявляється двоєдина проблема: потреба підвищення теоретичного рівня освіти та підготовка фахівців як активних, мислячих, компетентних особистостей. Провідне місце в гармонійному всебічному розвитку майбутнього фахівця займає шкільний курс фізики а зокрема атомна та ядерна фізика. Визначені особливості є підставою для окреслення трьох напрямів розроблення та модернізації методики навчання атомної та ядерної фізики у педагогічних коледжах – теоретичного, прикладного та професійно орієнтованого в умовах цифровізації освіти.

Проблема формування у студентів предметної компетентності з фізики безпосередньо пов'язана з розвитком дослідницьких методів навчання, розробленням яких А. М. Алексюк, Г. П. Андрєєв, В. В. Давидов, І. Я. Лернер, А. М. Матюшкін, П. І. Підкасистий, М. М. Скаткін, М. Д. Ярмаченко та ін.

Окремі проблеми методики навчання фізики розглядали П.С. Атаманчук, Ю. П. Бендес, О. І. Бугайов, В. П. Вовкотруб, С. У. Гончаренко, В. Ф. Заболотний, С. Ю. Каменецький, Б. Г. Кременський, О. І. Ляшенко, М. Т. Мартинюк, Н. В. Подопрігора, М. І. Садовий, О. В. Сергєєв, О. В. Слободяник, О. М. Трифонова, В. Д. Шарко, М. І. Шут та інші.

Науковою спільнотою була проведена значна робота з розроблення та упровадження методик формування ключових та предметної компетентності з фізики. Проте вимоги Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 р. (розпорядження КМ № 988-р від 14.12.2016 р.), яка враховує чинники розвитку національної системи освіти в умовах стрімкої цифровізації суспільства, реалізації ідей Сталого розвитку, розроблення Державного стандарту профільної середньої освіти вимагають перегляду раніше визначених підходів до формування предметної компетентності студентів педагогічних коледжів.

Окреслений підхід передбачає розроблення такої методики навчання атомної та ядерної фізики, яка забезпечуватиме досягнення програмних результатів навчання – компетентностей, визначених Стандартом, та сприятиме формуванню суб'єктного досвіду побудови абстрактних уявлень, розвитку пізнавального інтересу і творчих здібностей, способів мислення студентів у процесі їхньої професійно орієнтованої освітньої діяльності, та усунить низку суперечностей: між соціальною потребою в компетентних особистостях, здатних застосовувати власний суб'єктний досвід у професійній діяльності й недостатньою готовністю закладів фахової передвищої освіти до формування таких властивостей у студентів; між потребою упровадження в педагогічну практику закладів фахової передвищої освіти компетентнісного підходу та недостатньою його розробленістю на теоретичному рівні навчання студентів фізики атома, ядра та елементарних частинок; між потребою педагогічної практики в організації процесу формування предметної компетентності студентів у навчанні фізики атома, ядра та елементарних частинок та недостатньою розробкою методичного забезпечення цього процесу.

Необхідність розв'язання вищезазначених суперечностей, а також недостатня розробленість проблеми впровадження компетентнісного підходу в освітній процес з фізики в педагогічних коледжах зумовили вибір теми дисертаційної роботи: «Методика навчання атомної та ядерної фізики у педагогічних коледжах I-II рівня акредитації».

Мета дослідження: теоретично обґрунтувати, розробити й експериментально перевірити методику професійно спрямованого навчання атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів відповідно до освітніх галузей Стандарту фахової передвищої освіти.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати філософську, психолого-педагогічну, науково-методичну літературу в контексті дослідження перспектив підвищення рівня навчальних досягнень студентів у навчанні фізики. як соціально-педагогічної проблеми, виокремити шляхи і способи її розв'язання.

2. Дослідити структурні складники процесу професійної спрямованості навчання фізики студентів педагогічних коледжів відповідно до вимог освітніх галузей Стандарту фахової передвищої освіти.

3. Розробити методичні засади професійно спрямованого навчання атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів відповідно до освітніх галузей Стандарту фахової передвищої освіти; визначити критерії, показники та рівні сформованості відповідної предметної компетентності.

4. Розробити та впровадити методику професійно спрямованого навчання атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів засобами інноваційних освітніх технологій та комп'ютерно-оцифрованого навчального фізичного експерименту.

5. Здійснити експериментальну перевірку методики професійно спрямованого навчання атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів.

Об'єкт дослідження: освітній процес у педагогічних фахових коледжах.

Предмет дослідження: методика професійно спрямованого навчання атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів відповідно до галузей Стандарту фахової передвищої освіти.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що:

– вперше: обґрунтовано теоретико-методологічні засади функціонування професійно спрямованого інтегративного навчання фізики (на прикладі атомної та ядерної фізики) в системі освітніх галузей Стандарту фахової передвищої

освіти на основі компетентнісного підходу; розроблено та апробовано модель формування предметної компетентності з атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів засобами системи комп'ютерного моделювання явищ мікросвіту;

– конкретизовано складники предметної компетентності з атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів у структурі освітніх галузей Стандарту фахової передвищої освіти;

– уточнено поняття професійно спрямованої предметної компетентності студентів у навчанні атомної та ядерної фізики та професійно орієнтованого освітнього середовища;

– набули подальшого розвитку методи цифровізації комп'ютерного експерименту з атомної та ядерної фізики у навчанні студентів педагогічних коледжів.

Практичне значення полягає у розробленні та апробації:

– методики професійно спрямованого навчання атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів засобами інноваційних освітніх технологій та комп'ютерно-оцифрованого навчального фізичного експерименту;

– навчального посібника «Методичні рекомендації з проведення комп'ютерного демонстраційного експерименту з квантової фізики»;

– програмних продуктів: «Інформація», «Досліди із властивостей атомів», «Досліди з властивостей елементарних частинок», «Взаємоперетворення частинок», «Фізична наукова картина світу» та методичних рекомендацій щодо їхньої реалізації в освітньому процесі педагогічних коледжів.

Результати дослідження впроваджено у практику роботи Комунального вищого навчального закладу «Жовтоводський педагогічний коледж» Дніпропетровської обласної ради (довідка №48, від 30.05.2019р.), Кременчуцького педагогічного коледжа імені А. С. Макаренка (довідка №795, від 15.05.2019р.), Вищого комунального навчального закладу «Балтське педагогічне училище» (довідка №117, від 24.05.2019р.), Комунального вищого навчального закладу «Олександрійський педагогічний коледж імені В. О. Сухомлинського» (довідка №49, від 21.03.2019р.), Чортківського

гуманітарно-педагогічного коледжу імені Олександра Барвінського (довідка №112, від 28.05.2019р.).

Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел відповідно до розділів (I розділ – 137 найменувань; II розділ – 92 найменування; III розділ – 40 найменувань) та 12 додатків. Повний обсяг дисертації – 272 сторінки, основний текст дисертації складає 196 сторінок (8,17 авт. арк.). У дослідженні представлено 10 таблиць, 36 рисунків.

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

У першому розділі «Теоретико-методологічні основи формування професійно спрямованого навчання фізики у педагогічних коледжах» здійснено аналіз Стандарту, Національної рамки кваліфікацій (5 рівень) та виділено 11 ключових компетентностей, що окреслюють зміст фізичної складової, конкретизовано зміст понять професійно спрямованої підготовки спеціалістів фахової передвищої освіти (професійна спрямованість, професійно орієнтована навчальна дисципліна), здійснено відбір продуктивних засобів навчання фізики в освітньому процесі педагогічного коледжу. Визначено поняття професійної спрямованості навчання фізики з погляду вимог до результатів навчання студентів: Концепції НУШ; освітніх галузей Стандарту; специфіки змісту навчання атомної та ядерної фізики.

У другому розділі «Особливості професійно спрямованої методики навчання атомної та ядерної фізики у передвищій педагогічній освіті» розкрито історико-генезисне становлення фундаментальних теорій і понять атомної та ядерної фізики.

Виділено особливості методики формування системи наскрізних фізичних понять з атомної та ядерної фізики у студентів педагогічних коледжів: філософський рівень (форми руху, взаємодія, збереження та ін.); особливості

формування понять (спостереження-накопичення емпіричного матеріалу; сходженням від абстрактного до конкретного); інтегративність різного ступеня спільності змісту, STEM, цифровізація; різновидність фізичних величин, моделювання макро та мікро масштабів, нанотехнології.

Третій розділ – «Організація та результати педагогічного експерименту» – присвячений експериментальній перевірці професійно спрямованої удосконаленої методики навчання атомної та ядерної фізики на основі освітніх компонентів та використання комп'ютерного експерименту.

Педагогічний експеримент проводився впродовж 2015–2019 років.

У ході проведення педагогічного експерименту перевірялись: теоретико-методологічні засади навчання квантової фізики у педагогічних коледжах I-II рівня акредитації; дієвість розробленої структури середовищного забезпечення навчання атомної та ядерної фізики; удосконалена методика навчання атомної та ядерної фізики у педагогічних коледжах; ефективність розроблених програмних продуктів; модель процесу формування предметних компетентностей з атомної та ядерної фізики у педагогічних коледжах.

Перший етап експерименту (2015–2016 рр.) полягав у ґрунтовному аналізі навчальних програм, наукової, методичної, педагогічної та психологічної літератури, підручників з атомної та ядерної фізики, а також фізики елементарних частинок; проводилося спостереження за освітнім процесом; з проблеми дослідження вивчався досвід учителів фізики.

Досліджено структуру навчального матеріалу розділу «Квантова фізика» (О. І. Ляшенко) та «Атомна і ядерна фізика» (В. М. Локтєв). У підручниках у розділі квантова фізика виділено 77 елементів знань.

Другий етап (2017–2019 рр.) передбачав з'ясувати логічну структуру знань студентів за допомогою структурно-логічних схем.

Контрольні роботи, анкетування, співбесіди, тестування проводились у 32 академічних групах і охоплювали 754 студента. Вивчення знань здійснювалось на основі поелементного аналізу результатів контрольних робіт, результатів тестування, співбесід та аналізу структурно-логічних схем.

Головною особливістю обраної організації педагогічного експерименту полягає у тому, що перевірялась запропонована професійно спрямована удосконалена методика навчання атомної та ядерної фізики засобами системи натурного і комп'ютерного фізичного експерименту, з'ясовувалися обставини, які впливають на підвищення цікавості до предмету і визначення параметрів оцінки такого впливу.

Ключові слова: педагогічні коледжі, методика професійно спрямованого навчання фізики, атомна і ядерна фізика, предметна компетентність, комп'ютерний фізичний експеримент, освітній процес.

ABSTRACT

Rudenko Ye.V. **Methods of teaching atomic and nuclear physics in pedagogical colleges of the I-II level of accreditation.** – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of pedagogical sciences (doctor of philosophy) on a specialty 13.00.02 «Theory and Methods of Teaching (Physics)» (014 – Secondary education (physics)). – Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kropyvnytskyi, 2021.

Laws of Ukraine «On Education», «On Higher Education», «On Complete General Secondary Education» (July 13, 2020 № 764-IX), the National Strategy for Education Development in Ukraine for the period 2012–2021 provide for the availability of quality, competitive education in the direction of innovative sustainable development of society; ensuring the personal development of a person in accordance with his individual abilities and lifelong learning needs. The Standard of Professional Higher Education of Ukraine (Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine № 567 of 20.12.2020) (hereinafter the Standard) and the State Standard of Basic Secondary Education (Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine № 898 of 30.09.2020) set requirements for compulsory learning outcomes, which should be determined on the basis of a competency-based approach to the realization of the purpose of education in terms of values. Among them there are: respect for the student's personality and recognition of the priority of his interests, experience, personal choice, aspirations, attitude in determining the purpose and organization of the educational process, support of cognitive interest and perseverance, etc. From this point of view, pedagogical institutions of higher education have a dual problem, on the one hand the need to increase the theoretical level of education through the search for new approaches to teaching disciplines aimed at resolving the contradiction between the requirements of high theoretical level of content in the context of subject competence, his professional orientation. and on the other - the problem of training professionals as active, thinking, competent individuals, able not only to solve professional problems in the modern world

information space, but also to adapt to new social living conditions, ready to change them, knowing the world, develop positively with him.

Some problems of methods of teaching physics were considered by P. S. Atamanchuk, Yu. P. Bendes, O. I. Bugayov, V.P. Vovkotrub, S. U. Goncharenko, V. A. Zabolotny, S. E. Kamenetsky, B. G. Kreminsky, O. I. Lyashenko, M. T. Martynyuk, N. V. Podoprygora, M. I. Sadovyi, O. V. Sergeev, O. V. Slobodyanik, O. M. Tryfonova, V. D. Sharko, M. I. Jester and others.

The scientific community has carried out significant work on the development and implementation of methods for the formation of key and subject competences in physics. However, the requirements of the Concept of implementation of state policy in the field of reforming general secondary education «New Ukrainian School» for the period up to 2029 (order of the Cabinet of Ministers № 988-r of 14.12.2016), which takes into account the factors of national education in the rapid digitalization of society, realization of ideas of Sustainable development, development of the State standard of profile secondary education demand revision of earlier defined approaches to formation of subject competence of students of pedagogical colleges.

The outlined approach involves the development of such methods of teaching atomic and nuclear physics, which will ensure the achievement of program learning outcomes - competencies defined by the Standard, and contribute to the formation of subjective experience in constructing abstract ideas, developing cognitive interest and creativity, ways of thinking students in their professional orientation. educational activities, and will eliminate a number of contradictions:

- at the socio-pedagogical level – between the social need for competent individuals who are able to apply their own subjective experience in professional activities and the lack of readiness of institutions of professional higher education to form such properties in students;

- at the scientific-theoretical level – between the need to introduce into pedagogical practice of institutions of professional higher education competence approach and its insufficient development at the theoretical level of teaching students of physics of atom, nucleus and elementary particles;

– at the practical and methodological level – between the need for pedagogical practice in the organization of the process of forming the subject competence of students in teaching physics of atom, nucleus and elementary particles and insufficient development of methodological support for this process.

The need to resolve the above contradictions, as well as the lack of elaboration of the problem of implementing a competency-based approach to the educational process in physics in pedagogical colleges led to the choice of dissertation topic: «Methods of teaching atomic and nuclear physics in pedagogical colleges I-II accreditation»

The purpose of the study: to substantiate theoretically, develop and experimentally test the methodology of professionally oriented teaching of atomic and nuclear physics to students of pedagogical colleges in accordance with the educational fields of the Standard of Professional Higher Education.

Objectives of the study:

1. To analyze the philosophical, psychological-pedagogical, scientific-methodical literature in the context of research of prospects of increase of level of educational achievements of students in teaching of physics. as a socio-pedagogical problem, to identify ways and means to solve it.

2. Investigate the structural components of the process of professional orientation of teaching physics to students of pedagogical colleges in accordance with the requirements of educational areas of the Standard of Professional Higher Education.

3. To develop methodical bases of professionally directed training of atomic and nuclear physics of students of pedagogical colleges according to educational branches of the Standard of professional higher education; to determine the criteria, indicators and levels of formation of the relevant subject competence.

4. To develop and implement methods of professionally oriented teaching of atomic and nuclear physics to students of pedagogical colleges by means of innovative educational technologies and computer-digitized educational physical experiment.

5. Carry out an experimental test of the methods of professionally oriented teaching of atomic and nuclear physics to students of pedagogical colleges.

Object of research: educational process in pedagogical vocational colleges.

Subject of research: methods of professionally oriented teaching of atomic and nuclear physics to students of pedagogical colleges in accordance with the branches of the Standard of Professional Higher Education.

The scientific novelty of the study:

- for the first time: the theoretical and methodological principles of functioning of professionally oriented integrative teaching of physics (on the example of atomic and nuclear physics) in the system of educational branches of the Standard of professional higher education on the basis of the competence approach are substantiated; the model of formation of subject competence in atomic and nuclear physics of students of pedagogical colleges by means of the system of computer model phenomena of the microworld is developed and tested;

- it is substantiated to specify the components of subject competence in atomic and nuclear physics of students of pedagogical colleges in the structure of educational branches of the Standard of professional higher education;

- the concept of professionally oriented subject competence of students in teaching atomic and nuclear physics and professionally oriented educational environment is specified;

- methods of digitalization of computer experiment in atomic and nuclear physics in teaching students of pedagogical colleges have been further developed.

The practical significance lies in the development and testing:

- methods of professionally oriented teaching of atomic and nuclear physics to students of pedagogical colleges by means of innovative educational technologies and computer-digitized educational physical experiment;

- textbook «Guidelines for conducting a computer demonstration experiment in quantum physics»;

- software products: «Information», «Experiments on the properties of atoms», «Experiments on the properties of elementary particles», «Interaction of particles»,

«Physical scientific picture of the world» and guidelines for their implementation in the educational process of pedagogical colleges.

The results of the study were implemented in the practice of the Municipal Higher Educational Institution «Zhovtovodsk Pedagogical College» Dnipropetrovsk Regional Council (reference № 48, from 30.05.2019), Kremenchug Pedagogical College named after A. S. Makarenko (reference № 795, from 15.05.2019), Higher Municipal Educational Institution «Baltic Pedagogical College» (reference № 117, dated 24.05.2019), Municipal Higher Educational Institution «Alexandria Pedagogical College named after V. O. Sukhomlinsky» (reference № 49, dated 21.03.2019), Chortkiv Humanitarian and Pedagogical College named after Oleksandr Barvinsky (reference № 112, dated 28.05.2019).

The dissertation consists of an introduction, three sections, conclusions to each section, general conclusions, a referens list used in accordance with sections (Section I – 137 items; Section II – 91 items; Section III – 39 items) and 12 appendices. The full volume of the dissertation is 272 pages, the main text of the dissertation is 196 pages (8,17 authors). The study presents 10 tables, 36 figures.

The introduction substantiates the relevance, defines the purpose, object, subject, tasks and methods of research, reveals the scientific novelty and practical significance of the results; information on the personal contribution of the author, implementation, testing of results, as well as publications and the structure of the dissertation.

The first section «Theoretical and methodological foundations of the formation of professionally oriented teaching of physics in pedagogical colleges» analyzes the Standard, the National Qualifications Framework (level 5) and identifies 11 key competencies that outline the content of the physical component, specifies the content of professional training (professional orientation, professionally oriented discipline), the selection of productive means of teaching physics in the educational process of the pedagogical college. The concept of professional orientation of teaching physics in terms of requirements for student learning outcomes is defined: Concepts of NUS; educational areas of the Standard; specifics of the content of teaching atomic and nuclear physics.

The second section «Features of professionally oriented methods of teaching atomic and nuclear physics in higher pedagogical education» reveals the historical and genetic formation of fundamental theories and concepts of atomic and nuclear physics.

Peculiarities of the method of forming a system of end-to-end physical concepts in atomic and nuclear physics for students of pedagogical colleges are highlighted: philosophical level (forms of movement, interaction, preservation, etc.); features of concept formation (observation-accumulation of empirical material; ascent from abstract to concrete); integrativeness of different degree of common content, STEM, digitalization; variety of physical quantities, modeling of macro and micro scales, nanotechnology.

The third section – «Organization and results of a pedagogical experiment» – is devoted to experimental professionally oriented advanced methods of teaching atomic and nuclear physics based on educational components and the use of computer experiments.

The pedagogical experiment was conducted during 2015–2019.

During the pedagogical experiment the following were checked: methodological principles of teaching quantum physics in pedagogical colleges of the I-II level of accreditation; the effectiveness of the developed structure of environmental support for the training of atomic and nuclear physics; improved methods of teaching atomic and nuclear physics in pedagogical colleges of the I-II level of accreditation; efficiency of developed software products; model of the process of formation of subject competencies in atomic and nuclear physics in educational institutions of the I-II level of accreditation.

The first stage of the experiment (2015–2016) consisted of a thorough analysis of curricula, scientific, methodological, pedagogical and psychological literature, textbooks on atomic and nuclear physics, as well as particle physics; the educational process was monitored; the experience of teachers of physics was studied on the research problem.

The structure of the educational material of the section «Quantum Physics» (O. I. Lyashenko) and «Atomic and Nuclear Physics» (V. M. Loktev) is studied. In the textbooks in the section of quantum physics there are 77 elements of knowledge.

The second stage (2017–2019) involved finding out the logical structure of students knowledge using structural-logical schemes.

Tests, questionnaires, interviews, were conducted in 32 academic groups and covered 754 students. The study of knowledge was carried out on the basis of element-by-element analysis of test results, test results, interviews and analysis of structural and logical schemes.

The main feature of the chosen organization of pedagogical experiment is that the proposed professionally oriented improved method of teaching atomic and nuclear physics by means of system of natural and computer physical experiment was checked, the circumstances influencing the interest in the subject and determining the parameters of such impact .

Keywords: pedagogical colleges, methods of professionally oriented teaching of physics, atomic and nuclear physics, subject competence, computer physical experiment, educational process.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації**

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Садовий М. І., **Руденко Є. В.** Історичний огляд теорій класифікацій елементарних частинок. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2004. Вип. 55. С. 325–328.
2. Садовий М. І., **Руденко Є. В.** Використання мультимедійних технологій у фізичному експерименті з ядерної фізики. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2007. Вип. 72; Ч. 1. С. 279–285.
3. Садовий М. І., **Руденко Є. В.** Вивчення процесів ядерної фізики у середній школі. *Information Technologies and Learning Tools*. 2010. Вип. 20. № 6. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/391> (дата звернення 10.03.2019).
4. Садовий М. І., **Руденко Є. В.** Новітні інформаційні технології на сучасному уроці фізики. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія. Педагогічні науки*. 2012. Вип. 99. С. 111–115.
5. Садовий М. І., **Руденко Є. В.** Експериментальні задачі з використанням новітніх інформаційних технологій на сучасному уроці фізики. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2015. Вип. 8; Ч. 1. С. 122–126.
6. Садовий М. І., **Руденко Є. В.** Застосування прикладного програмного забезпечення на позакласних заняттях із фізики у педагогічних навчальних закладах I-II рівня акредитації. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2016. Вип. 9; Ч. 3. С. 172–175.
7. Садовий М. І., **Руденко Є. В.** Системний підхід у вивченні атомної і ядерної фізики у педагогічних коледжах. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2016. Вип. 10; Ч. 3. С. 83–86.

8. Руденко Є. В., Садовий М. І. Активізація пізнавального інтересу учнів при навчанні квантової фізики з використанням історичного матеріалу. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. 2017. Вип. 11; Ч. 4. С. 90–93.

9. Руденко Є. В. Проблеми єдності та суперечливості квантових фізичних процесів і явищ у пізнанні мікросвіту. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. 2018. Вип. 168. С. 193–196.

10. Руденко Є. В. Результати експериментальної перевірки методики навчання квантової фізики в педагогічних коледжах I-II рівня акредитації. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. 2019. Вип. 177; Ч. 2. С. 60–63.

Публікації у періодичних наукових виданнях інших держав:

11. Садовий М. І., **Руденко Є. В.**, Проценко Є. П., Вергун І. В. Методика висвітлення науково-педагогічної спадщини І.Є.Тамма із застосуванням білінгвального підходу в освітньому процесі з квантової фізики. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. Budapest, Hungary* 2019. Issue: 188, № VII(77). P. 52–54.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

Посібник:

12. Руденко Є. В. Методичні рекомендації з проведення комп'ютерного демонстраційного експерименту з квантової фізики / За ред. М. І. Садового. Кропивницький: ФІРМА БРІЗ, 2018. 140 с.

Матеріали науково-практичних конференцій, тези доповідей:

13. Руденко Є. В., Садовий М. І. Використання на сучасному уроці фізики експериментальних задач на базі новітніх інформаційних технологій. *Сучасні тенденції навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі. зб. матеріалів доп. учасн. II міжнар. наук.-практ. інтернет-конф.*, 15–16 жовт. 2015 р. Кіровоград: КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. С. 56–59.

14. Руденко Є. В., Садовий М. І. Проблеми системного підходу на сучасному уроці фізики *Проблеми та інновації в природничо-математичній і професійній освіті: зб. матеріалів доп. учасн. III міжнар. наук.-практ. онлайн-*

інтернет конф., 17–22 жовт. 2016 р. Кіровоград: КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. С. 84–85.

15. Руденко Є. В. Результати педагогічного експерименту з методики навчання квантової фізики в педагогічних коледжах I-II рівня акредитації. *Проблеми та інновації в природничо-математичній і професійній освіті: зб. матеріалів доп. учасн. VIII міжнар. наук.-практ. онлайн-інтернет конф.* 05–23 квітня 2019 р. Кропивницький: ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. С. 134–135.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

Статті у наукових періодичних виданнях:

16. Садовий М. І., Руденко Є. В. Поняття квантової механіки в школі: проблеми й перспективи. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2005. Вип. 60; Ч. 1. С. 287–294.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	21
ВСТУП.....	22
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНО СПРЯМОВАНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ У ПЕДАГОГІЧНИХ КОЛЕДЖАХ	31
1.1. Формування професійно значимих якостей студентів педагогічного коледжу.....	31
1.2. Сучасні технології формування професійно значимих якостей студентів педагогічного коледжу в результаті реалізації стандарту початкової освіти	46
1.3. Особливості взаємозв'язків структурних елементів фізики (на прикладі розділу «Атомна та ядерна фізика») у структурі теоретико-експериментаторського освітнього середовища початкової школи	58
1.4. Процес формування предметних професійно спрямованих компетентностей з фізики (на прикладі атомної та ядерної фізики) у закладах фахової передвищої освіти.....	73
Висновки до першого розділу.....	83
Список використаних джерел до першого розділу	85
РОЗДІЛ 2. ОСОБЛИВОСТІ ПРОФЕСІЙНО СПРЯМОВАНОЇ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ АТОМНОЇ ТА ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ У ПЕРЕДВИЩІЙ ПЕДАГОГІЧНІЙ ОСВІТІ.....	99
2.1. Методологічні та світоглядні засади у навчанні фізики (на прикладі атомної та ядерної фізики)	99
2.2. Концептуальні засади розвитку методики навчання фізики у педагогічних коледжах	115
2.3. Особливості методики формування системи наскрізних фізичних понять з атомної та ядерної фізики у студентів педагогічних коледжів.....	133
2.4. Особливості методики постановки фізичного експерименту з атомної та ядерної фізики для педагогічних коледжів	165

	20
2.5. Система фізичного експерименту з атомної та ядерної фізики	181
Висновки до другого розділу	202
Список використаних джерел до другого розділу	203
РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ПЕДАГОГІЧНОГО	
ЕКСПЕРИМЕНТУ	213
3.1. Організація педагогічного експерименту	213
3.2. Результати педагогічного експерименту	224
3.3. Експертна оцінка професійно спрямованої методики навчання студентів педагогічних коледжів.....	233
Висновки до третього розділу.....	240
Список використаних джерел до третього розділу	241
ВИСНОВКИ	246
ДОДАТКИ.....	249

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АЧТ – абсолютно чорне тіло

ЗЗСО – заклади загальної середньої освіти

ЗВО – заклади вищої освіти

ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології

НУШ – нова українська школа

ОЦР – освітньо-цифрові ресурси

ППЗ – педагогічний програмний засіб

ТЗН – технічні засоби навчання

ВСТУП

Закони України «Про освіту», «Про вищу освіту», «Про повну загальну середню освіту» (від 13 липня 2020 року № 764-IX), Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період 2012–2021 роки передбачають доступність якісної, конкурентоздатної освіти в напрямі інноваційного сталого розвитку суспільства; забезпечення особистісного розвитку людини відповідно до її індивідуальних здібностей і потреб навчання впродовж усього життя. Стандартом фахової передвищої освіти України (наказ МОН України № 567 від 20.12.2020 р.) (далі Стандарт) та Державним стандартом базової середньої освіти (постанова Кабінету Міністрів України № 898 від 30.09.2020 р.) висунуто вимоги до обов'язкових результатів навчання, які мають визначатись на основі компетентнісного підходу щодо реалізації мети освіти в ціннісних орієнтирах. З-поміж яких такі як повага до особистості учня та визнання пріоритету його інтересів, досвіду, власного вибору, прагнень, ставлення у визначенні мети та організації освітнього процесу, підтримка пізнавального інтересу та наполегливості тощо. З цього погляду перед педагогічними закладами вищої освіти актуальною виявляється двоєдина проблема, з одного боку, – це потреба підвищення теоретичного рівня освіти через пошук нових підходів у викладанні дисциплін спрямований на розв'язання суперечності між вимогами високого теоретичного рівня змісту навчання в контексті формування предметної компетентності та його професійною спрямованістю, а з іншого, – проблема підготовки фахівців як активних, мислячих, компетентних особистостей, здатних не лише до розв'язання професійних завдань в сучасному світовому інформаційному просторі, а й пристосовуватися до нових суспільних умов життя, готових змінювати їх, пізнаючи світ, позитивно розвиватися разом із ним.

Проблема формування у студентів предметної компетентності з фізики безпосередньо пов'язана з розвитком дослідницьких методів навчання, розробленням яких А. М. Алексюк, Г. П. Андрєєв, В. В. Давидов, І. Я. Лернер, А. М. Матюшкін, П. І. Підкасистий, М. М. Скаткін, М. Д. Ярмаченко та ін.

Окремі проблеми методики навчання фізики розглядали П. С. Атаманчук, Ю. П. Бендес, О. І. Бугайов, В. П. Вовкотруб, С. У. Гончаренко, В. Ф. Заболотний, С. Ю. Каменецький, Б. Г. Кремінський, О. І. Ляшенко, М. Т. Мартинюк, Н. В. Подопрігора, М. І. Садовий, О. В. Сергеев, О. В. Слободяник, О. М. Трифонова, В. Д. Шарко, М. І. Шут та інші.

Науковою спільнотою була проведена значна робота з розроблення та упровадження методик формування ключових та предметної компетентності з фізики. Проте вимоги Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 р. (розпорядження КМ № 988-р від 14.12.2016 р.), яка враховує чинники розвитку національної системи освіти в умовах стрімкої цифровізації суспільства, реалізації ідей Сталого розвитку, розроблення Державного стандарту профільної середньої освіти вимагають перегляду раніше визначених підходів до формування предметної компетентності студентів педагогічних коледжів.

Нормативними документами (наказ МОН України № 1539 від 24.11.2017 р. та наказ МОН України № 570 від 01.06.2018 р.) визначено, що загальноосвітні дисципліни, в тому числі і фізика, в закладах передвищої освіти вивчаються за навчальними програмами закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО), хоч кінцеві цілі підготовки випускників у них (згідно Стандартів) не корельовано. Історично склалося, що фізика до реформи 1970–1972 рр. вивчалася за циклічної моделі засвоєння знань на засадах емпірично-індуктивного підходу, який не в повній мірі забезпечував дотримання вимог дидактичних принципів науковості, наочності та зв'язку з життям. Досвід упровадження методик навчання фізики 80–90-х років ХХ ст. в умовах знаннієвої парадигми розвитку освіти переконує, що емпірично-індуктивний підхід у навчанні атомної та ядерної фізики у педагогічних коледжах I-II рівня акредитації виявився ефективним оскільки віддзеркалює методологію наукового пізнання в природничих науках. Проте вивчення розділу атомної та ядерної фізики є виключенням, насамперед через високу абстрактність понять і явищ мікросвіту, що потребує вирішення проблеми адаптації наукових методів

теоретичних узагальнень квантових понять у площині шкільних умов. У закладах фахової передвищої освіти ця проблема набуває додаткової вимоги – забезпечення професійного контексту освітньої діяльності.

Визначені особливості є підставою для окреслення трьох напрямів розроблення та модернізації методики навчання атомної та ядерної фізики у педагогічних коледжах – теоретичного, прикладного та професійно орієнтованого в умовах цифровізації освіти. Усвідомлення студентами педагогічних коледжів об'єктивності фізичних законів є визначальним для формування їхнього наукового світогляду та однієї з ключових компетентностей, визначених Концепцією Нової української школи (НУШ), – основних компетентностей у природничих науках і технологіях. З цього погляду, засоби комп'ютерного моделювання в навчанні атомної та ядерної фізики виконують не лише унаочнювальну функцію, але й сприяють формуванню досвіду роботи студентів з комп'ютерною технікою.

Окреслений підхід передбачає розроблення такої методики навчання атомної та ядерної фізики, яка забезпечуватиме досягнення програмних результатів навчання – компетентностей, визначених Стандартом, та сприятиме формуванню суб'єктного досвіду побудови абстрактних уявлень, розвитку пізнавального інтересу і творчих здібностей, способів мислення студентів у процесі їхньої професійно орієнтованої освітньої діяльності, та усунить низку суперечностей:

на соціально-педагогічному рівні – між соціальною потребою в компетентних особистостях, здатних застосовувати власний суб'єктний досвід у професійній діяльності й недостатньою готовністю закладів фахової передвищої освіти до формування таких властивостей у студентів;

на науково-теоретичному рівні – між потребою упровадження в педагогічну практику закладів фахової передвищої освіти компетентнісного підходу та недостатньою його розробленістю на теоретичному рівні навчання студентів фізики атома, ядра та елементарних частинок;

на практико-методичному рівні – між потребою педагогічної практики в організації процесу формування предметної компетентності студентів у

навчанні фізики атома, ядра та елементарних частинок та недостатньою розробкою методичного забезпечення цього процесу.

Необхідність розв'язання вищезазначених суперечностей, а також недостатня розробленість проблеми впровадження компететнісного підходу в освітній процес з фізики в педагогічних коледжах зумовили вибір теми дисертаційної роботи: **«Методика навчання атомної та ядерної фізики у педагогічних коледжах I-II рівня акредитації».**

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконувалось відповідно до тематичного плану наукових досліджень кафедри фізики та методики її викладання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка і є складовою тем: «Система управління якістю підготовки майбутніх учителів математики, фізики та інформатики на основі інформаційно-комунікаційних технологій» (протокол № 5 від 08.12.2011 р.); лабораторії дидактики фізики Інституту педагогіки Національної академії педагогічних наук України в Центральноукраїнському державному педагогічному університеті імені Володимира Винниченка (протокол № 7 від 29.10.2015 р.), «Теоретико-методичні основи навчання фізики у загальноосвітніх і вищих навчальних закладах» (0116U005381, з 2016 р.).

Тему дисертаційного дослідження затверджено на засіданні вченої ради Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (протокол № 4 від 26.10.2015 р.).

Об'єкт дослідження: освітній процес у педагогічних фахових коледжах.

Предмет дослідження: методика професійно спрямованого навчання атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів відповідно до галузей Стандарту фахової передвищої освіти.

Мета дослідження: теоретично обґрунтувати, розробити й експериментально перевірити методику професійно спрямованого навчання атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів відповідно до освітніх галузей Стандарту фахової передвищої освіти.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати філософську, психолого-педагогічну, науково-методичну літературу в контексті дослідження перспектив підвищення рівня навчальних досягнень студентів у навчанні фізики. як соціально-педагогічної проблеми, виокремити шляхи і способи її розв'язання.

2. Дослідити структурні складники процесу професійної спрямованості навчання фізики студентів педагогічних коледжів відповідно до вимог освітніх галузей Стандарту фахової передвищої освіти.

3. Розробити методичні засади професійно спрямованого навчання атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів відповідно до освітніх галузей Стандарту фахової передвищої освіти; визначити критерії, показники та рівні сформованості відповідної предметної компетентності.

4. Розробити та впровадити методику професійно спрямованого навчання атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів засобами інноваційних освітніх технологій та комп'ютерно-оцифрованого навчального фізичного експерименту.

5. Здійснити експериментальну перевірку методики професійно спрямованого навчання атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів.

Методи дослідження:

– *теоретичні* – аналіз філософської, психолого-педагогічної, науково-методичної літератури (п. 1.1, 1.2, 2.1, 2.2), порівняльний аналіз Стандартів ЗЗСО та закладів фахової передвищої освіти, навчальних програм, підручників та планів; структурно-логічний аналіз освітніх галузей Стандарту фахової передвищої освіти з метою визначення структурних складників предметної компетентності з атомної та ядерної фізики (п. 2.4); математичне моделювання явищ мікросвіту засобами цифровізації освітнього процесу (п. 2.5); змістового узагальнення навчального матеріалу з розділу атомної та ядерної фізики (п. 2.3); систематизація й узагальнення теоретичних та емпіричних даних щодо розвитку особистості студента в освітньому середовищі (п. 1.3, 1.4);

– *емпіричні* – спостереження, опитування (анкетування, інтерв'ювання, тестування), бесіди, експертні оцінки для виявлення вихідного стану освітнього середовища в процесі педагогічного експерименту; проведення дослідницьких лабораторних робіт та експериментальних вправ із атомної та ядерної фізики (п. 3.1);

– *статистичні* – методи математичної статистики (кількісний та якісний аналіз), використані для оцінювання ефективності розробленої методики професійно спрямованого навчання атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів та перевірки гіпотези дослідження (п. 3.1, 3.2); комп'ютерні технології оброблення одержаних результатів педагогічного експерименту (п. 3.3).

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що:

– *вперше*: обґрунтовано теоретико-методологічні засади функціонування професійно спрямованого інтегративного навчання фізики (на прикладі атомної та ядерної фізики) в системі освітніх галузей Стандарту фахової передвищої освіти на основі компетентнісного підходу; розроблено та апробовано модель формування предметної компетентності з атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів засобами системи комп'ютерного моделювання явищ мікросвіту;

– *конкретизовано* складники предметної компетентності з атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів у структурі освітніх галузей Стандарту фахової передвищої освіти;

– *уточнено* поняття професійно спрямованої предметної компетентності студентів у навчанні атомної та ядерної фізики та професійно орієнтованого освітнього середовища;

– *набули подальшого розвитку* методи цифровізації комп'ютерного експерименту з атомної та ядерної фізики у навчанні студентів педагогічних коледжів.

Практичне значення полягає у розробленні та апробації:

– методики професійно спрямованого навчання атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів засобами інноваційних освітніх технологій та комп'ютерно-оцифрованого навчального фізичного експерименту;

– навчального посібника «Методичні рекомендації з проведення комп'ютерного демонстраційного експерименту з квантової фізики»;

– програмних продуктів: «Інформація», «Досліди із властивостей атомів», «Досліди з властивостей елементарних частинок», «Взаємоперетворення частинок», «Фізична наукова картина світу» та методичних рекомендацій щодо їхньої реалізації в освітньому процесі педагогічних коледжів.

Результати дослідження впроваджено у практику роботи Комунального вищого навчального закладу «Жовтоводський педагогічний коледж» Дніпропетровської обласної ради (довідка № 48, від 30.05.2019 р.), Кременчуцького педагогічного коледжу імені А. С. Макаренка (довідка № 795, від 15.05.2019 р.), Вищого комунального навчального закладу «Балтське педагогічне училище» (довідка № 117, від 24.05.2019 р.), Комунального вищого навчального закладу «Олександрійський педагогічний коледж імені В.О. Сухомлинського» (довідка № 49, від 21.03.2019 р.), Чортківського гуманітарно-педагогічного коледжу імені Олександра Барвінського (довідка № 112, від 28.05.2019 р.).

Особистий внесок автора в працях, опублікованих у співавторстві: у статтях «Історичний огляд теорій класифікацій елементарних частинок» та «Активізація пізнавального інтересу учнів при навчанні квантової фізики з використанням історичного матеріалу» автором здійснено науковий аналіз класифікацій елементарних частинок у контексті історичної ретроспективи та виявлено роль історичного матеріалу в активізації пізнавального інтересу студентів у навчанні атомної та ядерної фізики; у публікаціях «Використання мультимедійних технологій у фізичному експерименті з ядерної фізики», «Вивчення процесів ядерної фізики у середній школі», «Новітні інформаційні технології на сучасному уроці фізики», «Експериментальні задачі з використанням новітніх інформаційних технологій на сучасному уроці фізики», «Застосування прикладного програмного забезпечення на позакласних заняттях

із фізики у педагогічних навчальних закладах I-II рівня акредитації» автором розглянуто можливості застосування нових інформаційних технологій при вивченні розділу «Атомна та ядерна фізика»; у статтях «Системний підхід у вивченні атомної і ядерної фізики у педагогічних коледжах» та «Поняття квантової механіки в школі; проблеми й перспективи» описано, розроблену автором методичку формування уявлень з атомної та ядерної фізики в структурі сучасної наукової картини світу; у статті «Методика висвітлення науково-педагогічної спадщини І.Є.Тамма із застосуванням білінгвального підходу в освітньому процесі з квантової фізики» автором проаналізовано наукову школу І.Є. Тамма та її вплив на розвиток наукового розуміння взаємозв'язку та матеріальної єдності поля й речовини; у тезах «Використання на сучасному уроці фізики експериментальних задач на базі новітніх інформаційних технологій» та «Проблеми системного підходу на сучасному уроці фізики» визначено роль експериментаторських задач та системного підходу на сучасному уроці фізики.

Апробація результатів дослідження. Основні положення та результати дослідження були апробовані на різного рівня конференціях і семінарах: міжнародних: «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (Кіровоград, 2007), «Сучасні тенденції навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі» (Кіровоград, 2015), «Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю» (Кам'янець-Подільський, 2015), «Сучасні тенденції навчання природничо-математичних та технологічних дисциплін у загальноосвітній та вищій школі» (Кропивницький, 2016), «Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті» (Кропивницький, 2017, 2018, 2019), «Actual Problems of Science and Education APSE – 2019» (Будапешт, 2019); всеукраїнських: «Марафон STEM-уроків» (Кропивницький, 2018), «Розвиток сучасної природничо-математичної освіти: реалії проблеми якості, інновації» (Запоріжжя, 2019), «Наука очима молоді – 2019» (Запоріжжя, 2019); міжрегіональних: «Теоретико-методичні засади

вивчення сучасної фізики та нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах» (Суми, 2015).

Публікації. Результати дисертаційного дослідження відображені у 16 публікаціях, з них 4 написані без співавторів. Основні наукові результати дисертації представлені 11 статтями, з них 10 опубліковані у наукових фахових виданнях України, 1 – у періодичному виданні іноземної держави. До праць апробаційного характеру відносяться: 1 навчальний посібник, 3 тези. Додатково відображає наукові результати дисертації 1 стаття. Загальний обсяг публікацій становить 12,47 авт. арк., з них 9,56 авт. арк. – частка, що належить здобувачеві.

Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел відповідно до розділів (I розділ – 137 найменувань; II розділ – 92 найменування; III розділ – 40 найменувань) та 12 додатків. Повний обсяг дисертації – 272 сторінки, основний текст дисертації складає 196 сторінок (8,17 авт. арк.). У дослідженні представлено 10 таблиць, 36 рисунків.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНО СПРЯМОВАНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ У ПЕДАГОГІЧНИХ КОЛЕДЖАХ

1.1. Формування професійно значимих якостей студентів педагогічного коледжу

Глобалізаційні та інтеграційні процеси у світовому освітньому просторі початку XXI ст. закономірно викликали зміни у систему підготовки фахівців педагогічних коледжів. Постала проблема окреслити стратегічну мету таких змін, сформованих МОН України у новаціях у початковій освіті: перехід від знанневої парадигми до компетентнісної; надання свободи у діяльності вчителя; розвиток зацікавлення і підвищення мотивації учнів у навчанні; повага до гідності учня, створення умов для саморозвитку і самовираження учнів. Основним в такому підході є зміна цілей навчання, а не стандартів, зміна підходів у навчанні, а не результатів навчання [58]. Такі зміни спрямовують освітній процес на його професійну спрямованість, і відповідно й зміну акцентів у підготовці педагогічних фахівців педагогічних коледжів.

Проблему фахової підготовки учителів початкової освіти глобалізованого суспільства, особливості їх професійної діяльності вивчали Н. М. Бібік, О. А. Біда, С. У. Гончаренко, О. А. Дубасенюк, І. А. Зязюн, І. А. Колесникова, Н. Г. Нічкало, В. М. Полонський, О. С. Радул, О. Я. Савченко, Л. Л. Хоружа, М. М. Фіцула, І. І. Шапошнікова та ін.

Теоретичні основи дидактики, в тому числі і початкової ланки освіти заклали В. С. Ледньова, І. Я. Лернер, В. В. Раєвський, М. М. Скаткін та ін.

Методологія професійно спрямованого навчання ґрунтується на системі світоглядних принципів і способів організації і побудови теоретичної і практичної діяльності суб'єктів навчання педагогічних коледжів закладених у стандарті початкової освіти, основних закономірностях формування змісту природничо-наукової складової початкової освіти (на прикладі методики

навчання фізики), подальшого її розвитку, з'ясування понять і категорій, методів і підходів, пізнавальних процедур, принципів Нової української школи.

Постановою Кабінету Міністрів України від 21 лютого 2018 р. № 87 затверджено Державний стандарт початкової освіти. Визначено, що початкова освіта є першим рівнем повної загальної середньої освіти. Вона відповідає першому рівню Національної рамки кваліфікацій [88]. Така освіта передбачає всебічний розвиток дитини, її здібностей, творчості через уміле формування компетентностей та окреслення наскрізних умінь в рамках певних вікових та індивідуальних психофізіологічних особливостей, усвідомлення цінностей та допитливості. Концептуальною метою такого підходу є становлення світогляду учня як суб'єкта життєдіяльності завдяки сформованості системи взаємопов'язаних ключових, загально-предметних і предметних компетентностей. Компетентність розглядається, відповідно до Закону України «Про освіту» (стаття 1), як інтегрована якість особистості, що являє собою динамічну комбінацію знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей, що визначає здатність особи успішно соціалізуватися, провадити професійну та/або подальшу навчальну діяльність [36].

Виходячи із вищезазначеного, реалізація світоглядної компетентнісної моделі в початковій освіті передбачає, формування в учнів низки компетентностей зазначених державним стандартом (соціальної, громадянської, державницької та культурної) упровадження STEM-освіти тощо. Фахівці початкової освіти мають чітко проводити межу між процесом і результатами навчання, а учні мають навчитися розрізняти знання про факти, явища, закономірності, способи дій. І це в першу чергу відноситься до фізики [118].

Поставлені в Законі України «Про освіту» [36] завдання (результат, освітні галузі, наскрізні уміння) мають виконуватися у специфічному середовищі, де забезпечується реалізація вимог Стандарту через формування професійно спрямованих компетентностей суб'єктів навчання. На рис. 1.1

показано структуру та зміст такого середовища, визначені наскрізні змістові лінії формування професійно спрямованого навчання.



Рис. 1.1. Структурно-логічна схема середовища формування професійно спрямованого світоглядного спрямування компетентності студентів спеціальності початкова освіта

Змістова лінія – тематична єдність, яка окреслює внутрішню структуру та систематизує конкретні очікувані результати кожної освітньої галузі: мовно-літературна, математична, природнича, технологічна, інформатична, соціальна і здоров'язбережувальна, громадянська і історична, мистецька, фізкультурна. Визначені в них завдання має реалізувати у своїй практичній діяльності учитель початкової освіти на основі компетентнісного підходу. Така система визначена Стандартом фахової передвищої освіти України освітньо-професійного ступеня Фаховий бакалавр спеціальності 013 Початкова освіта 2020 р. (наказ МОН України від 20 листопада 2020 р. № 567), який базується на Державному стандарті початкової освіти 2018 р. (Постанова КМУ № 87 від 21.02.2018 р.). У

вказаній системі визначено 11 основних професійно спрямованих ключових компетентностей, у більшості з яких знання, уміння, навички, цінності формуються з використанням фізичних понять, явищ, процесів. Звідси впливає завдання виділили основні блоки та елементи освітнього середовища такого навчання та сформували відповідну структурно логічну схему цього процесу (рис. 1.1). Відповідно таке середовище є професійно спрямоване, уніфіковане і є орієнтром для використання в освітньому процесі знань не лише фізики, а й інших навчальних предметів. У дослідженні такого середовища, як приклад, ми сконцентрували увагу на одному із найбільш інформатичних і новітніх розділів фізики – атомна та ядерна фізики. Побудова структури світоглядного освітнього середовища здійснювалася з урахуванням галузевого принципу формування змісту (9 освітніх галузей), окресленого у стандарті початкової освіти та принципів структурно аналізу, який передбачає логічну послідовність дій із встановлення структурних зв'язків між динамічними елементами системи.

Формування такої структурно-логічної схеми ми здійснювати на основі аналізу змісту та методики навчання не всього курсу фізики, а одного із визначальних її розділів – атомна та ядерна фізики, де сконцентрована значна інформатична частина. Такий підхід може бути поширеним і на інші розділи фізики та інших навчальних дисциплін.

Таке середовище складається із трьох блоків (рис. 1.1), які визначають змістові лінії і наповнені змістовими світоглядними показниками:

- вільне володіння державною мовою, що передбачає уміння усно і письмово висловлювати свої думки, почуття, пояснювати факти;
- активно використовувати мову в комунікативних ситуаціях, розуміти прості висловлювання іноземною мовою;
- виявляти прості природні математичні залежності в природі, мати навички математичного моделювання процесів та ситуацій, усвідомлювати роль математичних знань та вмінь в житті людини;

– формувати усвідомлену обізнаність у галузі природничих наук, техніки, уміти самостійно організовувати і узагальнювати спостереження, робити припущення і висновки, пізнавати себе і навколишній світ;

– забезпечувати здатність успішно навчатися, здійснювати професійну діяльність, відчувати себе частиною спільноти, брати участь у справах громади;

– усвідомлювати основи екологічного природокористування, дотримання правил природоохоронної поведінки, розуміти важливість збереження природи для сталого розвитку суспільства;

– опанувати цифровою грамотністю для розвитку і спілкування, здатністю використовувати засоби інформаційно-комунікаційної діяльності навчання впродовж життя;

– забезпечувати співпрацю з членами суспільства для досягнення спільної мети, активність в житті класу і школи, уміння діяти в конфліктних ситуаціях, дбайливе ставитися до власного здоров'я і збереження здоров'я інших людей;

– залучати до різних видів мистецької творчості (образотворче, музичне та інші види мистецтв);

– мати уявлення про підприємливість та фінансову діяльність, бути ініціативним, готовим брати відповідальність за власні рішення, усвідомлювати етичні цінності співпраці.

О. Я. Савченко визначала: «Враховуючи інтегрований характер кожної компетентності, ми рекомендуємо систематично використовувати внутрішньо-предметні і міжпредметні зв'язки, які сприяють цілісності результатів початкової освіти та переносу умінь у нові ситуації, є передумовою використання інтегрованих курсів та інтегрованих уроків» [99]. Таким чином, реалізація переваг компетентнісного підходу, насамперед передбачає застосування різних видів інтеграції. Виходячи з визначених установок та структури створеного середовища для навчання фізики ми виділили узагальнені спільні ключові професійно спрямовані компоненти середовища початкової освіти (рис. 1.2).

Професійна спрямованість особистості формується в особистісно-спрямованому освітньому просторі, до якого входять: компоненти споріднених

(окреслених у навчальному плані спеціальності) творчо-розвивальних просторів навчальних предметів, що окреслюються фракталом соціального простору. Під простором розглядається умова і результат діяльності суб'єкта, її результат. Особливістю є і те, що діяльнісно-результативна освіта має бути відрізнитися технологічністю освітнього процесу та формувальним оцінюванням результату навчання.

Формування професійної світоглядно спрямованої компетентності студентів педагогічних коледжів має здійснюватися в єдності трьох аспектів: професійного, загальнокультурного й особистісного. Виходячи з цього ми виокремили узагальнені спільні ключові професійно спрямовані компетентності (рис. 1.2), які мають бути наскрізними у підготовці майбутніх учителів початкової освіти.

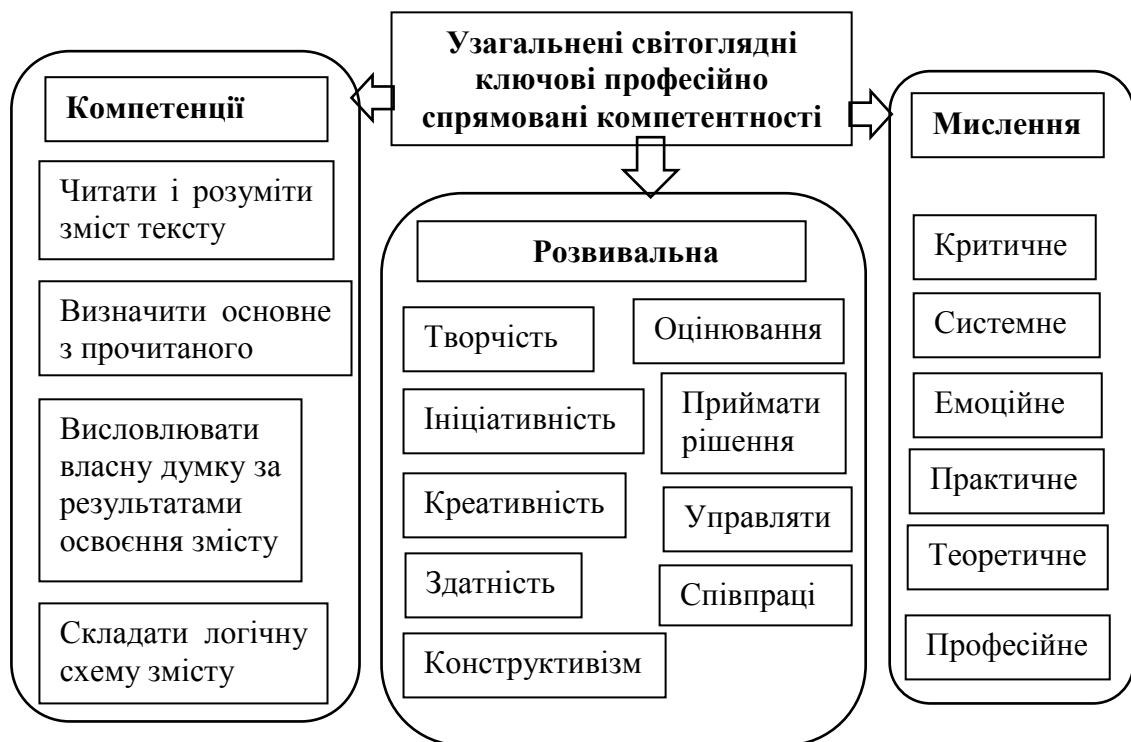


Рис. 1.2. Узагальнені світоглядні ключові професійно спрямовані компоненти середовища початкової освіти

Таким чином, сформована структурно-логічна схема середовища, що спрямована на забезпечення формування компетентності студентів педагогічного коледжу, є орієнтиром для майбутніх фахівців початкової освіти засобами природничих дисциплін і, зокрема фізики. Спільні його показники

відповідають пункту 10 стандарту в частині досягнення результатів навчання, що мають проявлятися у студентів педагогічних коледжів через поняття освіченість, введене В. О. Огнев' юком для виокремлення нового еволюційного типу людини [76].

На рис. 1.3 зображено блок хмаро-орієнтованого середовища «освіченість». Звідси випливає мета кожної складової середовища. Зокрема, метою природничо-освітньої галузі є формування складових компетентностей природничих наук, техніки і технологій, екологічної та інших ключових показників компетентностей. Це досягається через формування у студентів педагогічних коледжів знань, умінь, навичок, усвідомлення ними цінностей результатів учіння, способів діяльності впродовж всього життя, що в цілому складає світогляд фахівця. В основі вказаного лежить генеруюче поняття освіченість, яке концентрує розвиток здібностей, усвідомлену взаємодію з природою, систему мислення, відповідальність за майбутнє держави, близьких і себе. Цілісно це виражається через сформований науковий світогляд.

Поряд з виділеними вище поняттями ми акцентували увагу на поняття «спрямованість», яку С. Л. Рубінштейн розглядав як сукупність основних інтересів, потреб, нахилів і прагнень людини [129].

Вчений Б. І. Додонов поняття спрямованість тлумачить як систему потреб [31].

Л. І. Божович під спрямованістю розуміє сукупність мотивів [129].

За К. К. Платонова спрямованість є комплексом потягів, нахилів, бажань, інтересів, ідеалів, світогляду [129].

Так як майбутній фахівець початкової освіти має бути освіченим за 9-а освітніми галузями (згідно стандарту початкової освіти) постає проблема дослідити поняття професійна спрямованість.

С. С. Мартинова у професійній спрямованості розглядає ті потреби і інтереси, що пов'язані з поведінкою суб' єктів навчання в оволодінні майбутньою професійною діяльністю.

Дослідниця Г. А. Гектіна професійну спрямованість визначає не тільки успішністю діяльності у вибраній професії, але й впливом на статус і всю життєву позицію особистості [23].

Професор О. В. Ледньова окреслює, що професійна спрямованість виступає фундаментом надійної конструкції, де в процесі навчання зводиться могутній корпус спеціальних знань, умінь і навичок [54].

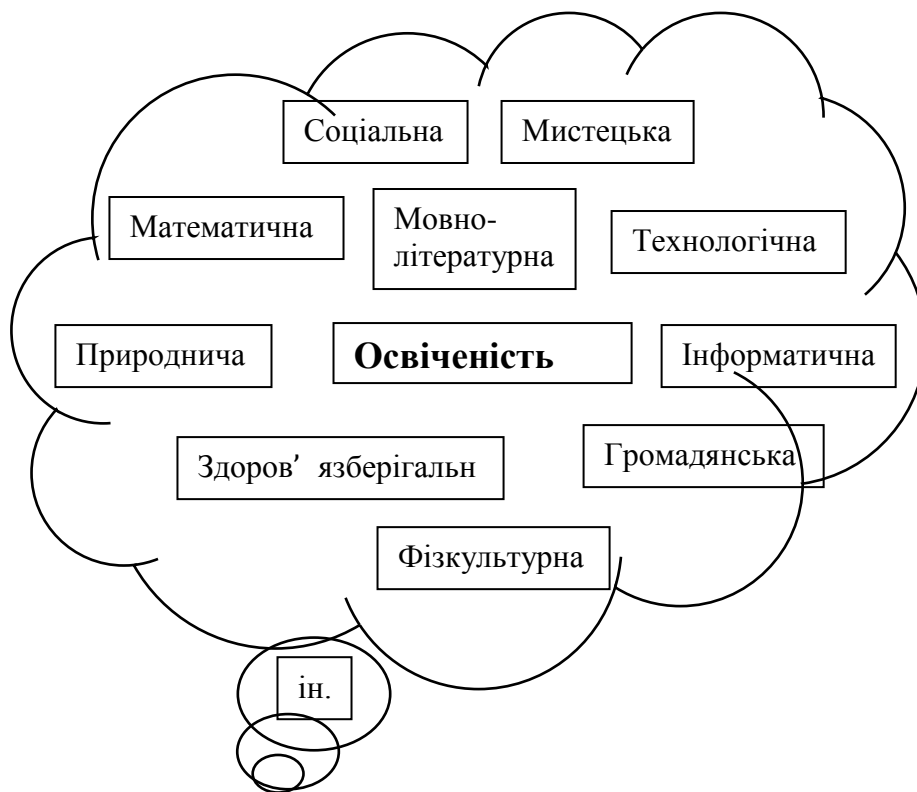


Рис. 1.3. Хмаро орієнтоване середовище «освіченість»

В. Г. Маралов розглянув психологічні основи формування професійно-педагогічної спрямованості особистості студентів педагогічних училищ [65].

О. І. Москалюк дослідила проблему формування професійної спрямованості у майбутніх соціальних педагогів [72].

Л. М. Романишина вивчала проблему формування професійної спрямованості навчання природничих дисциплін у системі підготовки медичного працівника середньої ланки [92].

Таким чином, у змісті поняття професійна спрямованість дослідники вбачають як специфічну діяльність з формування професіоналізму майбутніх

учителів початкової освіти та як внутрішнє джерело особистісного професійного розвитку суб'єкта діяльності.

Проте серед педагогів і психологів відсутнє єдине трактування змісту поняття професійна спрямованість. Історично дане поняття вперше розглянуто в освітньому процесі з метою інтегрування природничих, математичних та професійно-технічних дисциплін. Відповідно зміст даного поняття спрямовувався на ті знання й уміння, що були необхідні для освоєння нової техніки та технологічних процесів [129].

Згідно нинішньої парадигми з урахуванням результатів досліджень вчених професійну спрямованість ми розглядаємо з точки зору:

- вираження соціально-психологічної установки на освітній вид педагогічної діяльності, окреслення її цілей і завдань з оволодіння професією;
- засобу задоволення власних потреб майбутнього фахівця педагогічної освіти, засобом розвитку знань, умінь, здібностей особистості;
- динамічного утворенням, яке змінюється відповідно до уподобань і переконань, а також поставлених завдань.

Таким чином, професійна спрямованість ми розглядаємо як провідний поліструктурний принцип навчання [6; 14], що проявляється в цілісному поєднанні загальної і професійної освіти та орієнтації навчання цілісної системи педагогічної освіти, що складається із взаємопов'язаних підструктур.

Враховуючи викладені висновки вчених суть професійно-орієнтованої навчальних дисциплін навчального плану педагогічного коледжу, на нашу думку, полягає у зміщенні акцентів із вузькоспеціалізованого до проблемно-орієнтованого професіоналізму. Інтегративне знання має стати необхідною умовою формування системного мислення майбутніх фахівців початкової освіти. Це не просте змішування навчальних предметів. Йдеться про створення покоління проблемно-орієнтованих інтегративних циклів навчальних дисциплін, міждисциплінарний синтез і об'ємне, поліпредметне бачення результатів освітньої діяльності. З цього погляду професійно-орієнтована навчальна дисципліна фізика призначена надавати базові знання та навички,

ознайомлювати з сучасними методами виготовлення та дослідження, зокрема нано- та макрооб'єктів та ін.

На нашу думку, професійна орієнтація загальноосвітніх навчальних предметів педагогічних коледжів формується трьома складовими:

– **інтегративною частиною професійно спрямованого змісту** навчальних предметів педагогічного коледжу (природничих, гуманітарних, суспільствознавчих наук, методик їх навчання) та визначення парадигми запровадження їх у освітню діяльність на базі навчальної дисципліни фізика. Тут ми виходимо з посилки, що свідомість, цілісний розвиток, індивідуальні особливості студента коледжу зумовлюються повною освітньою картиною (викладену у навчальному плані) засобами світосприймання. Це сприйняття від одного навчального предмету до іншого, а відповідно й поведінка змінюється від уроку до уроку. Тоді студент одержує різні «кусочки» одного досвіду з іншим, які нерідко є не зв'язані між собою. Виникає суцільна гама суперечностей. Загальновідомо, що формування змісту навчальних дисциплін педагогічних коледжів згідно Державного стандарту має здійснюватися через наповнення професійно орієнтованим змістом.

Дж. Гіббоне під інтегруванням розглядає **поєднання внутрішніх** частини систем так, щоб кінцевий результат перевершував суму їх значень до інтеграції.

Н. С. Антонов поняття «**інтеграція**» розглядає в природному протиставленні до поняття «**диференціація**» за високого рівня системності: це процес взаємопроникнення, ущільнення, уніфікації знання, який проявляється через єдність з протилежним йому процесом розчленування, розмежування, диференціації.

У творах Н. Т. Костюк, «інтеграція – це процес взаємодії елементів із заданими властивостями, що супроводжується встановленням, ускладненням і зміцненням істотних зв'язків між цими елементами на основі достатньої підстави, в результаті якої формується інтегрований об'єкт (цілісна система) з якісно новими властивостями, у структурі якого зберігаються індивідуальні властивості вихідних елементів».

Таким чином, інтеграція фізичного знання в зміст педагогічної освіти – це процес взаємодії, об'єднання, взаємовпливу, взаємопроникнення, взаємозближення, відновлення єдності двох або більше систем, результатом якого є утворення нової цілісної системи, яка набуває нових властивостей та взаємозв'язків між оновленими елементами системи. Предметні межі (роздільники) зникають, коли вчителі заохочують учнів робити зв'язок між дисциплінами й спиратися на знання і навички з кількох предметних галузей [2].

Визначення терміну «інтеграція» з педагогічної точки зору передбачає взаємопроникнення показників компонентів навчальних дисциплін, які генетично спорідненість: внутрішні зв'язки, знання та уявлень про світ та людину та ін. На нашу думку, таку інтеграцію в педагогічних коледжах можна здійснювати на базі курсу фізики.

Окремо ми виділяємо поняття педагогічна інтеграція, як різновид наукової інтеграції. Вона здійснюється в межах педагогічної теорії і практики на базі фізики, як основи науково-технічного прогресу. Тоді з практичної точки зору має місце прозоре прогнозування: створення цілісних методів пояснення широкого кола споріднених понять, що вивчаються у різних навчальних предметах; доцільні логічні зв'язки однотипних частин і показників змісту, що веде до саморозвитку особистості.

Таким чином, інтегрування на базі змісту навчальної дисципліни фізика є якісно відмінний від традиційних способів структурування, презентації та засвоєння програмового змісту спеціальності 013 Початкова освіта, що забезпечує системний виклад знань у нових логічних взаємозв'язках і має визначальний вплив на розвиток особистості;

– **специфічним базовим змістом навчання фізики** та інших природничих загальноосвітніх навчальних дисциплін згідно Стандартів загальної початкової освіти, ЗЗСО та Стандарту спеціальності 013 Початкова освіта першого бакалаврського ступеня вищої освіти. Для цього ми пропонуємо визначити освітні наскрізні лінії кожного навчального предмету коледжу і в подальшому формувати їх зміст на тлі поля стандарту педагогічної освіти з

межами елементів і зв'язків. Загальноосвітні дисципліни в педагогічних коледжах, в тому числі і фізика переважно вивчається впродовж перших двох років, коли студенти ще не мають достатнього рівня сформованості професійної компетентності. Цього недоліка можна уникнути через запровадження інтегративних курсів природничих, гуманітарних, соціально-економічних та професійних наук. Тому спеціально створені знання з фізики, природознавства мають бути взаємно інтегровані у професійно орієнтований зміст української мови і особливо літератури з урахуванням лінгвокультурних особливостей. Такий підхід забезпечує систему мовно комунікативних навичок, які мають бути складниками освітньої професійної програм майбутнього випускника педагогічного коледжу.

Таким чином, перезавантаження змісту освіти (курикулярна реформа) полягає у здійсненні інтеграції навчальних предметів спеціальності 013 Початкова освіта через зростання кількості проектної, командної, групової діяльності у освітньому процесі. Мається на увазі виважена інтеграція, наприклад української літератури та зарубіжної літератури в єдиний предмет «Література», інтегративність фізики, хімії, географії та біології – у предмет «Природничі науки» («Природознавство» у 1–6 класах, та у 10–12 класах неприродничих профілів) за аналогією із загальноприйнятим у світі навчальним курсом «Science». У 7–9 класах передбачається інтеграція змісту освіти, без об'єднання предметів.

У Канаді природничі науки (інтегрований курс Science: фізика, хімія, біологія) вивчаються у початковій школі, а у старшій школі в 10 класі (Grade 10) «Наука» (Science – комплексний предмет, що включає вивчення хімії, фізики, біології) разом із математикою та англійською мовою входить до переліку трьох обов'язкових предметів.

В розділі 10 в прикінцевих та перехідних положеннях Закону України «Про повну загальну середню освіту» визначено запровадження профільної освіти, яка можливо буде базуватися на інтегрованих навчальних дисциплінах.

– специфіка основ методики профільно спрямованого навчання, яка базується на змісті професійно-орієнтованих дисциплін ґрунтується на

Методичних рекомендаціях щодо організації освітнього простору Нової української школи затверджених наказом МОН України № 283 від 23 березня 2018 р. Педагогічна наука визначає освітній процес (систему навчання) як багаторівневу ієрархічну структуру. Виходячи з цього ми виокремили у навчанні фізичних явищ, процесів, понять, суджень цільовий, стимулювально-мотиваційний, змістово-когнітивний, операційно-діяльнісний, контрольнорегулятивний й оцінювально-результативний компонентами, які є властивими для всіх освітніх галузей початкової освіти. Підставою для цього є присутність їх у змісті як фізики, так і кожної навчальної дисципліни педагогічного коледжу (згідно навчального плану) та методик їх навчання студентів педагогічних коледжів. Тому вказані компоненти можуть успішно виконувати інтегративну функцію початкової освіти.

Цільовий компонент полягає у відображенні усвідомленої викладачем освітньої інтегративної траєкторії навчання і сприйняття майбутніми фахівцями мети і завдань навчальних дисциплін та їх інтегративного курсу. Тоді для кожного навчального предмету логічно визначається зміст і технологія підготовки майбутніх фахівців спеціальності початкова освіта, що містить загальнокультурні показники, охоплює сферу інтересів і цінностей студентів. Система показників компоненту включає питання розширення світоглядної (основа фізика) і культурної компетентності, серед яких чинне місце займає освіта, навколишнє середовище, країнознавство, соціальні й економічні проблеми та ін. До цільового компоненту ми відносимо важливий показник розвиток творчо-світоглядної активності студентів в ході мовленнєвої діяльності, включаючи й іншомовну професійно-орієнтовану. Тоді фіксується рівень здібностей майбутніх фахівців, їх здатність до ефективного реалізації комунікативної і загальнонаукової (в основі покладено фізику) компетенцій: умінь логічно висловлюватися, володіти мовними засобами спілкування, вільно висловлювати ставлення до навчальних проблем та ін.

Змістовий компонент охоплює систему знань, умінь і навичок, способів діяльності, форм поведінки, якими має оволодіти студент у процесі навчальної діяльності, тобто бути компетентним учителем початкової освіти. Його

наповнення визначається структурно-логічною композицією навчального плану, робочими програмами навчальних дисциплін, підручниками, посібниками, засобами навчання спеціальності, де фізична складова займає чинне місце.

Операційно-діяльнісний компонент спеціальності має відображати процесуальну сторону організації навчання науково обґрунтованими методами, прийомами, засобами освітнього процесу. Він має відобразитися у інтегрованому змісті навчальних дисциплін у закономірному взаємозв'язку, де має місце поточний контроль і регулювання.

Контрольно-регулятивний компонент є проявом більше психічної активності, спрямованої на самоконтроль і саморегуляцію.

Стимулювально-мотиваційний компонент є одним із центральних у психології особистості, так як є предметом дослідження мотиваційно-ціннісної сфери діяльності студента. Він проявляється в інтересах, цінностях, цілях, намірах, намірах та ін. Стрижнем особистості є її спрямованість.

Оцінювально-результативний компонент передбачає з'ясування оцінювання викладачами рівнів досягнутих результатів, самооцінку студентами власних досягнень.

Виділені компоненти є різними сторонами освітнього процесу і у єдності можуть забезпечувати визначений стандартом результат.

Методичні підходи і технології навчання студентів педагогічних коледжів загальнонаукових дисциплін мають бути наскрізними для цілісної системи всіх конкретних методик навчання різних навчальних дисциплін, передбачення їх у навчальному плані початкової освіти (додаток А). В цьому полягає специфіка методики навчання й фізики (в педагогічних коледжах) в широкому контексті того, що відбувається в сучасному глобалізованому світі загалом і, зокрема у галузі педагогічної освіти коледжів у період кардинальної модернізації. Така методика значно відрізняється від методики навчання фізики у ЗЗСО.

Методика формування у студентів наскрізних природничознавчих компетентностей в ході навчання інших професійно спрямованих дисциплін навчального плану спеціальності 013 Початкова освіта має базуватися на:

– здатності накопичувати інформацію з явищ, процесів природи в ході навчання фізики;

– умінні відображати відомості про сучасні наукові досягнення, де фізика є домінуючою;

– навичках систематизації, узагальнення, інтерпретування для задоволення інформаційних потреб майбутнього фахівця. За системного підходу інтеграція визначається як процес взаємодії систем знань з метою створення нової, яка набуває нових властивостей завдяки зміні властивостей показників та зв'язків між ними;

– умінні приймати рішення в ході навчання.

Методика навчання орієнтована на актуальні блоки (рис. 1.2), в рамках яких можлива подальша професійна кар'єра, продовження навчання за іншими рівнями вищої освіти та формування професійно орієнтованого навчання фахових нормативних дисциплін. Ми зробили акцент на аналізі формування здатності:

– використовувати базові теоретичні знання та практичні уміння з циклів математичної та природничо-наукової, професійної та практичної підготовки для формування у студентів ключових і предметних компетентностей згідно із державними вимогами до рівня їх загальноосвітньої підготовки з освітніх галузей; інтернет-ресурсів, програмного забезпечення (електронні підручники, комп'ютерні програми) для організації ефективного освітнього процесу в школі I ступеня та самоосвіти;

– розв'язувати широке коло завдань у галузі початкової освіти шляхом розуміння їх психолого педагогічних і методичних засад;

– забезпечити ефективний зв'язок освітнього процесу в педагогічних коледжах, опираючись на глибокі знання і розуміння змісту та принципів дидактики.

Таким чином, у нормативних документах, висновках науковців окреслено, що мета навчання фізики у педагогічних коледжах впливає із мети початкової освіти визначеної стандартом і передбачає предметний чи інтегративний характер освітнього процесу.

1.2. Сучасні технології формування професійно значимих якостей студентів педагогічного коледжу в результаті реалізації стандарту початкової освіти

Державний стандарт початкової освіти для ЗЗСО реалізується починаючи із 2018 р. Для педагогічних закладів першого (бакалавр) та другого (магістр) рівня вищої освіти є лише проект Стандарту спеціальності 013 Початкова освіта, яким користуються університети, як основою для формування освітніх професійних програм автономних університетів. Педагогічні коледжі (училища) України у навчальній діяльності керуються базовим навчальним планом початкової освіти.

Державний стандарт початкової освіти передбачає реалізацію повної або часткової інтеграції окреслених в ньому освітніх галузей, де фізика займає провідне місце (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1

Інтеграція освітніх галузей з навчальними предметами з фізичним змістом

Освітня галузь	Мета і завдання галузі: формування компетентності	Навчальні предмети		К-ть год
Мовно-літературна 1-2 класи	Ключових, загально-предметних, предметних	українська мова українська література	Я пізнаю світ	1
Математична 1-2 класи	Математична логіка	Математика Еврика	Я пізнаю світ	11,25
Природнича 1-2 класи 4 клас	Узагальнюючих, Систематизуючих, Моделюючих	Я пізнаю світ Людина і світ Навчаємося разом Я досліджую світ		2,25 2,5 1,5 1
Мистецька 1-2 класи	Художньо-естетична	Мистецтво	Я пізнаю світ	1
Фізкультурна 1-2 класи		Фізична культура	Я пізнаю світ	1
Соціальна і здоров'я-збережувальна 1-2 класи	Соціальної комунікації	Я досліджую світ		1
Громадянська та історична 1-2 класи	Громадянські цінності	Я досліджую світ	Я пізнаю світ	1
Технологічна 1-2; 4 класи	Креативно-технологічні знання та здібності	Трудове навчання, сходинки до інформатики	Я пізнаю світ	1

В таблиці 1.1 подана інформація інтегративного характеру для освітніх галузей для 1-4 класів через навчальні дисциплін. Орієнтовна кількість годин для навчання дисциплін вказана у правому стовпчику, що безпосередньо пов'язані з поняттями, явищами, процесами фізики. Навчальна дисципліна «Природознавство» вивчається у 3 класі.

В курсі «Природознавство» вивчається курс «Людина і світ» 2,5 год на тиждень у 4 класі.

В математичній галузі формуються предметні компетентності: інтерактивні освітні технології, технології критичного мислення, STEM освіта, дослідження навколишнього світу засобами математики.

Для прикладу ми здійснили аналіз базових навчальних планів Комунального вищого навчального закладу «Нікопольський педагогічний коледж» Дніпропетровської обласної ради» спеціальності 013 Початкова освіта Освітньо-кваліфікаційний рівень: молодший спеціаліст, кваліфікація – вчитель з початкової освіти, а також аналогічний план спеціальності 012 Дошкільна освіта [78]. Обидва плани мають велику спільність, так як в них базові навчальні предмети однакові. До базових предметів віднесено: «Українську мову», «Українську літературу», «Зарубіжну літературу», «Іноземну мову», «Історію: Україна і світ» (у іншому варіанті передбачено вивчення окремих предметів: «Історія України», «Всесвітня історія»), «Громадянську освіту», «Математику», «Природничі науки» (у другому варіанті передбачено вивчення окремих природничих дисциплін: «Фізика і астрономія», «Біологія і екологія», «Хімія», «Географія»), «Фізична культура», «Захист Вітчизни». В інших педагогічних коледжах впроваджено аналогічні навчальні плани. Крім базової загальноосвітньої підготовки студенти педагогічних коледжів вивчають професійно педагогічні цикли та методика навчання дисциплін (табл. 1.2).

Ми здійснили порівняння навчальних планів педагогічних коледжів та ЗЗСО. У 10–11 класах навчальним планом відведено стабільну кількість навчальних годин (табл. 1.2).

На суспільствознавчі навчальні предмети в цілому відведено 464 навчальні години, що складає близько 8 %; на мову та літературу 1013 годин –

16,9 % (з урахуванням дитячої літератури 150 годин відсоток складає 19,4 %); на іноземну мову 449 годин – 7,5 % (разом на мови та літературу приходиться 26,9 % навчального навантаження на студента коледжу); на природознавство, технології, трудове навчання відведено 994 годин – 16,6 %; на педагогіку та психологію 496 годин – 8,3 %; математику 214 годин – 3,6 %.

Таблиця 1.2

Розподіл навчальних дисциплін згідно навчального плану

Навчальні дисципліни	Педагогічні коледжі		ЗЗСО
	I-II курс	III-IV курс	
Математика	214		204
Суспільствознавчі (історія, право, громадянська освіта, культурологія)	292 (70; 105; 78; 39)	172 (90; 60; 22)	27
Захист Вітчизни	105		102
Мова і література	623 (141; 80; 78; 280; 44)	390 (240; 150)	476
Іноземна мова	299 (140; 109; 50)	150	136
Природознавство (хімія, біологія і екологія, географія, фізика)	600 (122; 148; 245; 85)		272
Фізкультура і здоров'я	215	300	204
Технології, інформатика, мистецтво	330 (144; 120; 66)	64	204
Факультативи, індив. заняття			170
Профільні предмети, спецкурси		84	680
Охорона праці		90	
Анатомія і фізіологія, валеологія	90		
Педагогіка		420	
Психологія	44	76	
Дитяча література		150	
Методика навчання математики		150	
Методики навчання виховання, мистецтва		420	
Методики навчання мов та літератури		390	
Методики навчання «Я у світі», природознавства, трудового навчання, технологій, інформатики		330	2720
Разом	2812	3186	2720

Із циклу навчання методик на методику навчання математики, курсу «Я у світі», природознавства, трудового навчання, технологій, інформатики відводиться 480 годин – 8 %.

Таким чином, закладені нормативи у Базовому навчальному плані початкової школи на природничо-математично-технологічну й інформатичну галузі відведено 28,2 % навчального часу, майже третина. Враховуючи, що фізика є основою науково-технічного прогресу й у значній мірі інтегрована у

всі природничі дисципліни, математику, інформатику, технології, трудове навчання вона є однією із провідних у підготовці фахівців спеціальності педагогічна освіта.

У порівнянні із навчальним планом ЗЗСО на вивчення математики виділено практично однакову кількість годин. Проте у педагогічних коледжах на навчання природничих дисциплін відводиться 600 годин – ЗЗСО – 272; на технології та інформатику у коледжах 394 години, у ЗЗСО – 204.

Таким чином, приведений аналіз навчальних планів переконливо показує, що традиційна методика навчання фізики для ЗЗСО, як основи природничих, технологічних, інформаційних дисциплін не може в повній мірі забезпечити підготовку компетентного учителя початкової школи, здатного до реалізації Державного стандарту спеціальності 013 Початкова освіта педагогічних коледжів. У цьому зв'язку є потреба у формуванні всіх складових методики навчання фізики для педагогічних коледжів пронизаних світоглядними ідеями, яка є відмінною від методики навчання фізики у ЗЗСО.

З цією метою ми окреслили загальні наскрізні змістові лінії професійно спрямованої фахової перед вищої освіти з використанням знань природничих наук, зокрема, фізики (рис. 1.4).

Під поняттям професійна спрямованість (див. п. 1.1) ми передбачаємо цілісну збалансовану систему між можливостями суб'єктів навчання, професійними інтересами і соціальним замовленням, яка формується на науково обґрунтованих принципах навчання, психолого-педагогічних підходах, методах та засобах інноваційного впливу спрямованого на професійне самовизначення в конкретних видах професійної діяльності. При цьому визначальним є професійна готовність майбутнього учителя початкових класів як інтегрованого вираження усієї множини підструктур особистості.

Виходячи із приведеного визначення ми створили модель у вигляді структурно-логічної схеми професійно спрямованої освіти (рис. 1.4). На нашу думку, вона має складатися із блоків: професійно спрямований освітній простір; інноваційність; якості особистості, які забезпечують професійність у

діяльності; сутність професійності; світоглядну складову; принципи, на яких вони ґрунтуються.



Рис. 1.4. Модель професійно спрямованої фахової передвищої освіти з використанням знань природничих наук, зокрема, фізики

Традиційно у педагогічних коледжах здійснювалося розрізнене загальноосвітнє предметне навчання фізики, хімії, біології та ін. предметів. Виходячи з приведенного аналізу та висновків досліджень С. Г. Литвиної [59], О. М. Трифонової [119] ми вважаємо, що у педагогічних коледжах слід практикувати інтегративне навчання загальнонаукових навчальних предметів з використанням інновацій, які спрямовані на формування компетентного фахівця початкової освіти.

Впродовж останнього десятиліття набула розвитку ідея іновативності навчання (передбачає обов'язковість нового результату), яку ми вважаємо забезпечити через упровадження елементів STEM освіти (О. С. Кузьменко),

цифрову трансформацію, махатроніку, робототехніку (О. С. Мартинюк, Д. В. Соменко, О. М. Трифонова, М. В. Хомутенко), наскрізність упровадження нового змісту освіти.

Без наскрізності використання світоглядних ідей фізики, інших природничих дисциплін важко сформувати науковий світогляд майбутніх учителів початкових класів, які покликані створити його у школярів молодшого віку Нової української школи.

До створеної моделі ми включили поняття професійності, яке включає, насамперед професійний інтелект, професійну майстерність, професійне навчання, його дуальність [90].

В основі сформованої моделі покладено принципи дитиноцентризму (максимальна реалізація задатків суб'єктів навчання – О. Я. Савченко), фундаментальності (О. М. Трифонова) та суб'єкт-суб'єктної взаємодії (компетентнісний, діяльнісний, особистісно спрямований, системний, ресурсний підходи). Така модель підпорядкована і відповідає вимогам стандарту початкової школи.

Нормативно формування навчальної програми з фізики й інших природничих дисциплін для педагогічних коледжів має здійснюватися згідно Базового навчального плану вищої педагогічної освіти [30], і забезпечувати студентів компетентностями:

– відкрити світ природи, набуває досвіду її дослідження, шукає відповіді на запитання, спостерігає за навколишнім світом, експериментує та створює навчальні моделі, виявляє допитливість та отримує радість від пізнання природи [30];

– опрацювати та систематизувати інформацію природничого змісту, отриману з доступних джерел, та представити її у різних формах;

– усвідомити розмаїття природи, взаємозв'язки її об'єктів та явищ, пояснити роль природничих наук і техніки в житті людини, відповідально поводитися у навколишньому світі [30];

– критично оцінити факти, поєднати новий досвід з набутим раніше і творчо його використати для розв'язування проблем природничого характеру.

Ми розглянули обов'язкові результати навчання здобувачів освіти по галузях для спеціальності 013 Початкова освіта згідно додатку №1 до Державного стандарту спеціальності Початкова освіта [30]. Їхнє формування підпорядковані принципу наступності та перспективності розвитку початкової освіти. На основі виділених 6 розділів, що складають галузі початкової освіти, в подальшому доповнили додаток стандарту через трансформацію до нього адаптованих знань з фізики. На нашу думку, такий підхід є переконливим, щоб зробити черговий висновок про те, що методика навчання фізики має свої особливості у порівнянні із старшою школою ЗЗСО, так як кінцева мета в них різна. Такий зміст можна формувати двома шляхами: створення нової структури змісту фізики; доповнити існуючий зміст програми з фізики для ЗЗСО окремими змістовими лініями і відповідною адаптованою інформацією. Для цього ми здійснили аналіз розділів освітніх галузей стандарту і сформували їхню структуру (рис. 1.5).

У математичній освітній галузі [30] виділено знання, які майбутні фахівці спеціальності початкова освіта набувають засобами фізики по кожному компоненту.

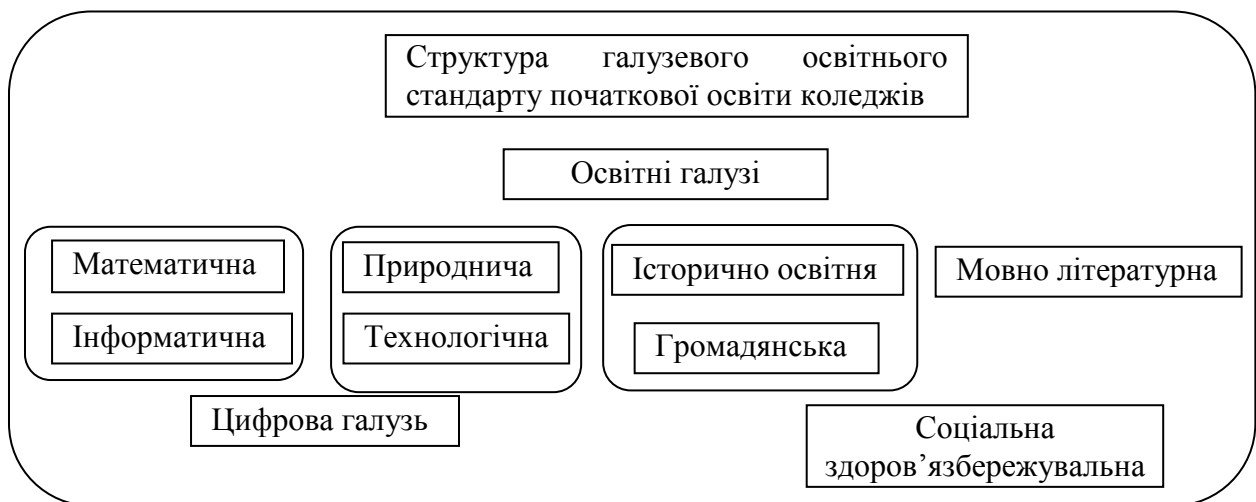


Рис. 1.5. Структура галузевого освітнього стандарту

Метою інформатичної освітньої галузі, є формування інформаційно-комунікаційної компетентності та інших ключових компетентностей, здатності до розв'язання проблем з використанням цифрових пристроїв, інформаційно-комунікаційних технологій та критичного мислення для розвитку, творчого

самовираження, власного та суспільного добробуту, навичок безпечної та етичної діяльності в інформаційному суспільстві усвідомлено використовує інформаційні і комунікаційні технології та цифрові пристрої для доступу до інформації, спілкування та співпраці, як творець та (або) споживач, а також самостійно опановує нові технології. Елементна база інформатики в значній мірі ґрунтується на знаннях фізики [30].

Виділені галузі не є відокремленими, ізольованими. Зміст математичної, природничої, соціальної і здоров'язбережувальної, громадянської та історичної, технологічної, інформатичної освітніх галузей інтегрується в різних комбінаціях їх компонентів, утворюючи інтегровані теми, розділи, предмети, курси, перелік і назви яких зазначається в освітній професійній програмі початкової освіти.

У таблиці 1.1 природничої освітньої галузі подані загальні результати навчання та нормативно обов'язкові результати навчання здобувачів освіти коледжу. Ми доповнили таблицю правим стовпиком, де окреслили очікувані компетентності з фізики та природничих навчальних предметів. В цілому за такою технологією створюється цілісна програма навчання фізики в педагогічних коледжах, яка узгоджена із стандартом початкової освіти. Тут визначено коло питань з фізики, якими має володіти майбутній учитель початкових класів. Запропонований підхід є містком для створення курсу природничих наук для педагогічних коледжів, який не суперечить змісту додатку 6 до Державного стандарту початкової освіти. Змістовими лініями з реалізації другого розділу стандарту є: актуалізація чуттєвого досвіду з відкриття світу природи; набуття цілеспрямованого досвіду її дослідження; системне спостереження за навколишнім світом; експериментування та створення навчальних моделей; висунення гіпотез і пошук відповідей на запитання, що виникають; вияв допитливості та отримання радості від пізнання природи. У таблиці 1.3 в правому стовпчику подано компетентності з природничих дисциплін та фізики. Вони можуть бути орієнтирами для створення нової інтегративної навчальної програми із загальнонаукових природничих дисциплін, де домінуючими є фундаментальні наскрізні поняття з фізики.

Таблиця 1.3

Інтегративність природничої освітньої галузі початкової освіти (згідно додатку №1 до Державного стандарту)

Загальні результати навчання освіти	Обов'язкові результати навчання здобувачів освіти коледжу		
	I – II класи	III-IV класи	Компетентності світоглядного характеру з фізики та природничих навчальних предметів, що інтегруються у змісті початкової освіти коледжів
1	2	3	4
II розділ. Природнича освітня галузь. Відкриття світу природи, набуття досвіду її дослідження, пошук відповідей на запитання, спостереження за навколишнім світом, експериментування та створення навчальних моделей, вияв допитливості та отримання радості від пізнання природи (Додаток 6 до Державного стандарту)			
Моделювання процесів і ситуацій, розроблення стратегій (планів) дій для розв'язання різноманітних задач	Сприймає і перетворює інформацію (почуту, побачену, прочитану), будує допоміжну модель проблемної ситуації	Перетворює інформацію (почуту, побачену, прочитану) різними способами у схему, таблицю, схематичний рисунок	Модельні змістові матеріали та завдання природознавства адаптовані та інтегровано вивчаються: згідно структурно-логічної змістової схеми: засобами мультимедійності, варіативності; за рівнями складності; з урахуванням адаптивності; інтерактивними методами. Показники є елементами когнітивних, емоційних, ціннісних та ін. аспектів професійно спрямованого навчання
Розробляє стратегії розв'язання проблемних ситуацій обирає послідовність дій для розв'язання проблемної ситуації	обирає способи вирішення проблемної ситуації. Моделює процес вирішення проблемної ситуації. Вибір числових даних, достатніх для відповіді на конкретне запитання; визначає дію (дії) для розв'язання проблемної ситуації, виконує її (їх)	обирає дані, необхідні і достатні для розв'язання проблемної ситуації; обґрунтовує вибір дій для розв'язання проблемної ситуації; обґрунтовує вибір дій для розв'язання проблемної ситуації; розв'язує проблемну ситуацію різними способами	Організація навчання на основі інтегративності змісту природничих наук, навчальних дисциплін, цифрової трансформації та впровадження STEM-освіти, де забезпечено еволюцією контенту початкової і природничої освіти шляхом комп'ютерно-орієнтованого вибору системи знань, своєчасного вилучення неактуального змісту природничих знань для майбутньої професійної діяльності

1	2	3	4
Виявляє і формулює дослідницькі проблеми	обирає у найближчому оточенні те, що цікаво дослідити; в навколишньому світі або із запропонованих запитань такі проблеми, що можна розв'язати дослідницьким способом	визначає мету спостережень/досліджень; прогнозує можливі результати спостережень/досліджень	Упровадження інтерактивних освітніх технологій та технологій критичного мислення (кооперація в навчанні, діяльність в парах чи групах у формі «броунівського руху» «ажурної пилки», «алфавіту», «каруселі» «викликів»,
Визначає мету дослідження і висуває гіпотезу	обирає та пояснює дії для дослідження об'єктів природи; визначає можливі результати спостережень/досліджень	визначає мету спостережень/досліджень; прогнозує можливі результати спостережень/досліджень	Формування дослідницької предметної компетентності з природознавства, якими забезпечуються умови розвитку особистісних якостей: цілеспрямованості, відповідальності, креативності, впевненості у власних силах
Планує навчальне дослідження	пропонує/обирає послідовність кроків під час спостереження/експерименту	визначає послідовність кроків під час спостереження/ експерименту обирає необхідні умови дослідження	Визначення змістових ліній: «Я – дослідник», «Я у світі», «Я – винахідник» через систему наскрізних поняття: матерія, енергія, величини, закономірності, системи, моделі, масштаб, структура і функції, що складає дослідницьку компетентність.
Спостерігає, експериментує, моделює	досліджує обрані природні явища та об'єкти, використовуючи надані прилади, моделі	проводить спостереження за обраними або запропонованими природними явищами та об'єктами, досліджує	Формування інтегративних знань за алгоритмом: від живого споглядання до абстрактного мислення, а від нього до практики
Аналізує та обґрунтовує результати досліджень, формулює висновки	описує, що нового дізнався, спостерігаючи та експериментуючи встановлює зв'язки між об'єктами і явищами природи	робить висновки із спостережень та досліджень разом з учителем або самостійно	Аналіз та інтерпретація природних фактів, явищ, процесів із використанням математичного їх моделювання та конструювання пояснень, проектування інженерних рішень, оцінювати та інтерпретувати інформацію
Проводить самоаналіз дослідницької діяльності описує та пояснює те, про що дізнався	Радіючи пізнанню нового, розуміє, що помилки є невід'ємною частиною пізнання	визначає фактори успіху, аналізує помилки, які виникають під час дослідження, змінює умови чи послідовність дослідження	Впровадження у освітній процес через знання, уміння, навички з природознавства адаптивних методів інтеграції знань

Вказана таблиця відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України від 02.11.2016 р. № 1319 про проведення всеукраїнського експерименту за темою «Реалізація компетентнісного підходу в науково-педагогічному проєкті «Інтелект України» на базі ЗЗСО; Державному стандарту, базовому навчальному плану початкової освіти для закладів загальної середньої освіти з українською мовою навчання; навчальному плану Комунального вищого навчального закладу «Нікопольський педагогічний коледж» Дніпропетровської обласної ради; освітній програмі Приватного закладу загальної середньої освіти I-III ступенів «Інноваційний ліцей «Ай-скул», науково-педагогічного проєкту «Інтелект України», навчальному плану для учнів 10–11 класів закладів загальної середньої освіти (з експериментальними інтегрованими курсами) затверджений наказом МОН України від 20.04.2018 р. № 406; висновкам із праць Т.М. Байбара, Н.М. Бібик, О. А. Біди, М. В. Богданович, М. С. Вашуленко, С. С. Коваленко, О. В. Онопрієнко, О. Я. Савченко та ін.

Ми не розглядали мовно-літературну галузь початкової освіти, проте враховуємо її змістові лінії: взаємодію усно; читаю, взаємодію письмово, досліджую мовні та мовленнєві явища. Визначені лінії мають бути враховані у навчанні всіх інших дисциплін, включаючи й фізику.

Згідно до визначених компонентів професійно спрямованого формування фахівців початкової освіти, що створені на основі положень Концепції «Нової української школи», державного Стандарту початкової освіти у проєктних класах упроваджується система технологій навчання у новій початковій школі (рис. 1.6).

Приведена система (рис. 1.6) складається з блоків, а саме: проєктно-діяльнісна, STEM освітня, формування наскрізних умінь, створення структурно-логічних схем, формування навчальних одиниць властиві і для методики навчання фізики.

Технологія раціонального читання тісно пов'язана технологіями формування наскрізних понять, створення структурно-логічних схем, формування навчальних одиниць. Ці технології сприяють формуванню

системного мислення, логічного обґрунтування думки, здатність суб'єктів навчання опрацювати навчальну інформацію всього комплексу дисциплін початкової освіти, де певна частка належить фізиці.

Технологія виділення та формування навчальних одиниць ґрунтується на ідеях Дж. Керролла і Б. Блума, П. Я. Гальперіна (теорія поетапного формування розумових дій), Г. Еббінгауза (метод інтервального повторення), М. І. Садового (структурно-логічний аналіз) та ін.



Рис. 1.6. Система технологій навчання в НУШ

Тріадна модель збагачення Дж. Рензулі (Schoolwide Enrichment Triad Model) передбачає систему засобів збагачення та розвитку креативності, впевненості в собі, цілеспрямованості, наполегливості та ін.

Таким чином, визначені компетентності покладені в основу формування змісту природничих наук в тому числі і з фізики для педагогічних коледжів. Проте проблему доцільно розглянути з врахуванням визначених умов МОН України в частині визначених програм навчання фізики та інших навчальних дисциплін для вивчення в педагогічних коледжах. У цьому специфіка, яка є причиною суперечності між вимогами Державного стандарту початкової освіти до компетентності учителів початкових класів і змістом природничих дисциплін. в тому числі і фізики, визначених навчальними програмами МОН

України для педагогічних коледжів. Вказану суперечність можна усунути через створення інтегративного курсу природничих наук, зміст яких буде затребуваним учителями початкової освіти. Такий підхід буде сприяти формуванню компетентних учителів початкової освіти для Нової української школи.

1.3. Особливості взаємозв'язків структурних елементів фізики (на прикладі розділу «Атомна та ядерна фізика») у структурі теоретико-експериментаторського освітнього середовища початкової школи

У параграфі 1.1 визначені основні теоретичні висновки щодо формування природничо-наукової складової світоглядно спрямованої компетенції майбутніх фахівців початкової освіти Нової української школи. У нормативних документах НУШ вказана проблема майже не розглядалася, там звернули увагу на нове освітнє середовище, яке більше стосується оснащення такої школи. Виходячи із окресленої нами теми дослідження, вимог МОН України до визначення змісту навчання природничих дисциплін, в тому числі і з фізики доцільно розглянути особливості взаємозв'язків структурних елементів фізики у структурі теоретико-експериментаторського освітнього середовища початкової освіти.

Впродовж 2010–2016 років для навчання фізики існувала окрема програма навчання фізики для молодших спеціалістів розроблена під керівництвом М. В. Головка [122]. Нині для педагогічних коледжів МОН України визначило два варіанти програми курсу фізики підготовлені колективами вчених під керівництвом О. І. Ляшенка [123] та В. М. Локтева [124]. Виходячи із такої ситуації ми здійснили аналіз вказаних програм і сформувавши особливості їх використання у педагогічних коледжах. Крім цього ми зупинилися на формуванні методики навчання не всього курсу природознавства та фізики, а виділили один із важливих розділів з системою наскрізних понять, закономірностей, принципів, який є найбільш новітнім у

всьому природознавстві, має значиме світоглядне знання – «Атомна та ядерна фізика».

Згідно програми О. І. Ляшенка [123] на вивчення фізики та астрономії відводиться 245 годин. На навчання розділів «Елементи квантової фізики» та «Атомна і ядерна фізика» виділяється відповідно 15 та 33 години. Згідно програми В.М. Локтева [124] курс «Квантова фізика» вивчається 48 годин. Обидві програми відрізняються в основному групуванням навчального матеріалу на два розділи – «Елементи квантової фізики» та «Атомна і ядерна фізика» [123] чи на один розділ – «Квантова фізика» [124], а кількість годин та наповнюваність розділів співпадає.

Розділ «Елементи квантової фізики» [123] має елементне наповнення, що показано: квантові властивості світла, гіпотеза М. Планка, світлові кванти, енергія та імпульс фотона, стала Планка, зовнішній фотоелектричний ефект і його закони, рівняння фотоелектричного ефекту, застосування фотоелектричного ефекту, тиск світла, досліди Лебедева, прояви тиску світла в природі, хімічна дія світла та її використання, значення сонячного світла для розвитку біосфери, люмінесценція, квантові генератори та їх застосування.

Під час вивчення даної теми програмою [123] передбачено виконання обов'язкових демонстрацій:

1. Фотоелектричний ефект на пристрої з цинковою пластинкою.
2. Будова і дія фотореле на фотоелементі.
3. Будова і дія напівпровідникового та вакуумного фотоелементів.
4. Сонячна батарея.
5. Світлодіод.

Тема «Атомна і ядерна фізика» (17 год.) [124] має більше, в порівнянні з розділом «Елементи квантової фізики» змістове наповнення.

Експериментальною базою розділу є обов'язкові демонстрації [124]:

1. Модель досліду Резерфорда.
2. Спостереження треків у камері Вільсона.
3. Будова і дія лічильника йонізуючих частинок.
4. Дозиметри.

5. Фотографії треків елементарних частинок.

У програмі [124] визначено обов'язкова лабораторна робота: «Спостереження неперервного та лінійчатого спектрів речовини», метою якої є навчитися спостерігати суцільний та лінійчатий спектри, дослідити порядок кольорів у спектрах.

Обидві програми передбачають створення освітнього середовища. Проблему формування освітнього середовища у навчанні фізики у закладах загальної середньої та вищої освіти досліджувала значна частина вчених, зокрема П. С. Атаманчук [1], В. Ю. Биков [9], Ю. О. Жук [35], Б. Г. Кремінський [47], Н. В. Подопрігора [82], М. І. Садовий [104], О. М. Трифонова [119], В. Д. Шарко [134] та ін.

Узагальнюючи результати їхніх досліджень ми зробили спробу інтерпретувати їх висновки на зміст природничих дисциплін початкової освіти. Враховуючи виклад поняття освітнє середовище у стандарті педагогічних коледжів, НУШ під поняттям «освітнє середовище» ми розуміємо систему як об'єктивних, так і суб'єктивних зовнішніх чинників і внутрішніх умов необхідних для ефективної освітньої діяльності майбутніх фахівців початкової освіти. Тому поняття освітнього середовища містить як суб'єкти так і об'єкти освітньої діяльності фахівців початкової освіти. Відповідно до теми дослідження до суб'єктних особливостей ми віднесли особистісно орієнтовані та діяльнісні системи формування предметної компетентності елементів мікросвіту з фізики на відміну від класичних предметного та просторового середовищ, що складають сукупність об'єктивних зовнішніх умов – чинників – мікрооб'єктів.

Для окреслення теоретичних засад освітнього середовища з атомної та ядерної фізики в педагогічних коледжах I-II рівнів акредитації, згідно висновків зроблених у першому параграфі, здійснено аналіз методів структурування освітніх середовищ з метою визначенні їх типології. Сучасні вимоги до поняття освіти ми розглядаємо з точки зору створення психолого-педагогічних умов формування особистості в неперервному єдиному процесі навчання, виховання та розвитку [29].

Тоді освітнє середовище формування наскрізних квантових ідей, будови світу (рис. 1.7) буде для суб'єктів навчання творчим. Ми розглядаємо його як специфічну суб'єктно-об'єктну організацію навчання, виховання й розвитку.

У такому середовищі у суб'єктів навчання, на нашу думку, розкриваються наступні характеристики:

– прискорений розвиток критичного і незалежного від інших мислення при дослідженні явищ макро та мікро світу і вироблення технології навчально-наукового пошуку;

– розвиток предметної компетентності з атомної та ядерної фізики, яка дає змогу створювати для кожного студента власну освітню траєкторію руху і розкриває перед ними нові перспективи пізнання, спроможність до вироблення самостійних дослідницьких рішень;

– використання хмаро орієнтованих технологій у набутті знань, умінь, навичок, практичного їх використання за своєчасної індивідуальної педагогічної підтримки;

– взаємоузгодженість внутрішніх мотивів і зовнішніх умов, що в єдності забезпечує шлях до саморозвитку та самореалізації суб'єктів навчання.

Різні види предметних освітніх середовищ для ЗЗСО та закладів вищої освіти (ЗВО) вивчали різні дослідники:

– експериментально орієнтоване середовище (М. І. Садовий [101], В. В. Слюсаренко [110]);

– ресурсне середовище (О. К. Василець, М. І. Садовий [18]);

– хмаро орієнтоване (С. Г. Литвинова [59], О. М. Трифонова [119], М. В. Хомутенко [130] та ін.)

Всі вони мають свою специфіку. Розділ «Атомна та ядерна фізика» має відмінний від інших розділів курсу фізики об'єкт дослідження (див. п. 1.1), він відноситься до мікросвіту. Враховуючи специфіку дослідження на нашу думку, доцільно для атомної та ядерної фізики будувати «середовище забезпечення» освітнього процесу з урахуванням стандарту початкової освіти (рис. 1.7), до складу якого входить 12 структурних елементів, серед яких навчально-методичне, технології, сучасні технічні засоби навчання (ТЗН).

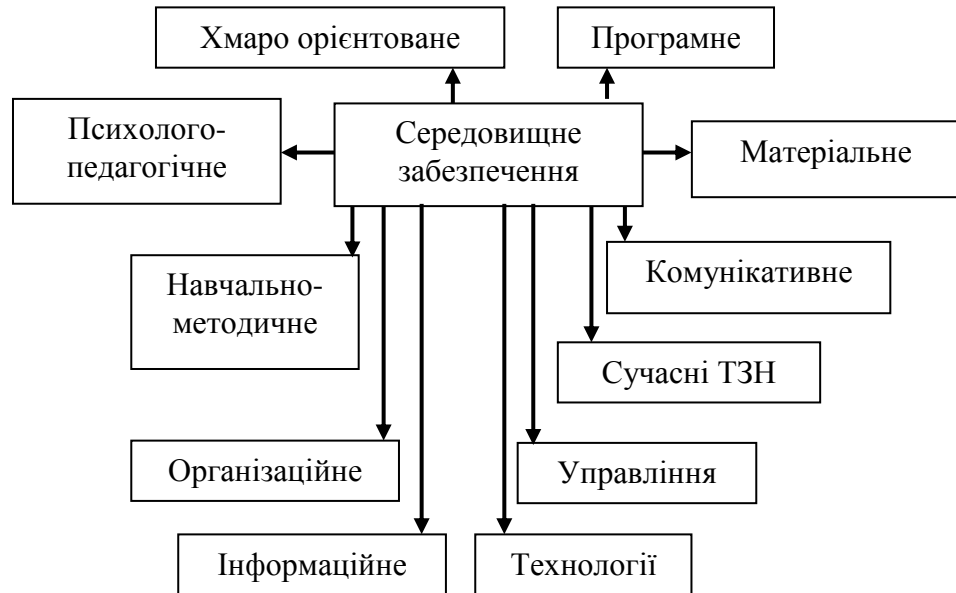


Рис. 1.7. Структура середовищного забезпечення навчання понять атомної та ядерної фізики в педагогічних коледжах

Враховуючи досвід дослідження хмаро орієнтованих середовищ вченими ми вважаємо за доцільне створити його і для початкової освіти. Що стосується навчання квантових явищ у педагогічних коледжах, то таке середовище можна будувати на базі цифрового сервера. В його основні лежать інформаційно-комунікаційні технології навчання [94]. Таке середовище сприяє підвищенню мотивації навчання, активізації розумової діяльності, розвитку логічного мислення. Суб'єктами хмаро орієнтованого навчального середовища – є викладачі, студенти, керівники закладу освіти, адміністратори. Архітектура середовища включає електронну пошту, структуроване сховище освітніх матеріалів, програмне забезпечення та ін.

Психолого-педагогічна складова середовища забезпечення розглядає умови засвоєння нового знання та дидактичні стрибки переходу до квантових уявлень і відхід від класичних, що вимагає врахування вікових особливостей тих, кого будуть навчати. У другій половині ХХ ст. провідні психологи [65], педагоги [129] досліджували головним чином співвідношення змісту вчення і розвиток суб'єктів навчання, моделі навчального пізнання під час вивчення навчальних предметів, психолого-педагогічні механізми формування знань, співвідношення теоретичного і експериментального в процесі пізнання для

різних вікових груп дітей. Про «стрибки» говориться у класичній науці, у розвитку науково-технічного прогресу. Але у сучасних умовах розвитку науки і технологій та умов діяльності НУШ доцільно враховувати такі стрибки і на інтегративній основі формувати методiku навчання фізичних явищ та процесів в педагогічних коледжах і, зокрема понять атомної та ядерної фізики. Адже фізика є не лише флагманом науково-технічного прогресу людства, а й інтегративною наукою. Процес навчання повинен розвиватися й удосконалюватися синхронно з розвитком відповідної галузі науки. Тому коли має місце стрибкоподібний розвиток атомної та ядерної фізики у XXI ст. (див. п. 1.1), то відповідно педагогічна наука потребує також відповідних дидактичних стрибків.

Під дидактичним стрибком ми розуміємо стрімке переосмислення змісту й структури методик навчання в умовах цифровізації й упровадження Стандарту початкової освіти НУШ, нових вимог до рівня підготовки фахівців, зокрема, у педагогічних коледжах передвищої освіти. Компоненти такої освіти висвітлені у таблиці 1.1 [94].

Централізоване матеріальне забезпечення цифровізації навчання атомної та ядерної фізики, як і фізики в цілому, залишається і нині проблемним. Воно потребує комунікативного забезпечення, інноваційних засобів навчання, організаційного, інформаційного забезпечення. В цьому зв'язку ми робимо наголос на створенні модельно-цифрового змісту цього розділу.

Навчально-методичне забезпечення охоплює навчальні плани, методичну документацію, освітні програми, підручники, посібники, з атомної та ядерної фізики, дидактичні матеріали, комп'ютерні освітні програми тощо.

Комунікативне забезпечення здійснюється через певну систему заходів, що спрямовані на формування комунікативної компетентності майбутніх фахівців, яка передбачає встановлення взаємовідносин між суб'єктами навчання для ефективного засвоєння знань, умінь та навичок з атомної та ядерної фізики.

Сучасні ТЗН складають комплекс засобів призначених для забезпечення знань з фізики квантового рівня і поділяється на інформаційний фонд і техніку його відтворення.

Організаційне забезпечення навчання здійснюється з урахуванням принципів організації освітнього процесу [106].

Управління процесами вивчення явищ і процесів мікросвіту забезпечується через ланцюг прогноз → діяльність → рефлексія → результат.

Інформаційне забезпечення проводиться через відбір, систематизацію, цільове спрямування квантових понять, явищ, процесів, взаємоперетворень.

Навчальні технології ґрунтуються на квантових принципах дискретності, квантування, принципі невизначеності Гейзенберга, суперпозиції квантових станів, потенціальному бар'єрі.

Відповідно до середовищного забезпечення (рис. 1.7) [56] ми визначили складові теоретико-експериментального освітнього середовища навчання наскрізних понять, явищ атомної та ядерної фізики (рис. 1.8).

Дане середовище базується на:

- методах системного аналізу й синтезу змісту фізичних явищ, процесів, взаємоперетворення;

- методах наукового пізнання індукції і дедукції з формування мислення та творчості;

- на елементах логіки та міркуванні студента – узагальненнях;

- конкретизації, як методі різнобічного дослідження мікросвіту;

- класифікація за групами відповідно до визначених ознак;

- порівнянні як засоби зіставлення одного об'єкту вивчення з іншим;

- абстрагуванні – філософсько-логічний метод переходу від конкретних елементів до загальних понять і законів розвитку;

- методі моделювання явищ, процесів, взаємоперетворень, де конкретний об'єкт дослідження заміняється подібною до нього – моделлю.

До експериментальної складової середовища ми віднесли елементи, які носять не абстрактний, а прикладний цифрований експериментальний характер:

- квантування імпульсу, енергії, моменту імпульсу на вісь;

– опис квантової системи здійснюється хвильовою функцією, яка є розв'язком диференціального рівняння Шредінгера другого порядку;

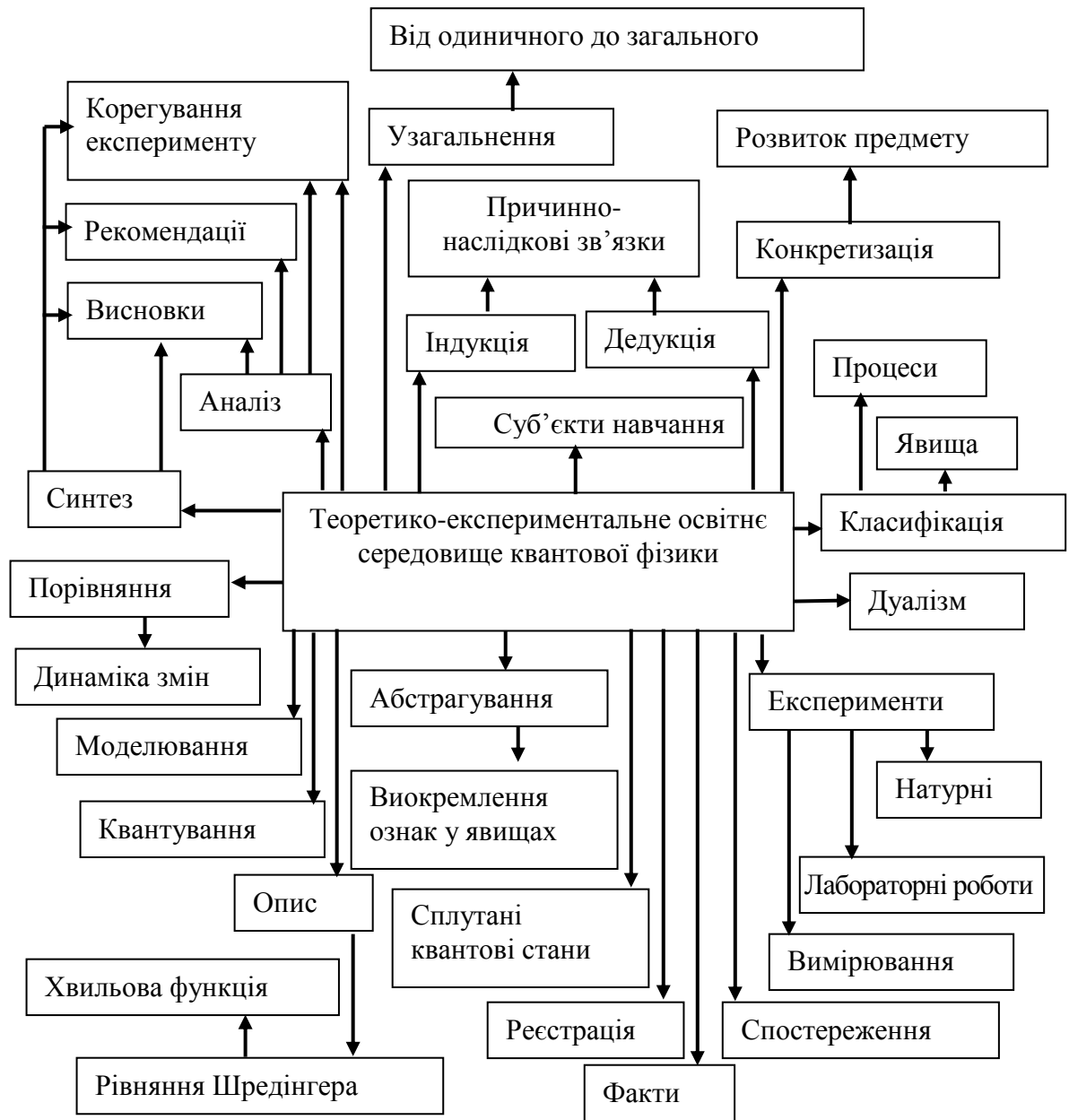


Рис. 1.8. Модель теоретико-експериментального освітнього середовища навчання наскрізних понять атомної та ядерної фізики

До експериментальної складової середовища ми віднесли елементи, які носять не абстрактний, а прикладний цифрований експериментальний характер:

- квантування імпульсу, енергії, моменту імпульсу на вісь;
- опис квантової системи здійснюється хвильовою функцією, яка є розв'язком диференціального рівняння Шредінгера другого порядку;

– «сплутані квантові стани», під якими розуміються збереження зв'язку в ході складного руху квантової частинки. Коли у фізичній системі образно «смикнути» за одну частинку, можна визначити стан іншої;

– специфічною у атомній та ядерній фізиці є реєстрація елементарних частинок;

– квантомеханічні факти мають ймовірнісний характер на відміну від класичних;

– дуалізм носить теоретико-експериментальний характер;

– мікросвіт має ту особливість, що немає можливості спостерігати всі частинки чи перетворення одночасно;

– експеримент за принципами квантової механіки елементарні частинки одночасно можуть бути в кількох станах, а відповідно експеримент носить ймовірнісний характер.

Виходячи з побудованої моделі теоретико-експериментального освітнього середовища навчання атомної та ядерної фізики (рис. 1.8) ми окреслили засади методики навчання наскрізних понять атомної та ядерної фізики у педагогічних коледжах передвищої освіти на їх основі здійснили удосконалення методики навчання фізики у педагогічних коледжах з урахуванням висновків, зроблених у першому параграфі.

Особливістю методики вивчення даного розділу є не лише специфіка об'єкту дослідження, що відповідно й визначає його місце в курсі фізики педагогічного коледжу а й забезпечення професійно спрямованого інформаційного цифрування. Тут студенти знайомляться зі своєрідними властивостями та закономірностями мікросвіту, які суперечать уявленням класичної фізики та їх особистому досвіду. Для засвоєння понять розділу потрібен не просто високий рівень абстрактного мислення, а й діалектичне мислення. Зокрема, суперечності хвиля – частинка, дискретність – безперервність розглядаються з позиції діалектичного матеріалізму. Отже опрацьовуючи зміст розділу необхідно наголосити увагу студентів, що метафізичного протиставлення (або так, або ні) діалектика, протиставляє твердження: і так, і ні (в одних конкретних умовах – так, в інших – ні). Тоді

немає нічого дивного в тому, що світло в одних умовах (інтерференція, дифракція) поводить як хвиля, в інших (поглинання, випромінювання) – як потік частинок [125; 126].

Основні пізнавальні завдання розділу полягають у ознайомленні студентів зі специфічними законами, що діють в області мікросвіту, та в завершенні формування уявлень про будову речовини, розпочатих у базовому закладі освіти [125; 126]. Учитель початкової освіти має використати визначені знання у навчанні учнів початкової ланки і в цьому проявляється особливість (табл. 1.2) [98].

Вивчення питань про світлові кванти і дії світла студенти вперше знайомляться з квантовою ідеєю (додаток Л). У навчанні учнів початкової освіти їх необхідно подати у доступній формі. Вони дізнаються, що світло, яке в явищах інтерференції і дифракції поводить як хвиля, являє собою (у процесах поглинання та випромінювання) потік фотонів: енергія фотонів не може приймати довільних значень, вона дискретна, кратна деякій постійній величині h (постійній Планка). Корпускулярні властивості світла виявляються при взаємодії світла з речовиною (в фотоефекті, фотохімічних реакціях та ін.) тим яскравіше, чим більшою є енергія фотона. Важливим доказом існування частинок світла (фотонів), що володіють певним імпульсом, енергією і масою, є ефект Комптона, вивчення якого не передбачає програма [125; 126].

Згідно програм [122; 123; 124] основним поняттям розділу «Елементи квантової фізики» є фотоефект. Закони фотоефекту пояснюються з позиції квантової теорії світла, а для їхнього опису використовується кількісний опис явища фотоефекту, відповідно до рівняння Ейнштейна. Розділ вивчається на основі двох понять – фотон і світлова хвиля. Чітко з'ясовується зміст та взаємозв'язки між величинами, які характеризують фотон (маса, швидкість, енергія, імпульс) [122; 123; 124]. Сутність методики навчання вказаних понять у всіх природничих дисциплінах полягає у їх адаптації до рівня початкової школи.

Важлива роль відводиться формуванню розуміння корпускулярно-хвильового дуалізму а також квантового характеру взаємодії світла з

речовиною. Відповідно суттєво розглядаються передумови виникнення гіпотези М. Планка та вивчається фізичний зміст сталої Планка [122; 123; 124].

Принциповою лінією розгортання змісту розділу в педагогічних коледжах є навчання з точки зору прикладного його застосування (додаток Л), що стосується таких питань як: тиск світла та прояви його у природі, хімічна дія світла та її використання, значення сонячного світла для розвитку біосфери, люмінесценція, квантові генератори та їх застосування. В цьому напрямі вводиться значна кількість прикладів практичного використання історично набутих знань у техніці, медицині, наукових дослідженнях; пояснюється дія сонячного світла на живі організми [122; 123; 124].

Згідно програм [122; 123; 124] одним із основних питань розділу «Атомна і ядерна фізика» є (додаток Л): питання про структуру та взаємозв'язок речовини і поля, матеріальність простору, властивості матерії, фундаментальний закон її збереження [122; 123; 124] та адаптація їх до розуміння суб'єктами навчання початкової ланки освіти.

Аналіз методичної літератури останніх 30 років [1; 5; 10; 11; 25] показав, що тема «Будова атома. Ядро» у ЗЗСО та ЗВО вивчається за традиційною методикою. Студенти оволодівають фундаментальними експериментальними даними з метою формування сучасних уявлень про планетарну модель атома Резерфорда-Бора. Вихідними поняттями тут є електрон, протон та нейтрон, які об'єднуються в понятті «модель атома» (додаток Л). Початкові знання про «квантову механіку» формуються відразу після вивчення постулатів Бора, де формуються вміння пояснювати процес випромінювання і поглинання енергії атомами. Тут же вводяться поняття спектра та його утворення, поняття спектрального аналізу. Проте методиці навчання цих понять у педагогічних коледжах практично не приділено уваги.

Вивчаючи будову атома, згідно моделі Резерфорда-Бора, студенти педагогічних коледжів оволодівають важливим поняттям дискретності енергії електрона в атомі, її квантуванні. Звідси випливає, що дуалізм властивий не тільки фотонам (частинкам) світла, але і всім елементарним частинкам – електрону, протону, нейтрону і ін. Особливістю методики навчання вказаних

понять в педагогічних коледжах є визначення методів та способів формування уявлень про дискретність на рівні молодшого шкільного віку.

Пояснення корпускулярно-хвильового дуалізму властивостей частинок світла і речовини здійснюється на якісному рівні (без вивчення рівняння Шредінгера) зі своєрідністю руху мікрочастинок: поведінка кожної елементарної частинки описується імовірнісними законами, для неї не можна строго вказати координату і імпульс, позбавлене сенсу поняття «траєкторія». З імовірнісними закономірностями, діючими в області мікросвіту, студенти зустрічаються і при вивченні законів радіоактивного розпаду: розпад кожного атома – випадкове явище, для якого можна вказати лише міру його ймовірності, а однією з головних характеристик атома і будь-якої елементарної частинки є середній час їх життя. Так поступово забезпечується знання студентів зі своєрідністю законів, що діють в мікросвіті: корпускулярно-хвильовим дуалізмом властивостей частинок, дискретним характером їх станів, дискретністю величин (на прикладі енергії), імовірнісним характером законів [78, с. 272]. Методика навчання вказаних понять у педагогічних коледжах має ґрунтуватися на інтегративному методі всіх шести складових галузей стандарту: математичної, інформаційної, природничої, технологічної та ін. (табл. 1.2) [75; 99].

Тема «Будова ядра» об'єднує в собі три частини: будова ядра, методи реєстрації елементарних частинок, застосування ізотопів. При вивченні теми визначається поняття радіоактивного розпаду; поглинена доза випромінювання та її біологічна дія; формуються практичні навички розраховувати енергетичний вихід ядерних реакцій та визначати їх продукти на основі законів збереження електричного заряду та масового числа [122; 123; 124]. Для студентів педагогічних коледжів важливим елементом методики навчання теми є актуалізація чуттєвого досвіду та з'ясування опорних знань із життєвого досвіду та інших природничих дисциплін.

Під час вивчення типів ядерних реакцій у студентів має формуватися переконання про пізнаванність світу та роль моделей у наукових теоріях, зокрема про взаємоперетворюваність, як загальну властивість матерії на

прикладях вивчення явища радіоактивності та основних видів радіоактивних перетворень [122; 123; 124].

Не менш важливим пізнавальним завданням є розкриття сучасних уявлень про будову речовини. Поняття про будову речовини розглядаються починаючи із початкової школи в основному на молекулярному рівні. Молекулярно-кінетична теорія пояснювала будову і властивості газів (кількісно), рідин і твердих тіл (на якісному рівні). Про будову атома вони дізналися вивчаючи базові курси природознавства і отримали попередні відомості, достатні для розуміння таких явищ, як електризація, електричний струм. В педагогічних коледжах студенти вивчають будову речовини на атомному та субатомному рівні.

Таким чином, методика навчання досліджуваного розділу у педагогічних коледжах має здійснюється починаючи із поняття про будову атома по Резерфорду-Бору, а потім, після обговорення дуалізму властивостей мікрочастинок, отримують і сучасні уявлення про будову атома. Достатньо уваги в цьому розділі доцільно приділяють складу і властивостям ядра атома (його розміру, заряду, масі, щільності, енергії зв'язку, питомій енергії зв'язку і ін.). В кінці розділу студентів знайомлять з основними характеристиками і властивостями елементарних частинок, дають уявлення про сучасну їх класифікації, про роль їх в будові речовини і в передачі взаємодій [126]. Тема «Елементарні частинки» розглядається в плані ознайомлення. У студентів формуються вміння визначати знак заряду елементарних частинок за їх треками [122; 123; 124]. Ми пропонуємо питання загальної класифікації елементарних частинок вивчити на основі аналізу рис. 1.9, виходячи із поняття «елементарна частинка», систем таких частинок та їх основних властивостей [122; 123; 124].

Ми проаналізували моделі класифікації елементарних частинок здійснених дослідниками О. І. Наумовим, Н. В. Подопригорою, М. І. Садовим, О. М. Трифоновою. На нашу думку, найбільш вдалою для студентів педагогічних коледжів I-II рівнів акредитації є класифікація виконана О. М. Трифоновою, якою ми скористалися для формування удосконаленої

методики навчання фізики атома, ядра атома та елементарних частинок на основі цифровізації (рис. 1.9).

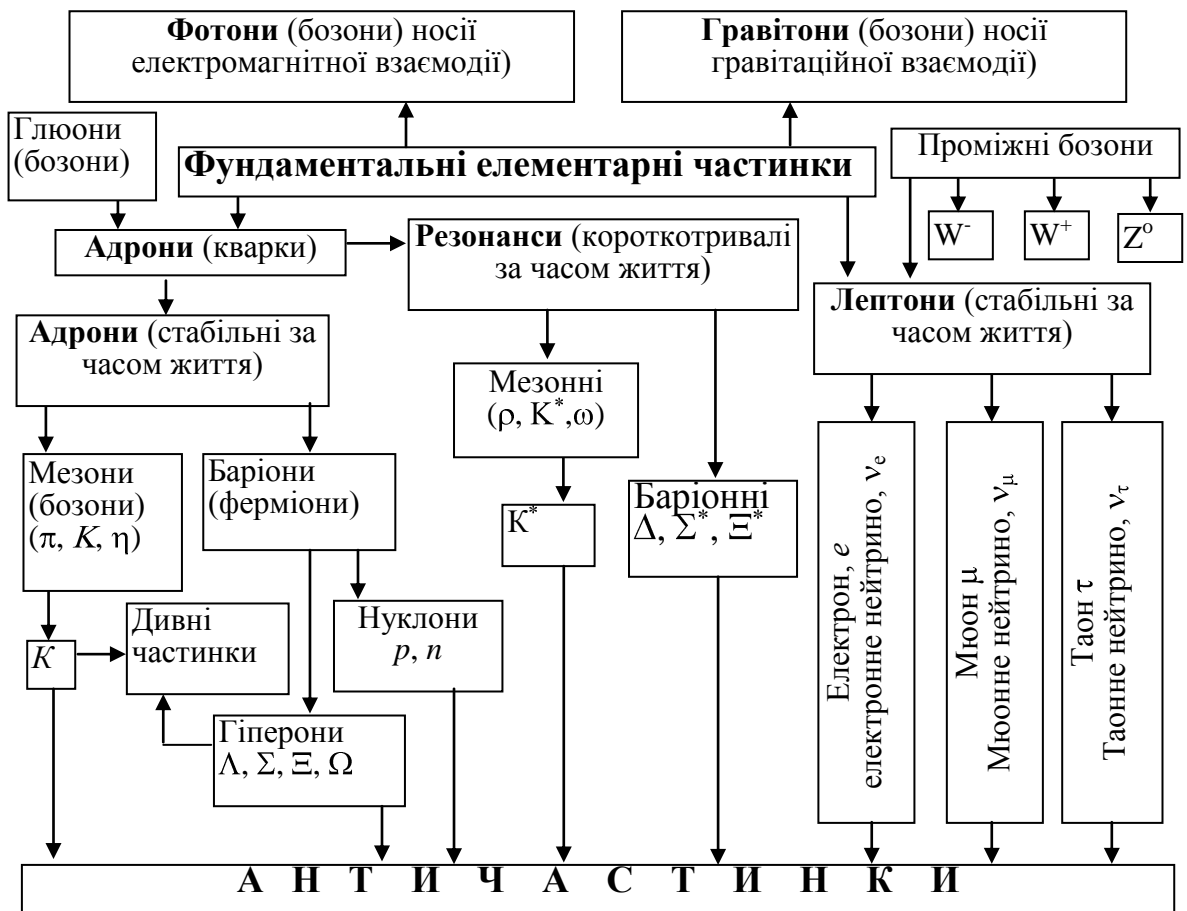


Рис. 1.9. Класифікація елементарних частинок

За окресленим [50] підходом до класифікації фундаментальних частинок виділено 4 основних за типами взаємодій: фотони (носії електромагнітної взаємодії), адрони (сильно взаємодіючі частинки), лептони (слабо взаємодіючі частинки), гравітони (переносники гравітаційної взаємодії). Така класифікація зручна для різновікових суб'єктів, з точки зору запам'ятовування ми пропонуємо використати аббревіатуру ФАЛГ (фотони, адрони, лептони, гравітони).

На порядку денному перегляд змісту підручників і посібників [125; 126; 127; 128] з природничих наук в частині переходу до вивчення об'єднаної електромагнітної та слабкої взаємодії, яку в 1960–1964 рр. запропонували А. Салам, С. Вайнберг, Ш. Глешоу [50, с. 272], а у 1979 р. одержали Нобелівську премію та Стандартної моделі, що об'єднує електрослабку та сильну взаємодії.

З точки зору навчання спектральних проблем доцільно звернути увагу на прикладне застосування понять спектральний аналіз та його застосування; створення та застосування квантових генераторів; поглинена доза випромінювання та її біологічна дія; захист від опромінення; дозиметрія; проблеми розвитку ядерної енергетики в Україні (додаток Л).

Таким чином, на основі аналізу навчальних програм ЗЗСО, державного стандарту початкової освіти НУШ, відповідних підручників та посібників [125; 126; 127; 128] з досліджуваного розділу виділено поняття освітнього середовища, структуру середовищного забезпечення навчання студентів педагогічних коледжів понять атомної та ядерної фізики в аспекті їх використання у майбутній педагогічній діяльності. В цьому зв'язку до теоретико-експериментального освітнього середовища навчання віднесли означення поняття, явища, взаємоперетворення, виділено особливості методики вивчення тем про атом, ядро та елементарні частинки, розглянуто критерії класифікації елементарних частинок. Важливим є формування наукового світогляду студентів педагогічних коледжів – як одного із основних завдань. Наголошено увагу на реальному існуванні таких неможливих для сприйняття органами чуттів об'єктів, як елементарні частинки. Реальність елементарних частинок доводять тим, що їх властивості цифруються і експериментально вимірюються, передбачаються, виходячи з характеристик частинок. Ядерні реакції і перетворення частинок перевіряються експериментально і теоретично передбачаються процеси використання їх в практичних цілях. Знайомство з елементарними частинками дає вагоме підтвердження принципу невичерпності матерії, бо студенти переконуються в тому, що матеріальні об'єкти та їх властивості вкрай різноманітні, елементарні частинки не є «простими», вони мають безліч властивостей і здатні до взаємоперетворень [126].

1.4. Процес формування предметних професійно спрямованих компетентностей з фізики (на прикладі атомної та ядерної фізики) у закладах фахової передвищої освіти

Методика навчання фізики у фахових педагогічних коледжах має базуватися на вимогах державного стандарту, стандарту базової і повної загальної середньої освіти (2011 р.) та компетентнісному підході у навчанні [30]. У стандартах окреслена фізична компонента освітньої галузі «Природознавство», яка має забезпечити навченість суб'єктів навчання основам фізичної науки, усвідомлення ними наскрізних фізичних понять і законів, фундаментальних теорій і взаємодій формування наукового світогляду і стилю мислення, уміння пояснювати фізичні явища і процеси використовувати їх на практиці ще під час навчання. Новітнім засобом інтенсифікації цього процесу є ознайомлення майбутніх молодших фахівців з поняттям цифровізації, набуття ними досвіду експериментаторської діяльності, умінь розв'язувати фізичні задачі, обґрунтовано оцінювати знання суб'єктів навчання [1] тощо.

Українські вчені В. П. Вовкотруб [21], Т. М. Засекіна [39], В. І. Луговий [63], О. І. Ляшенко [64], М. Т. Мартинюк [66], Н. В. Подопригора [82], М. І. Садовий [106], О. М. Трифонова [119], В. Д. Шарко [134], М. І. Шут [136] та ін. дали узагальнене визначення базовим поняттям: компетентності, компетентнісного підходу, ключовим та предметним компетентностям, компетенціям.

Аналіз праць П. С. Атаманчука [1], І.О. Зимньої [41], С. Ю. Каменецького [117], А.В. Хуторського [321], І. А. Чайковської [132] показали, що немає єдиного підходу у визначенні структури і змісту предметної компетентності з природознавства та фізики, її особливостей в освітньому процесі педагогічних коледжів (додаток 3).

С. У. Гончаренко [25], Т. М. Засекіна [39], М. І. Садовий [106] сформулювали засади методологічного підходу до структуризації методичної

системи навчання фізики, де компонентами є цільовий, змістовий, процесуальний та контрольний-оцінний. Вони складають матрицю, з допомогою якої організовується структура предметної компетенції. Після цього в ході освітньої діяльності формується структура предметної компетентності суб'єктів навчання.

Наступний етап полягає у практичній реалізації формування предметної компетентності. Для цього ми переглянули зміст розділу «Атомна і ядерна фізика» в частині оновлення та реалізації принципу не «що потрібно вивчити», а «для чого це потрібно знати» майбутнім учителям початкової освіти.

Практика навчання фізики у педагогічних коледжах показує (додаток И), що оцінюються знання, уміння та навички студентів традиційно за різними шкалами, проте компетентність не можна оцінити кількісно, бо немає для цього обґрунтованих критеріїв. Компетентність студента має визначатися поза окреслених у навчальних програмах стандартних ситуацій. Має фіксуватися оригінальний алгоритм дій, удосконалення досвіду, прояв творчої ініціативи.

На нашу думку, компетенції з фізики визначаються, насамперед за сукупності фізичних, теоретичних і емпіричних знань. Вони й повинні визначати змістові лінії знань.

Традиційно у логічній структурі знання з природознавства та фізики розрізняють теоретичний та емпіричний (результати спостережень та дослідів, емпіричні факти, закони, закономірності) рівні. Цим рівням властива кількісна міра опису явища, процесу через фізичні величини (кількісна характеристика властивостей досліджуваного об'єкта). Формування поняття виміряти ту чи іншу фізичну величину для студентів педагогічних коледжів означає не лише порівняти її з еталоном, а й викласти це поняття з урахуванням вікових особливостей суб'єктів навчання. Крім кількісної характеристики, наприклад, математична модель (закон) радіоактивного розпаду, фізичні величини мають і якісні характеристики, зокрема поняття маси у ядерній фізиці та ін. У навчанні фізики в закладах середньої освіти широко використовують метод ідеалізації, де реальний об'єкт замінюється абстрактним, ідеальним. Цей прийом варто

використати і у навчанні студентів педагогічних коледжів, в результаті полегшується формування емпіричних законів атомної та ядерної фізики.

Теоретичну частину фізичного знання (відносно закономірну систему понять) педагогічних коледжів належить фіксувати, насамперед у законах, теоріях, принципах, постулатах. Безумовно, основу теорії складають емпіричні факти, ідеальні об'єкти в процесі абстрагування. Математизована теорія виступає у формі рівнянь, наприклад рівняння фотоефекту, хвиля де Бройля. До фундаментальних теорій сучасної фізики входять фундаментальні сталі: швидкість світла, гравітаційна стала, стала Больцмана, стала Планка тощо. При переході до новітньої фізики вчені ввели поняття мінімальної довжини. Особливе місце у фізиці мікросвіту займають закони збереження, які у граничному випадку визначаються законами симетрії. До ядра нової фізичної теорії входять закони, які пов'язують нову теорію з попередньою. Це діалектичний шлях розвитку. Висновки з фундаментальних теорій одержуються внаслідок розв'язування рівнянь, математичних моделей явищ і процесів. Загальними елементами фізичного знання є ідеї, гіпотези, принципи [103]. Їхня сукупність складає основні характеристики фізичного пізнання і створює фізичну картину світу (модель історичного розвитку фізики). При вивченні атомної та ядерної фізики в педагогічних коледжах доцільно використовувати перехід факт – гіпотеза – модель – її опис. У процесі пізнання ефективним засобом синтезу експериментальних даних є гіпотеза, яка конкретизується у принципах, концепціях, парадигмах, одержує кількісні підтвердження шляхом розв'язання рівнянь моделей явищ, процесів (див п. 1.1).

Особливістю психології теоретичного (природничого) мислення майбутніх фахівців початкової освіти [36; 38] є цілісне охоплення всієї системи її об'єктів та способів сприйняття, розуміння у рамках діючої теорії атомної та ядерної фізики. З психологічної точки зору [65] воно обумовлюється перцептивними процесами (перцепція – чуттєве сприйняття зовнішніх предметів людиною), які розуміються як характеристики пізнавальної функції психіки суб'єкту навчання зі створення чуттєвого образу мікросвіту. Перехід об'єктивних фізичних характеристик об'єкту навчання у суб'єктивні, психічні

відбувається за рахунок перцептивних дій: розрізнення, розпізнавання (сприймання шляхом позначення), ідентифікація (порівняння еталонного образу з досліджуваним об'єктом).

Ж. Піаже вказував, що сприймання в ході пізнання означає осмислення і тлумачення того, що сприймається [80].

О. М. Леонтьєв наголошував увагу, що психологія знання схильна до створення перцептивного образу на конкретних знаннях об'єктивного світу [57].

Таким чином, у процесі сприймання явищ і процесів атомної та ядерної фізики перцептивною характеристикою є їх інтерпретація на рівні зовнішніх ознак і внутрішніх якостей об'єкту вивчення, де одночасно дається оцінка об'єктивним і суб'єктивним, зовнішнім і внутрішнім характеристикам сприймання навчального матеріалу фізичного змісту у навчанні природничих дисциплін педагогічних коледжів. Тому специфікою педагогічної перцепції (здібність майбутнього випускника педагогічного коледжу проникати у внутрішній світ вихованця, психологічна спостережливість, розуміння особистості учня і його психічних станів) у навчанні понять атомної та ядерної фізики є її рефлексивний характер (згідно Ж. Піаже [80]), коли суб'єкт пізнання в ході освітнього процесу у своїй свідомості трансформує елементи внутрішнього світу інших особистостей чи об'єктів пізнання. З точки зору методики навчання фізики в педагогічних коледжах крім когнітивної складової перцепція має охоплювати: мотиваційну, емоційну, діяльнісну компоненту. З розвитком інформаційно-комунікаційних технологій (складова стандарту початкової освіти) перцепцію ми розглядаємо у більш широкому аспекті, виходячи за рамки міжособистісного сприймання у ході освітнього процесу.

Такий підхід ми виявили досліджуючи спосіб мислення М. Планка при виводі ним формули для пояснення розподілу у спектрі абсолютно чорного тіла, де простежується стрижень творчого мислення вченого через ототожнення, на перший погляд, несумісних ідей і явищ.

Такі перцепції ототожнення світлових та електромагнітних хвиль здійснював Дж. Максвелл.

В А. Ейнштейна мало місце перцепції ототожнення гравітаційних та інерційних властивостей взаємодії.

В І. Ньютона було ототожнення притягання небесних тіл і притягання тіл Землею, які за своєю природою визнавалися ідентичними.

Головним стрижнем у дослідженнях вчених є єдність явищ, процесів [27].

Зміст будь-якої дисципліни в системі професійної підготовки викладача визначається навчальною програмою. У параграфі 1.2 ми проаналізували структуру розділу (додаток Л), де вивчається будова атома, ядра й елементарні частинки у закладах передвищої освіти. Проте навчальна програма мало передбачає перцепції перцептивно-діагностичної функції, що необхідно для відмінного від учнів старшої школи навчання студентів педагогічних коледжів.

У навчальному плані для педагогічних коледжів курс фізики, як і інших природничих навчальних дисциплін має бути головним чином професійно спрямованим на світоглядне сприйняття майбутніми суб'єктами навчання фізичної реальності, розуміння основних закономірностей плину фізичних явищ і процесів, загального уявлення про фізичний світ, його основні теоретичні засади і методи пізнання, усвідомлення ролі фізичних знань у житті людини і суспільному розвитку [122; 123; 124]. З навчальної програми випливає, що навчання розділу фізики має забезпечувати не тільки формування формальних знань, як основ фізичної науки і уявлень про застосування їх у техніці і технологіях, прояв у природі і житті людини, але і формування насамперед світоглядних прикладних знань і видів професійної діяльності [122; 123; 124]. З методичної точки зору визначено [122; 123; 124] також завдання про необхідність використовувати усі види занять (лекції, семінари, практикуми) для формування компетентного фахівця, в ході суворого послідовного, цілісного (інтегрального) вивчення курсу фізики атома, ядра, елементарних частинок.

Методика навчання понять ядерної та атомної фізики, зокрема і квантової теорії ми пропонуємо розглядати як систему світоглядних, насамперед понять, явищ, процесів, взаємоперетворень, теорій та законів (додаток Л). Тоді зміст навчання розглядається як перцептивне сприймання суб'єктами навчання, що

має свою специфіку, де одночасно оцінюються внутрішні і зовнішні характеристики об'єктів сприймання. Виникає необхідність створення наочної моделі формування фізичних знань, зв'язки між якими обґрунтовуються ідеями, гіпотезами, принципами (рис. 1.8). Оволодіння цією системою пов'язане з активізацією розумової діяльності суб'єктів навчання. Поняття складають основу понятійного мислення, яке з дидактичної точки зору є розуміння суттєвих властивостей об'єктів мікросвіту.

Оволодіння системою знань передбачає активізацію чуттєвого досвіду та активну розумову діяльність. Вивчення понять спрямоване на розвиток понятійного мислення [16, с. 81]. Цей процес складається з двох етапів: від чуттєво конкретного сприйняття (індуктивний шлях: спостереження явищ, аналіз фактів) до абстрактного і навпаки від абстрактного (дедуктивний шлях: закони руху, енергія, електричне, магнітне, електромагнітне поле) до конкретного. Практика свідчить [16], що в навчанні атомної та ядерної фізики більше використовується другий шлях. Тоді має місце супровід емоційним відгуком на почуте від викладача, знайдене самостійно у хмаро орієнтованому середовищі чи самостійному дослідженні конкретного поняття. Емоційна реакція на почуте чи самостійно знайдене створює клімат відкритості, довіри, взаєморозуміння, сприяє розумінню почутого, збагнути сутність змісту, розвитку інтуїції.

Таким чином, набуття умінь студентами педагогічних коледжів використовувати емоційність та інтуїцію в ході вивчення фізичних явищ і процесів допоможуть долати перешкоди, що виникають в ході спілкування з суб'єктами та об'єктами освітнього процесу.

В ході активного чи пасивного слухання та сприймання інформації задіяні і когнітивний компонент та рефлексія. Світ, який сприймається суб'єктами навчання за допомогою органів відчуття, є макроскопічними. Спостереження за явищами чи об'єктами є джерелом уявлень про ті чи інші поняття. Для того, щоб такі уявлення виникли, викладач покликаний у вступній бесіді акцентувати увагу суб'єктів навчання на суттєві властивості цього явища,

а потім здійснити натурну чи модельну демонстрацію. Цим самим студенти матимуть навички будувати стимулюючу активність до дискусії.

Таким чином, окреслені нами психолого-педагогічні особливості, які має набути майбутній спеціаліст педагогічного коледжу через вивчення системи знань розділу атомна та ядерна фізика, сприяють формуванню уявлень про природні явища, що складається із елементів – понять та зв'язків між ними. В цілому в такий спосіб логічно створюється понятійна база навчання студентів педагогічних коледжів, яка модельно зображена на рис. 1.10.



Рис. 1.10. Модель формування фізичних понять

На рис. 1.10 подвійними стрілками показано шлях від формування понятійної бази уявлень до остаточного формування поняття теми, потім до

аналізу об'єкту пізнання, явища чи процесу навчання, після цього систематизації поняття у цілісній системі розділу чи курсу, а далі перехід до вибору навчальної ситуації. Вказані 5 елементів моделі разом із їх структурними піделементами складають модель формування фізичних понять не лише розділу, а й цілісного курсу.

Уявлення про поняття має формуватися через порівняння, класифікацію та абстрагування. На основі сформованих понять формуються уявлення про фізичні явища та процеси, та з'ясовуються зв'язки між поняттями. На цьому етапі вводяться фізичні величини, що описують явища, способи їх вимірювання. Тут же використовується математичний апарат, з допомогою якого моделюється фізичне явище чи процес. З цього приводу М. Борн писав: «Перед фізикою стоїть проблема: як реальні явища, що спостерігаються нашими органами відчуття, збагачених інструментами, можна звести до простих понять, які підходять для точних вимірів і корисними для формування якісних висновків» [16, с. 114].

Наступною специфікою навчання студентів педагогічних коледжів фізичним явищам полягає у чіткому розподілі руху, взаємодій, перетворень за участю макроскопічних об'єктів, що описуються класичною фізикою. До неї відносяться класична механіка (ньютонівська механіка і теорія відносності), механіка суцільних середовищ (гідродинаміка і теорія пружності), термодинаміка і електродинаміка. Проте вона принципово не дає вичерпної теорії будови речовини. Законам класичної фізики підпорядковується рух об'єктів, лінійні розміри яких достатньо великі, $R > 10^{-6}$ м. Це об'єкти, які можна спостерігати в оптичний мікроскоп, або об'єкти великих розмірів. Класична механіка, зокрема, описує рух планет, комет, зірок і галактик.

Окремої методичної уваги потребує розгляд реально існуючого іншого, цікавого і незвичного світу, де фізичні явища суб'єкти навчання не можуть спостерігати органами відчуття безпосередньо. Таким є світ мікрооб'єктів. У ньому фізичні явища розвиваються за іншими законами та іншою теорією – квантовою. У такому світі існують інші масштаби, інші еталони вимірювання. Розміри молекул атомів, атомних ядер, елементарних частинок мають порядок

$R < 10^{-8}$ м [16, с. 119]. Методика навчання вказаних двох світів має свої особливості.

У мікросвіті конкретизація поняття передбачає рівні абстрагування, розвиток і поглиблення відомостей про поняття. Яскравим прикладом цього є повчальний приклад. Досліджуючи тривалий час експериментально одержані вченими графіки залежності енергії поглинання абсолютно чорного тіла від частоти М. Планк шляхом екстраполяції серед ночі одержав математичну формулу такого розподілу. Здивувався і негайно зателефонував товаришам. Через невеликий проміжок часу вони підтвердили правильність міркувань вченого, хоч результат всіх також приголомшив. Повірити у те, що зміна енергії характеризується дискретно, порціями було важко. Здійснено «замах» на трьохсотлітню монополію класичної фізики. Знайдена математична закономірність фізичного процесу поглинання енергії абсолютно чорним тілом означала новий науковий підхід, який вимагав докорінно нового осмислення результатів. Вперше наука одержала науковий факт, який поклав початок нової фізичної теорії – квантової механіки. Нобелівський комітет удостоїв за таке відкриття М. Планка Нобелівською премією з фізики за 1916 рік [26].

Методика навчання студентів педагогічних коледжів має спрямовувати їх на усвідомлення, що починаючи з 1900 р. серед фізиків розпочалася гостра дискусія про місце електрона у будові речовини, яка складається із атомів та молекул. Перший вдалий результат вирішення наукової суперечності у 1913 р. одержав Н. Бор в праці «Про будову атомів і молекул». Вчений ввів поняття стаціонарної орбіти, як такої, що пов'язана з повною енергією електрона. На ній електрон може як завгодно довго знаходитися не змінюючи енергії. В теорії структури атома введено термін дискретності не лише для орбіт, а й для енергії. Були виведені науково обґрунтовані формули для визначення енергії електрона в атомі водню, радіуса його орбіти, швидкості руху, відразу було пояснено енергетичний спектр атома водню. При виводі вчений скористався рівністю відцентрової сили руху по колу та електричної сили взаємодії електричних зарядів електрона та протона (закон Кулона) [16, с. 127].

Наступний вирішальний факт пов'язаний з поясненням А. Ейнштейном законів фотоефекту О. Г. Столетова на новій основі з використанням постійної Планка (кванта енергії фотона).

Результати досліджень М. Планка, А. Ейнштейна, Н. Бора, були осмислені молодими вченими Л. де Бройлем, В. Гейзенбергом, Е. Шредінгером. Їм вдалося побачити обмеженість міркувань старшого покоління і створити нову теорію, яка пояснювала поведінку і властивості електрона в атомі – квантову механіку. Результати Н. Бора, А. Ейнштейна, М. Планка були правильними завдяки їхній інтуїції, вони за допомогою «фізичних хитрощів» вгадали потрібні результати. Тобто способи отримання ними квантових результатів були невірними і представляють лише історичний аспект. Вираз

Н. Бора для повної енергії електрона $E = E_k + E_n = \frac{-me^4}{2\hbar^2 n^2}$ справедливий лише для атома водню і у випадку лише кругових орбіт, а орбіти то еліптичні, а точніше слід говорити про електронні оболонки. У підручниках як для середніх, так і для вищих закладів освіти до цього часу використовуються знання 1913 року [16, с. 138].

Математичний апарат атомної та ядерної фізики і новий погляд на структуру атома та властивості електрона дозволили вивести строгі формули неklasичною теорією. Квантова механіка описує рух електрона в атомі, а відповідно й будову атома та ядра, а в цілому речовини. Варто наголосити, що студенти мають засвоїти факт, що відомі закони макроруку продовжують бути правильними, але вони мають свою обмеженість і є непридатними для опису явищ мікросвіту. Тобто наука розвивається послідовно, а не шляхом повного заперечення вже досягнутого. Жодна нова фізична теорія не приводила до повної ліквідації вже існуючих теоретичних підходів, а завжди узагальнювала їх і розширювала. Створення і розвиток фізики атома та ядра повністю підтвердило це положення, Дійсно, квантова механіка розглядає класичну як граничний випадок, коли швидкості руху набагато більша за швидкість світла (так зване квазікласичне наближення).

Таким чином, у ході розвитку науки розвиваються знання про фізичні

явища та процеси, розширюються властивості цих понять, посилюється рівень абстрагування понять атомної та ядерної фізики. Виходячи з аналізу моделі формування фізичних понять її формування здійснюється на основі застосування методів логічного мислення суб'єктів навчання: аналіз і синтез; абстракція й узагальнення; аналогії та моделювання; індукції та дедукції.

Методика навчання понять ядерної та атомної фізики, як частини природознавства, має ґрунтуватися як на теоретичній, так і на експериментальній основі за домінуючого дедуктивного методу навчання. Навчальний матеріал із атомної та ядерної фізики за своєю суттю є має світоглядний характер. Усвідомлення цього майбутніми вчителями початкової освіти спрямує в майбутньому учнів на розкриття не лише макросвіту, а й мікросвіту.

Висновки до першого розділу

1. На основі аналізу Державного стандарту початкової освіти, Національної рамки кваліфікацій окреслені поняття професійно спрямованої підготовки фахівців педагогічної освіти: спрямованість, професійність, професійно-орієнтована навчальна дисципліна, професійно-спрямованість – провідний поліструктурний принцип навчання. Створено модель середовища формування професійно-спрямованої компетентності, що складається із блоків: здатності, оволодіння, набуття, кожне з яких має свої показники.

2. Приведений аналіз навчальних планів переконливо показує, що традиційна методика навчання фізики для ЗЗСО, як основи природничих, технологічних, інформаційних дисциплін не може в повній мірі забезпечити підготовку компетентного учителя початкової школи, здатного до реалізації Державного стандарту спеціальності 013 Початкова освіта педагогічних коледжів. У цьому зв'язку є потреба у формуванні всіх складових методики навчання фізики для педагогічних коледжів, яка є відмінною від методики навчання фізики у ЗЗСО.

3. На основі аналізу навчальних програм із фізики рекомендованих МОН України, розроблених під керівництвом М. В. Головка, В. М. Локтева, О. І. Ляшенка створено структурно-логічні схеми розділу із атомної та ядерної фізики і на їхній основі запропоновано освітнє середовище формування наскрізних квантових ідей, будови світу як суб'єктно-об'єктну організацію навчання, виховання та розвитку суб'єктів навчання спрямованих на майбутню професійну діяльність з урахуванням дидактичних стрибків.

4. В умовах практичного застосування компетентнісного підходу навчання фізики у ЗЗСО з'ясовано структуру середовищного забезпечення навчання атомної та ядерної фізики на основі квантової теорії; створено модель теоретико-експериментального освітнього середовища навчання понять розділу; визначено особливості взаємозв'язків структурних елементів розділу «Атомна та ядерна фізика» у структурі теоретико-експериментального освітнього середовища; удосконалено модель класифікації елементарних частинок створеної О. М. Трифоновною; окреслено особливості пізнавальних задач розділу за компетентнісного підходу до навчання фізики.

5. Окреслено особливості психології теоретичного мислення студентів педагогічних коледжів I-II рівнів акредитації при навчанні атомної та ядерної фізики, які полягають в охопленні всієї системи об'єктів і способів сприйняття, розуміння їхнього змісту й обумовлені перцептивними процесами пізнавальної функції психіки суб'єкту навчання зі створення чуттєвого образу атомного чи ядерного світу; встановлено, що за рахунок перцептивних дій: розрізнення, розпізнавання (сприймання шляхом позначення), ідентифікації (порівняння еталонного образу з досліджуваним об'єктом) здійснюється перехід об'єктивних фізичних характеристик понять, явищ розділів (об'єктів навчання) у суб'єктивні, психічні; обґрунтовано та створено модель процесу формування предметної компетентності фізики у педагогічних коледжах, де теоретичну частину фізичного знання, відносно закономірну систему понять складають теорії, принципи, постулати, до експериментальної віднесено емпіричні факти, ідеальні об'єкти створені в процесі абстрагування, де одночасно оцінюються внутрішні та зовнішні характеристики об'єктів сприймання; запропоновано

підхід, де поняття складають основу понятійного мислення, яке з дидактичної точки зору є розуміння суттєвих властивостей об'єктів мікросвіту.

6. Здійснено аналіз проблеми єдності та суперечливості квантових фізичних процесів та явищ у пізнанні мікросвіту; визначено фактори, що визначають особливості організації вивчення, вибору методів навчання атомної та ядерної фізики в частині їх суперечності; окреслено конкретні суперечливі проблеми атомної та ядерної фізики і сформовано методичні рекомендації з їхнього пояснення студентам педагогічних коледжів I-II рівня акредитації.

Основні наукові положення розділу викладено в опублікованих працях [94; 95; 96; 97; 102; 103; 104; 105].

Список використаних джерел до першого розділу

1. Атаманчук П. С. Інноваційні технології управління навчанням фізики. Кам'янець-Подільський: Вид. Кам'янець-Подільський держ. ун-т, 1999. 174 с.
2. Атаманчук П. С. Самойленко. П. И. Дидактика физики (основные аспекты): монография. Москва: Московский государственный университет технологий и управления, РИО, 2006. 245 с.
3. Бабенко А. Л. Генеза проблеми інтеграції знань в історико-філософському та психолого-педагогічному аспектах. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. Вип. 97. С. 34–40*
4. Безпалько О. В. Соціальна педагогіка: схеми, таблиці, коментарі. Київ: Центр учбової літератури, 2009. 208 с.
5. Бендес Ю. П. Використання потенціалу інформаційних технологій у процесі викладання фізики в середній школі. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (ЦДПУ ім. В. Винниченка). 2017. Вип. 11, Ч. 3. С. 44–47.*
6. Бендес Ю. П., Кшнякін В. С. Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт з фізики з використанням персонального комп'ютера. Полтава : Видавець Шевченко Р. В., 2012. 64 с.
7. Бендес Ю. П. Теоретико-методичні засади навчання фізики майбутніх

фахівців телекомунікацій з використанням інноваційних технологій : дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2014. 492 с.

8. Бережной Ю. А. Удивительный квантовый мир. Киев: Мастер-класс, 2007. 240 с.

9. Биков В. Ю. Методичні системи сучасних інформаційно-освітніх технологій *Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти (Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»)*. 2002. Вип. 3. С. 73–83.

10. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти: монографія. Київ: Атіка, 2009. 684 с.

11. Благодаренко Л. Ю., Шут М. І. Складові навчальних досягнень студентів з дисципліни «Загальна фізика», критерії їх оцінювання та засоби діагностики. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 3 : Фізика і математика у вищій і середній школі*. 2015. Вип. 16. С. 3–9.

12. Бранский В. П. Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов. Ленинград: Изд. Ленинградского ун-та, 1973. 176 с.

13. Бор Н. Квантовая механика и физическая реальность. *Избр. науч. труды*. Москва: Наука, 1971, Т. 2. С. 139–147.

14. Борн М. Физика в жизни моего поколения. Москва: Изд-во иностр. лит-ры., 1963. 536 с.

15. Бугайов А. И. Методика преподавания физики в средней школе: Теоретические основы: учеб. пособ. для студ. пед. ин-тов по физ.-мат. спец. Москва : Просвещение, 1981. 288 с.

16. Бугайов О. І. Вивчення атомної та ядерної фізики в школі: посіб. для вчителів Київ: Рад. шк., 1982. 158 с.

17. Бушок Г. Ф. Дидактичні основи викладання фізики в педвузах. Київ: Вища школа, 1978. 232 с.

18. Васілець О.К., Садовий М.І. Психолого-педагогічні закономірності формування особистісних якостей у шкільної молоді засобами ресурсного

підходу: посібник для учителів середніх шкіл та студентів педагогічних навчальних закладів. 2-ге видання. Кіровоград: РВВ КДПУ, 2013. 156 с.

19. Великий тлумачний словник сучасної української мови / за ред. В. Т. Бусел. Київ: Ірпінь, ВТФ «Перун», 2005. 1728 с.

20. Вовкотруб В. П. Ергономічний підхід до організації освітнього середовища підготовки майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін і технологій. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2012. Вип. 102. С. 33–41.

21. Вовкотруб В. П. Ергономічний підхід до розвитку шкільного фізичного експерименту: монографія. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2002. 280 с.

22. Войтків Г. В. Навчальний фізичний експеримент як основне джерело активізації пізнавальної діяльності учнів з фізики. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2009. Вип. 82; Ч. 2. С. 303–307.

23. Гектина Г. А. Формирование профессиональной направленности студентов младших курсов в учебно-воспитательной деятельности (социально-педагогический аспект): дисс. ... канд. пед. наук.: 13.00.01 / Санкт-Петербург, 1994. 181 с.

24. Голицын Б. Б. Избранные труды. / Отв. ред. А. С. Предводителев. Москва: Изд-во АН СССР, 1960. Том 1. Физика. 242 с.

25. Гончаренко Т. Л. Системний підхід до проектування навчального процесу з фізики. *Науковий вісник Ужгородського нац. ун-ту. Серія : Педагогіка. Соціальна робота*. 2011. Вип. 22. С. 24–27.

26. Гончаренко С. У., Розенберг М. Й. Методика навчання фізики в середній школі: Коливання і хвилі. Оптика. Теорія відносності. Фізика атомного ядра: посіб. для вчителів. Київ: Рад. шк., 1974. 229 с.

27. Гончаренко С. У. Формування наукового світогляду учнів під час вивчення фізики: посібник для вчителя. Київ: Радянська школа, 1990. 208 с.

28. Джеммер М. Эволюция понятий квантовой механики / пер. с англ. под ред. Л. И. Пономарьова. Москва: Наука. 1985. 384 с.

29. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти /

Постанова КМУ від 23 листопада 2011 р. № 1392. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standativ-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898> (дата звернення 12.06.2020).

30. Державний стандарт початкової освіти / Постанова КМУ від 24 липня 2019 р. № 688. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-%D0%BF#Text> (дата звернення 02.03.2020).

31. Додонов Б. И. Эмоция как ценность: Москва: Политиздат, 1978. 272 с.

32. Дольнікова Л. В. Дидактичні умови реалізації інтегративного підходу в процесі формування змісту фундаментальних і фахових дисциплін. *Молодий вчений*. 2016. № 4(31). С. 519–523.

33. Дробін А. А. Формування фізичних понять у школярів на основі статистичного та імовірнісного підходів: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / КДПУ ім. В. Винниченка. Кіровоград, 2012. 325 с.

34. Жалдак М. І. Прикладне програмне забезпечення навчального призначення. *Інформатика*. 2001. № 48. С. 9–15.

35. Жук Ю. О. Системні особливості освітнього середовища як об'єкту інформатизації. *Післядипломна освіта в Україні*. 2002. № 2. С. 35–37.

36. Закон України «Про освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> (дата звернення 11.10.2020).

37. Закон України «Про загальну середню освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/651-14> (дата звернення 02.06.2020).

38. Закон України «Про вищу освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> (дата звернення 08.06.2020).

39. Засекіна Т. М., Засекін Д. О. Визначення структури предметної компетентності учнів з фізики у 7–9 класах. *Компетентнісний підхід в освіті: теоретичні засади і практика реалізації: матеріали методол. семінару Київ: Ін-т обдарованої дитини НАПН України*, 2014. С. 364–370.

40. Захарова Т. Ю. Урок по физике с компьютерной поддержкой. *Информатика и образование*. 2002. № 7. С. 86–90.

41. Зимняя И. А. Ключевые компетенции — новая парадигма результата образования. *Высшее образование сегодня*. № 5. 2003. С. 34–42.

42. Іваницький О. І. Сучасні технології навчання фізики в середній школі: монографія. Запоріжжя: Прем'єр, 2001. 266 с.
43. Коберник О. М. Методи і засоби особистісно орієнтованого виховання Умань: СПД Жовтий, 2009. 140 с.
44. Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання фізики в школі: посібник / Ю. О. Жук та ін. Київ: Педагогічна думка, 2011. 152 с.
45. Коршак Є. В. Методика і техніка шкільного фізичного експерименту. Київ: Вища школа, 1981. 280 с.
46. Кремінський Б. Г. Формування сучасного наукового стилю мислення учнів в процесі навчання фізики: дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Український держ. педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. Київ, 1997. 201 с.
47. Кремінський Б. Г. Методичні зауваги щодо зваженого використання цифрового вимірювального обладнання у процесі навчання фізики в школі. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка*. Серія: Педагогічна. 2018. Вип. 24. С. 67–70.
48. Кудрявцев П. С. Курс истории физики: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по физ. спец. 2 изд., испр. и доп. Москва: Просвещение, 1982. 448 с.
49. Кунденко М. П., Прудка О. А. Оцінка впливу інфрачервоного випромінювання на біологічні об'єкти. *Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК*. Харків, 2016. № 1 (4). С. 59–61.
50. Кучерук І. М., Горбачук І. Т. Загальний курс фізики: у 3 т. Вид. 2-ге випр. / за ред. І. М. Кучерука. Київ: Техніка, 2006. Т. 3: Оптика. Квантова фізика. 518 с.
51. Кух А. М. Професійні компетентності учителя фізики та їх формування. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія № 3. Фізика і математика у вищій і середній школі*. 2012. № 10. С. 42–50.
52. Лапінський В. В. Електронні освітні ресурси – дидактичні вимоги і класифікація. *Міжнародна конференція ІТЕА Нові інформаційні технології в освіті для всіх, м. Київ, Україна*. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/1303/> (дата звернення: 03.03.2019).

53. Лапінський В. В. Навчальне середовище нового покоління та його складові *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. Київ, 2008. № 6 (13). С. 26–32.

54. Леднева О. В. Динамика формирования профессиональной направленности в техническом вузе. *Методы совершенствования учебно-воспитательного процесса в вузе*. Волгоград, 1989. С. 163–167.

55. Лернер И. Я. Проблемное обучение. Москва: Знание, 1974. 64 с.

56. Лауэ М. Ф. История физики. Москва: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1956. 230 с.

57. Леонтьев А. Н. Психология образа. *Вестник МГУ. Психология*. Сер. 14. 1979. С. 24–27.

58. Лист МОН України від 09.08.2019 № 1/9-507 «Щодо набрання чинності Закону України «Про фахову передвищу освіту». URL: <https://mon.gov.ua/ua/npra/list-mon-ukrayini-vid-09082019-19-507-shodo-nabrannya-chinnosti-zakonu-ukrayini-pro-fahovu-peredvishu-osvitu> (дата звернення: 25.11.2019).

59. Литвинова С. Г. Віртуальний клас як комп'ютерно-орієнтовне навчальне середовище вчителя загальноосвітнього навчального закладу. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2011. № 2 (22). URL: <http://www.journal.iitta.gov.ua> (дата звернення: 01.10.2019).

60. Ліскович О. В. Формування предметної і ключових компетентностей учнів основної школи у процесі вивчення електромагнітних явищ: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Херсонський держ. ун-т. Херсон, 2014. 310 с.

61. Ліскович О. В. Формування інформаційної компетентності учнів у процесі викладання елективних курсів із фізики засобами інформаційно-комунікаційних технологій. *Інформаційні технології в освіті*. 2012. № 13. С. 203–209.

62. Логачевська С. П. Диференціація у звичайному класі: посібник для вчителів, методистів, учнів / за редакцією О. Я. Савченко. Донецьк: Центр підготовки абітурієнтів, 2018. 288 с.

63. Луговий В. І. Освіта, навчання, інформація, компетентність:

канонізація понять історико-педагогічні студії: *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. Київ, 2011. С. 11–16.

64. Ляшенко О. І. Взаємозв'язок теоретичного та емпіричного в навчанні фізики: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.04, 13.00.02 / Нац. пед. ун-т імені М. П. Драгоманова. Київ, 1996. 442 с.

65. Маралов В. Г. Маралова Т. П. Психологические основы формирования профессионально-педагогической направленности личности учащихся педагогических училищ. Череповец: ЧТУ, 1990. 287 с.

66. Мартинюк М. Т. Вивчення фізики і астрономії в основній школі : Теоретичні і методичні засади. Київ: ТОВ «Міжнародна фінансова агенція», 1998. 274 с.

67. Мартинюк М. Т. Науково-методичні засади навчання фізики в основній школі: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Нац. пед. ун-т імені М.П. Драгоманова. Київ, 1999. 486 с.

68. Мелантьев В. П. История возникновения квантовой механики и развитие представлений об атоме. Москва: Кн. дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 248 с.

69. Методика викладання фізики: навч. посіб. для пед. ін-тів / С. У. Гончаренко та ін. Київ: Вища шк., 1970. 300 с.

70. Методика навчання фізики у старшій школі: навч. посібник / В. Ф. Савченко та ін. Київ : Академія, 2011. 294 с

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

72. Москалюк О. І. Формування професійної спрямованості у майбутніх соціальних педагогів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.04. Кіровоград, 2007. 20 с.

73. Національна доктрина розвитку освіти. / Указ Президента України від 17 квітня 2002 року № 347/2002. URL: <https://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/347/2002> (дата звернення 15.08.2020).

74. Нейсер У. Познание и реальность. Смысл и принципы когнитивной психологии / пер. с англ. В. Лучкова; под. ред. Б. Величковского. Москва: Прогресс, 1981. 230 с.

75. Нова Українська школа. URL: <https://mon.gov.ua/ua/tag/nova-ukrainska-shkola> (дата звернення 01.10.2019).
76. Огнев'юк В. О. Homo educatus. – Філософія. Політологія. *Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка*, 2003. Вип. 49–51. С. 126–134.
77. Ортинський В. Л. Педагогіка вищої школи: навч. посіб. для студентів ВНЗ. Київ: Центр учбової л-ри, 2009. 472 с.
78. Основы методики преподавания физики в средней школе / В. Г. Разумовский и др. Москва: Просвещение, 1984. 398 с.
79. Перелік навчальних дисциплін спеціальності 013 Початкова освіта першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. URL: http://dsru.edu.ua/pedagogical/?page_id=1074 (дата звернення 11.08.2019).
80. Пиаже Ж. Избранные психологические труды. Психология интеллекта. Логика и психология. Москва: Международная педагогическая академия, 1994. 680 с.
81. Подопригора Н. В., Вовкотруб В. П. Особливості реалізації дидактичних принципів навчання фізики в сучасних умовах реформування сучасної фізичної освіти. *Збірник наук. пр. Уманського держ. педагогічного університету імені Павла Тичини (Педагогічні науки)*. 2006. С. 42–47.
82. Подопригора Н. В. Методична система навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах: монографія. Кіровоград: ФО-П Александрова М.В., 2015. 512 с.
83. Поліщук В. М. Вікова і педагогічна психологія : навчальний посібник. Вид. 3-тє, виправ. Суми: Університетська книга, 2010. 352 с.
84. Про затвердження типової освітньої програми закладів загальної середньої освіти III ступеня / Наказ МОН № 408 від 20.04.2018. URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-tipovoyi-osvitnoyi-programi-zakladiv-zagalnoyi-serednoyi-osviti-iii-stupenya-408> (дата звернення: 12.10.2018)
85. Про затвердження типової освітньої програми профільної середньої освіти закладів освіти, що здійснюють підготовку молодших спеціалістів на основі базової загальної середньої освіти / Наказ МОН № 570 від 01.06.2018.

URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-tipovoyi-osvitnoyi-programi-profilnoyi-serednoyi-osviti-zakladiv-osviti-sho-zdijsnyuyut-pidgotovku-molodshih-specialistiv-na-osnovi-bazovoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti> (дата звернення: 15.10.2018)

86. Про надання грифу МОН навчальним програмам з фізики і астрономії для учнів 10-11 класів та польської мови для учнів 5-9 та 10-11 класів закладів загальної середньої освіти / Наказ МОН України №1539 від 24.11.2017. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/MUS29181> (дата звернення: 12.10.2018)

87. Про затвердження Державного стандарту базової середньої освіти / Постанова КМУ від 30 вересня 2020 р. № 898. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011> (дата звернення: 03.11.2020).

88. Про затвердження Державного стандарту вищої освіти за спеціальності 013 Початкова освіта для першого (бакалаврського) ріння вищої освіти / Наказ МОНУ від 23 березня 2021 р. № 357. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/> (дата звернення 24.03.2021).

89. Противоречия в развитии естествознания /А. Н. Вяльцев, Б. М. Кедров, Н. А. Кондратьева та ін. Москва: Наука 1965. 280 с.

90. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації: КМУ розпорядження від 17 січня 2018 р. № 67-р Київ URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80> (дата звернення 04.09.2018).

91. Пятничук Т. Дуальна система професійної підготовки фахівців: аналіз досвіду. *Професійнотехнічна освіта*. 2018. № 3. С. 27–31.

92. Романишина Л. М. Професійна спрямованість навчання природничих дисциплін у системі підготовки медичного працівника середньої ланки. *Вісник Національної академії Державної прикордонної служби України*: 2010. Вип. 4. URL: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Vnadps/2010_4/zmist.html (дата звернення: 23.11.2019).

93. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии: в 2-х т. Москва: Педагогика, 1989. Т. 2. 485 с.

94. Руденко Є. В., Садовий М. І. Активізація пізнавального інтересу учнів при навчанні з використанням історичного матеріалу *Наукові записки. ЦДПУ ім. В. Винниченка. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2017. Вип. 11; Ч. 4. С. 90–93.

95. Руденко Є. В., Садовий М. І. Проблеми системного підходу на сучасному уроці фізики *Проблеми та інновації в природничо-математичній і професійній освіті: зб. матер. III міжнар. наук.-практ. онлайн-інтернет конф.*, 17–22 жовт. 2016 р. Кіровоград: КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. С. 84–85.

96. Руденко Є. В. Методичні рекомендації з проведення комп'ютерного демонстраційного експерименту з квантової фізики / За ред. М.І. Садового. Кропивницький: ФІРМА БРІЗ, 2018. 140 с.

97. Руденко Є. В. Результати експериментальної перевірки методики навчання квантової фізики в педагогічних коледжах I-II рівня акредитації. *Наукові записки. ЦДПУ ім. В. Винниченка. Серія: Педагогічні науки*. 2019. Вип. 177; Ч. 2. С. 60–63.

98. Савченко О. Я. Початкова освіта в контексті ідей нової української школи. *Всеукраїнський науково-практичний журнал «Директор школи, ліцею, гімназії»*: Том 19 № 2 (2018). URL: <https://director-ua.info/index.php/dslg/article/view/51> (дата звернення: 13.10.2019).

99. Савченко О. Я. Уміння вчитися як ключова компетентність загальної середньої освіти. *Компетентнісний підхід у сучасній освіті: бібліотека з освітньої політики*. 2004. С. 33–45.

100. Савченко О. Я. Упровадження компетентнісного підходу в початковій освіті: здобутки і нерозв'язані проблеми. *Компетентнісний підхід в освіті: теоретичні засади і практика реалізації*: матеріали методол. семінару Нац. акад. пед. наук України Київ: 2014. Ч. 1. С. 41–51.

101. Садовий М. І., Вовкотруб В. П., Трифонова О. М. Вибрані питання загальної методики навчання фізики: навчальний посібник для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. Кіровоград: ЦОП «Авангард», 2013. 252 с.

102. Садовий М. І., Руденко Є. В. Поняття квантової механіки в школі; проблеми й перспективи. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ*

ім. В. Винниченка). 2005. Вип. 60; Ч. 1. С. 287–294.

103. Садовий М. І., Руденко Є. В., Проценко Є. П., Вергун І. В. Методика висвітлення науково-педагогічної спадщини І. Є. Тамма із застосуванням білінгвального підходу в освітньому процесі з квантової фізики. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. Budapest, Hungary* 2019. Issue: 188, № VII(77). P. 52–54.

104. Садовий М. І., Руденко Є. В. Системний підхід у вивченні атомної і ядерної фізики у педагогічних коледжах. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2016. Вип. 10; Ч. 3. С. 83–86.

105. Садовий М. І., Руденко Є. В. Вивчення процесів ядерної фізики у середній школі. *Information Technologies and Learning Tools*. 2010. Вип. 20. № 6. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/391> (дата звернення 10.03.2019).

106. Садовий М. І., Трифонова О. М. Історія фізики з перших етапів становлення до початку ХХІ століття: навчальний посібник. Вид. 2-ге переробл. та доп. Кіровоград: ПП «Ексклюзив-Систем», 2013. 435 с.

107. Сергієнко В. П., Шут В. І. Теоретико-методичні особливості використання сучасних комп'ютерно орієнтованих засобів навчання загальної фізики. *Інформаційні технології навчання. Том 1. № 1 (2006)*. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/298> (дата звернення 20.09.2020).

108. Слободяник О. В. Використання комп'ютерних моделей під час індивідуальної роботи учнів з фізики *Фізико-математична освіта (Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка)*. Суми, 2019. Вип. 4 (22) С. 116–123.

109. Слободяник О. В. Комп'ютерні симуляції при вивченні атомної фізики у закладах загальної середньої освіти. *Наукові записки. Серія: педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. Кропивницький. 2019. Вип. 179. С. 146–151

110. Слюсаренко В. В. Методика формування експериментальних компетентностей старшокласників з використанням вимірювального комплексу на уроках фізики: дис. ... к-та пед. наук: 13.00.02 / КДПУ ім. В. Винниченка. Кіровоград, 2015. 425 с.

111. Скаткин М. М. Проблемы современной дидактики. Изд. 2-е. Москва: Педагогика, 1984. 96 с.

112. Сколяр Б. О. Excel на уроках фізики. *Інформатика*. 2003. №13. С. 3–5.

113. Сохор А. М. Логическая структура учебного материала. Вопросы дидактического анализа. Москва: Педагогика, 1974. 123 с.

114. Сусь Б. А. Діяльнісний підхід під час навчання фізики у вищих навчальних закладах в умовах сучасного навчального середовища. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2011. Вип. 98. С. 271–273.

115. Талызина Н. Ф. Управление процессом усвоения знаний. Москва: Изд-во МГУ, 1975. 343 с.

116. Талызина Н. Ф. Формирование познавательной деятельности учащихся. Москва: Знание, 1983. 96 с.

117. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / С. Е. Каменецкий, Н. С. Пурешева, Н. Е. Важеевская и др.; Под ред. С. Е. Каменецкого, Н. С. Пурешевой. Москва: Академия, 2000. 368 с.

118. Типові освітні програми для закладів загальної середньої освіти. 1–2 класи. Київ: Освіта-Центр, 2018. 240 с.

119. Трифонова О. М. Взаємозв'язки принципів науковості та наочності в умовах кредитно-модульної системи навчання квантової фізики студентів вищих навчальних закладів: дис. ... к-та пед. наук : 13.00.02 / КДПУ ім. В. Винниченка. Кіровоград, 2009. Т. 1. 216 с.; Т. 2: Додатки. 301 с.

120. Теория и методика обучения физике в школе: Частные вопросы: учеб. пособие для студ. пед. вузов. Под ред. С. Е. Каменецкого. Москва: Академия, 2000. 384 с.

121. Теплицький І. О. Розвиток творчих здібностей школярів засобами комп'ютерного моделювання: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02; Криворізький держ. пед. ун-т. Кривий Ріг, 2000. 227 с.

122. Фізика. Навчальна програма для вищих навчальних закладів I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку молодших спеціалістів на основі базової загальної середньої освіти (авторський колектив під керівництвом Головка М. В.). URL: <https://vzvo.gov.ua/navchalni-prohramy> (дата звернення: 27.09.2016).

123. Фізика. 10–11 класи. Навчальна програма. Рівень стандарту. Профільний рівень (автор. кол. під кер. Локтева В. М.). URL: <https://base.kristti.com.ua/?p=6180> (дата звернення 20.09.2019).

124. Фізика і астрономія. 10–11 класи. Навчальна програма. Рівень стандарту. Профільний рівень (автор. кол. під кер. Ляшенка О. І.). URL: <https://osvita.ua/school/program/program-10-11/58913/> (дата звернення 20.09.2019).

125. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 11 кл. закл. загал. серед. освіти / за ред. Бар'яхтара В. Г., Довгого С. О. Харків: Ранок, 2019. 272 с.

126. Фізика і астрономія (рівень стандарту, за навч. програмою авт. кол. під керівництвом Ляшенка О. І.) : підручник для 11-го кл. закл. заг. серед. освіти / В. Сиротюк, та ін. Київ: Генеза, 2019. 368 с.

127. Фізика: 11 кл. : підручник для загальноосвіт. навч. закл. : рівень стандарту / Є. В. Коршак та ін. К.: Генеза, 2011. 256 с.

128. Фізика: підручник для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл.: (академічний рівень, профільний рівень) / Т. М. Засекіна та ін. Харків: Сиція, 2011. 336 с.

129. Фіцула М. М. Педагогіка: навчальний посібник для студентів вищих педагогічних закладів освіти. Київ: Академія, 2002. 528 с.

130. Хомутенко М. В. Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі: дис. ... к-та пед. наук : 13.00.02 / ЦДПУ ім. В. Винниченка. Кропивницький 2018. 397 с.

131. Хуторський А. В. Ключові компетенції як компонент особистісно-орієнтованої парадигми освіти. *Народна освіта*. 2003. № 2. С. 58.
132. Чайковська І. А. Структура, зміст і модель формування предметних компетентностей з фізики в учнів старшої школи. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія: Педагогічна*. 2015. Вип. 21. С. 300–303.
133. Шапошнікова І. І. Формування умінь і навичок самоосвіти майбутніх вчителів як необхідна умова в організації самоосвітньої діяльності школярів. *Теоретичні питання культури, освіти та виховання*. 2015. № 51. С. 13–17.
134. Шарко В. Д. Сучасний урок фізики: технологічний аспект: посібник для вчителів і студентів. Київ: СПД Богданова АМ, 2005. 219 с.
135. Шишкіна М. П. Тенденції розвитку та використання інформаційних технологій в контексті формування освітнього середовища. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2006. Вип. 1 (1). С. 10–27.
136. Шут М. І., Мартинюк М. Т., Благодаренко Л. Ю. Авторський підручник як інноваційна методична система навчання фізики у 7 класі. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини*. 2015. Вип. 2 (2). С. 487–493.
137. Якиманская И. С. Развивающее обучение. Москва: Педагогика, 1979. 144 с.

РОЗДІЛ 2. ОСОБЛИВОСТІ ПРОФЕСІЙНО СПРЯМОВАНОЇ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ АТОМНОЇ ТА ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ У ПЕРЕДВИЩІЙ ПЕДАГОГІЧНІЙ ОСВІТІ

2.1. Методологічні та світоглядні засади у навчанні фізики (на прикладі атомної та ядерної фізики)

Світогляд особистості виражається: через сучасне уявлення нею сутності оточуючого світу, який моделюється й описується фундаментальними законами і взаємодіями; пояснюються новітньою науковою картиною світу; розкривається історико-генезисне становлення підходів до з'ясування сутності теорії та практики; єдиним історично обґрунтованим процесом розвитку Природи і Всесвіту.

Світоглядні орієнтири окреслювалися в різні історичні епохи. В античні часи до них зверталися Аристотель, Сократ, просвітителі-педагоги А. Дістервег, Ж.-Ж. Руссо.

Проблему формування системи світоглядних цінностей розглядали Києворуський книжник Іларіон, Володимир Мономах, відомі українські науковці Г. Г. Ващенко, Г. С. Сковорода.

Психолого-педагогічне обґрунтування принципів формування світогляду молоді розглядали Ш. О. Амонашвілі, Л. С. Виготський, Г. С. Костюк, А. І. Леонтєва, В. О. Сухомлинський та ін.

Узагальнюючи їх думку можна зробити висновок, що світогляд як вчителя, так і студентів, учнів визначається проявом їх поведінки в житті, освітньому закладі, на заняттях, виробництві, побуті та ін. У НУШ, Державному стандарті чітко визначена основна дидактична мета початкової освіти: формування цілісної наукової картини світу суб'єктів навчання, яка концентрується, насамперед у змістовому компоненті освітнього процесу. Звідси випливає ряд висновків:

– світогляд майбутнього випускника педагогічного коледжу є своєрідним ситом у формуванні цілісної наукової картини світу учнів початкової ланки ЗЗСО;

– в ході формування наукового світогляду студентів педагогічних коледжів пов'язані з різновекторністю чинників і джерел інформації. Вони обумовлені навчальними планами коледжів, новітніми знаннями про природу, науковими здобуткам, культурою, розвитком техніки, різноманітною інформацією, засобами масової інформації та ін.

Загальновідомо, що кожна суспільствознавча, гуманітарна, природнича галузь окреслює закономірності певної складової об'єктивного світу, а тому кожна навчальна дисципліна накладає свій відбиток у формування наукового світогляду майбутнього фахівця. Зокрема, навчальні предмети природничих наук розкривають природничо-наукову картину світу та формують основу наукового світогляду майбутнього педагога в ЗВО здійснюється через трансформацію суджень, моделей, уявлень, знань у переконання: знання → погляди → переконання → світогляд.

В. О. Сухомлинський зазначав: «Переконання – це не лише усвідомлення людиною істинності світоглядних та моральних понять, а й особиста готовність діяти відповідно до цих правил і понять. Переконаність ми спостерігаємо тоді, коли діяльність людини мотивується світоглядом, коли істинність того чи іншого поняття не тільки не викликає в людини сумнівів, а й формує її суб'єктивний стан, її особисте ставлення до істини» [70].

Віра в істинність набутих знань сформованих у цілісній картині світу суб'єктів навчання є сутністю освітнього процесу з фізики, у якій би формі вона не здійснювалася. Основне – це стійкі переконання педагога сформовані через знання – ставлення до нього – перевірка істинності знань – потреба у їх використанні.

Таким чином, ефективність діяльності випускника педагогічного коледжу залежить від того наскільки ґрунтовно сформовані у нього: наукова картина світу; світоглядні орієнтири, прийняттям змісту цінностей; чуттєво-емоційні переживання, що проявляються в особистості через обрану професію.

Крім цього до завдань НУШ входить формування наскрізних вмінь: розв'язую проблеми; мислю творчо (креативність), критично; ефективно спілкуюся; розвиваю власний емоційний інтелект, досліджую явища, процеси; ефективно організую свою діяльність; рефлексую; вдумливо сприймаю інформацію. Тоді предметні межі мають інше призначення, бо викладачі заохочують суб'єктів навчання у використанні зв'язків між навчальними предметами, а відповідно ґрунтуватися на знаннях і навичках з кількох освітніх галузей.

У Павлишській середній школі ім. В. О. Сухомлинського у 60–70 роках минулого століття був запроваджений принцип: середовище в класі заповнене дитячими роботами, роботами їх сімей, членів місцевої громади. Згідно нинішніх вимог до НУШ зараз створюється таке середовище, що належить дітям. Таке середовище враховує інтереси та потреби дітей, їхні попередні знання та досвід [70].

Таким чином, у приведеному аналізі визначені основні напрямки удосконалення методики навчання фізики у педагогічних коледжах, що спрямована на професійну орієнтацію початкової освіти та формування наукового світогляду. Формування такої методики ми здійснюємо на прикладі навчального матеріалу з атомної та ядерної фізики в педагогічних коледжах. Для цього розглянемо зародження та еволюцію теорії та практики визначеного розділу починаючи з теорії квантів.

Особливістю зародження теорії квантів на самій ранній стадії її формулюванні є те, що мало місце накопичення фактів, експериментів, які неможливо було пояснити, зокрема розподіл енергії в неперервному спектрі випромінювання абсолютно чорного тіла (АЧТ), фотоефект, радіоактивність, спектральні закономірності та ін. за допомогою класичної теорії [28, с. 54]. У тодішній світогляд навіть маститих вчених такі факти не вписувалися. Тобто задача, з якої почалося систематичне вивчення атомної та ядерної фізики, виявилася задачею квантування енергії гармонічних коливань [28, с.55].

Квантова теорія вивчає процеси, що відбуваються в мікросвіті – світі молекул, атомів, атомних ядер, елементарних частинок. Тут у студентів

педагогічних коледжів формується новий світогляд, який має в кінцевому результаті трансформуватися у відповідний світогляд суб'єктів навчання початкової освіти. Оскільки властивості макроскопічних тіл зумовлені рухом і взаємодією їхніх складових – мікрочастинок, то закони атомної та ядерної фізики дають змогу пояснити явища макросвіту.

Квантова фізика впродовж ХХ ст. еволюціонувала, що дозволяло здійснювати узагальнення з виділенням основ нової наукової картини світу:

– квантова механіка, як теорія, що встановлює спосіб опису та закони руху мікрочастинок (молекул, атомів, атомних ядер, елементарних частинок) і їх систем, а також зв'язок величин, що характеризують частинки та системи, з фізичними величинами, які безпосередньо вимірюють дослідним шляхом;

– квантова статистика – розділ статистичної фізики, в якому досліджуються системи багатьох частинок, що підпорядковуються законам квантової механіки;

– квантова теорія поля – квантова теорія релятивістських систем, яка є теоретичною основою опису мікрочастинок, їх взаємодій і взаємоперетворень.;

– хромодинаміка – це розділ теоретичної фізики, який описує сильну взаємодію між кварками через глюонні поля [31, с. 238].

Зародження квантової теорії можна вважати почалося у 1859 році з праць Г. Кірхгофа, який виклав доповідь у Берлінській Академії і показав, що для променів однієї і тієї довжини хвилі відношення випромінювальної здатності до поглинальної, при однаковій температурі, не змінюється для всіх тіл. Це твердження пізніше отримало назву «Закон Кірхгофа» [28, с. 14]. Пізніше у 1862 році Г. Кірхгоф ввів поняття «абсолютно чорного тіла», як фізичної абстракції, що вживається у термодинаміці – тіло, яке цілком поглинає проміння (всіх довжин хвиль), що падає на нього. Не зважаючи на назву, АЧТ може випускати теплове випромінювання. Спектр випромінювання абсолютно чорного тіла інфрачервоними променями визначається тільки його температурою і виділено на проміжку довжини хвилі від одного 1мкм до 1 см (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Шкала електромагнітного випромінювання

Розрізняється ближній порядок – 0,75–1,4 мкм (IR-A), короткохвильовий – 1,4–3 мкм (IR-B), середньохвильовий – 3–8 мкм (IR-C), дальнوخвильовий – 8–15 мкм (IR-C), дальній – 15–1000 мкм (FIR). Вивчення такого діапазону є прикладом інтегративного знання і викликана тим, що він описує різні біологічні, хімічні, анатомічні, біологічні, фізичні та інші галузі, які властиві стандарту початкової освіти. Практичного використання явища набувають тепловізори (діапазон 3–5 мкм і 8–14 мкм), які призначені для перетворення невидимого сигналу у видиме спостереження на моніторі комп'ютера теплового випромінювання тих чи інших об'єктів чи притоку інформації із зовнішнього чи внутрішнього середовища [28]. Людське тіло випромінює інфрачервоні хвилі довжиною 9,6 мкм, а відповідно воно підлягає опису фізичними тепловими законами випромінювання та поглинання. Випромінювання має неперервний спектр, із зростанням температури повна його енергія зростає, а максимум зсувається в сторону менших довжин хвиль (закон зміщення Віна). Якраз дана фізична закономірність використовується в діагностичній медицині.

Діючий курс фізики [78; 79] для загальноосвітніх закладів середньої освіти та педагогічних коледжів містить такі незвичні для студентів поняття: абсолютно чорне тіло, сіре тіло, випромінювальна здатність, поглинальна здатність, теплове (температурне) випромінювання (додаток Л). Поняття донині розглядаються із точки зору вчення Кірхгофа без інтеграції з іншими навчальними предметами, які в доступній формі мають трансформуватися через знансві компоненти освітніх галузей у знання початкової освіти.

Еволюцію дослідження явища теплообміну вивчали різні фізики-теоретики. Здатність організму підтримувати постійну температуру тіла в значній мірі обумовлена трьома фізичними властивостями води: Австрійський фізик Джозеф Стефан за результатами експериментів визначив у 1879 році, що повне випромінювання $E \approx T^4$.

У 1884 році це твердження було доведене Л. Е. Больцманом [28, с. 147], тобто він вивів закон для випромінювальної здатності абсолютно чорного тіла з урахуванням пропорційності тиску рівноважного випромінювання, передбаченого теорією Максвелла, і щільності його енергії. Цей закон носить назву закону Стефана-Больцмана.

У педагогічних закладах передвищої фахової освіти частина знань носять оглядовий історичний характер і на нашу думку можуть використовуватися для написання рефератів, доповідей, історичних оглядів. Такий підхід відповідає державним вимогам до загальноосвітньої підготовки студентів, де вони повинні знати та розуміти фундаментальний характер загальних закономірностей природи, цілісність природничо-наукової картини світу і місце в ній сучасної фізичної картини світу, історію становлення основних фізичних ідей, законів, теорій. Адже всі ці знання майбутній фахівець початкової освіти має провести через своєрідне «сито» до суб'єктів навчання.

Важливим етапом навчання студентів педагогічних коледжів є повідомлення, що у 1884 р. німецький фізик Вільгельм Він (1864–1928), розвиваючи ідеї Больцмана про розподіл енергії у спектрі АЧТ, сформулював закон зміщення, згідно якого питома інтенсивність випромінювання пропорційна п'ятому степеню температури і відзначається певною функцією від відношення довжини хвилі на температуру [28, с. 266]. Цю функцію шукали В. Він, англійські фізики лорд Релей (Джон Вільям Стретт, 1842–1919) і Джеймс Хопвуд Джинс (1877–1946) [28, с. 149]. Було виведено закон випромінювання Релея і окремо Джинса, але єдиного закону, що описав би короткохвильову і довгохвильову область випромінювання знайти не вдалося. Вільгельм Він, Релей, Хопвуд Джинс та інші фізики ХІХ століття

використовуючи закони класичної механіки так і не змогли дати теоретичне пояснення експериментально встановленої функції $\varphi(\lambda, T)$.

Експериментальні графіки поглинання енергії АЧТ досліджував і М. Планк [28, с. 126]. Віднайшов емпіричним шляхом (шляхом підбору) формулу, яка пояснювала цей графік (рис. 2.2). У граничних випадках формула переходила у формули Віна чи Джинса [36, с. 262].

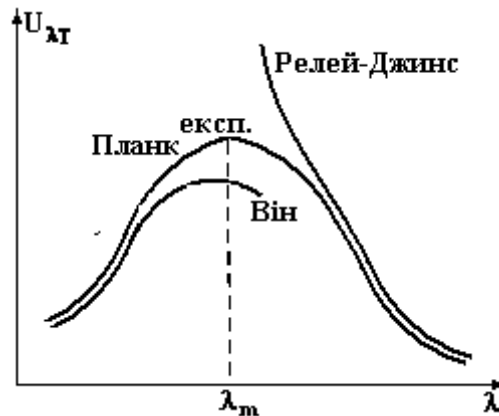


Рис. 2.2. Розподіл енергії у спектрі абсолютно чорного тіла

Вітчизняний вчений Б. Б. Голіцин подав у 1882 р. магістерську роботу «Про променисту енергію» до захисту і фактично стояв у витоків встановлення закономірностей термодинамічного випромінювання. Він вперше застосував закони термодинаміки до рівноважного теплового випромінювання у термодинамічній системі, показав, що у законі Стефана-Больцмана використовується температура АЧТ, а не температура випромінювання, також ввів поняття дискретного випромінювання АЧТ. Проте на той час не зрозуміли його ідей про перервність поглинання абсолютно чорним тілом навіть такі відомі вчені як О. П. Соколов та О. Г. Столетов – дали негативну рецензію і до захисту молодого вченого не допустили. Ідея Б. Б. Голіцина знайшла своє відображення у дослідженнях М. Планка, за що він одержав Нобелівську премію [28, с. 138].

Таким чином, нерозв'язане завдання, об'єднання двох законів пояснення кривих випромінювання у 1900 р. вирішив М. Планк, запропонувавши емпіричну формулу для розподілу випромінювання за довжинами хвиль $d^2S/dU^2 = a/(U(U+b))$, де U – енергія, S – ентропія, b та a – сталі величини. Цей

вираз для малих значень U відповідає закону Віна, а для великих значень U – відповідає закону випромінювання Релея–Джинса та співпадає з результатами експериментальних досліджень Рубенса–Курльбаума [28, с. 29]

Студенти педагогічних коледжів мають усвідомити, що закон розподілу Планка є математичною моделлю, знайдений шляхом підбору формул – ефективним прийомом, був одним із найбільш значних і важливих вкладів у науку, коли-небудь зроблених в історії фізики. У пошуках логічного її закріплення Планк висунув поняття елементарного кванта дії (енергії) та тим самим започаткував розвиток квантової фізики. Крім цього з математичного виразу $E=h\nu$ витікали певні наслідки, які будучи зрозумілі Ейнштейном, рішуче вплинули на перегляд самих основ природничих наук і в першу чергу фізики. Ніколи в історії природознавства, на перший погляд, незначна математична модель у вигляді формули не мала настільки далеких фізичних та філософських наслідків [28, с. 133]. Для студентів педагогічних коледжів такий висновок має бути фундаментальним для подальшого усвідомлення знань та формування наукової картини світу.

Студентам пропонується дослідження ходу думок М. Планка в частині встановлення закону розподілу енергії у спектрі абсолютно чорного тіла (рис. 2.3) де знайшла своє втілення ідея дискретності випромінювання [56].

Інший шлях, який сприяв створенню квантової механіки має початок із відкриття катодних променів В. Круксом [36, с. 256]. Тоді вчені досліджували самі різноманітні взаємодії речовин з різного виду випромінювань, взаємодією з магнітним та електричним полями, дослідження явища проходження струму у газах та ін.

Емпіричні констатації, як і гіпотези, потребували перевірки. Вчені розуміли, що гіпотези, можуть виявитися хибними чи істинними, причому або частково, або повністю. Ці якості ізольованих емпіричних тверджень особливо яскраво проявляються в разі введення важливих, принципово нових визначень,

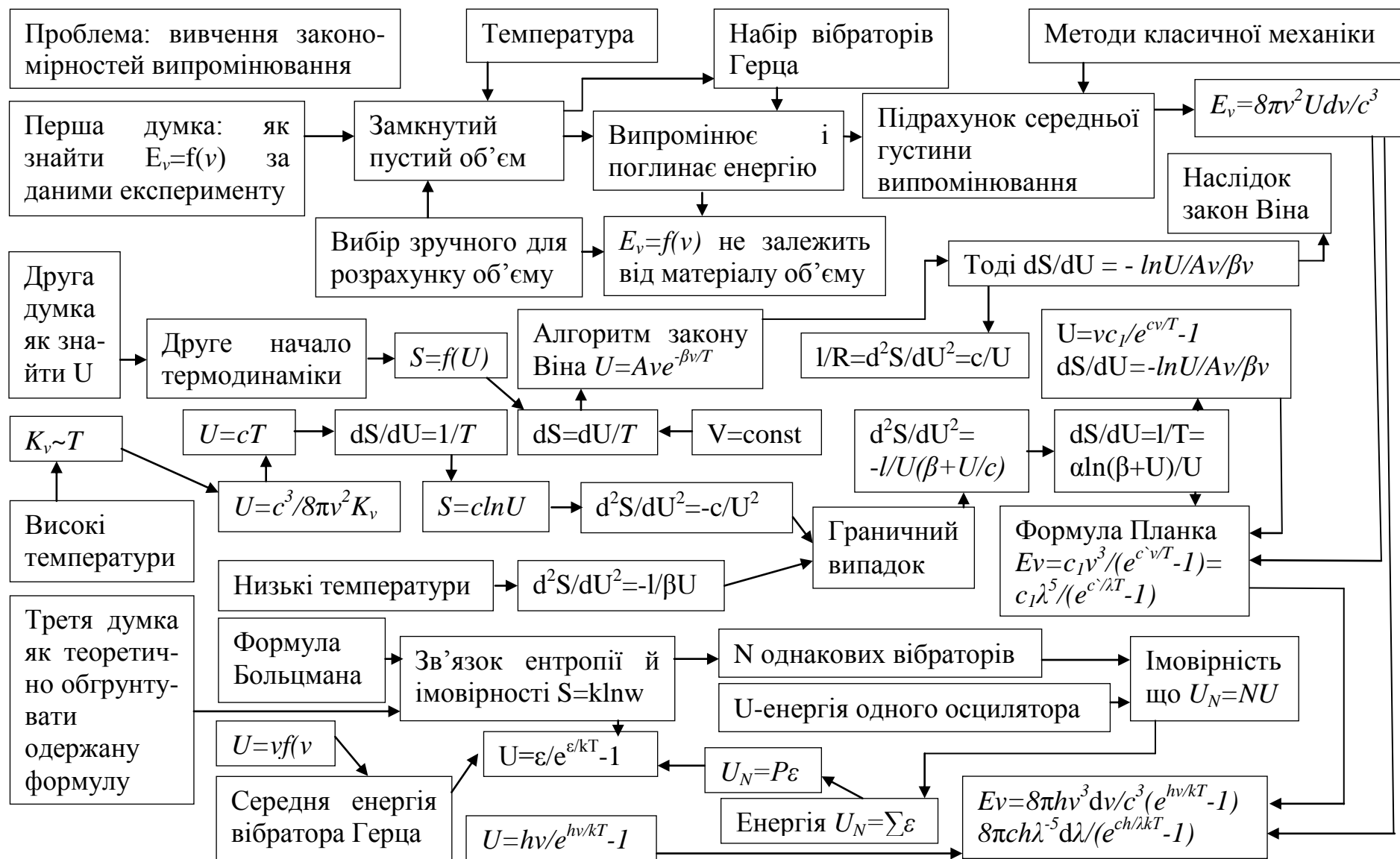


Рис. 2.3. Хід думок Планка у дослідженні закономірностей випромінювання АЧТ

істинність яких кладе початок великим науковим відкриттям. Визначення свого ставлення до таких тверджень відноситься до числа аж ніяк не найлегших завдань, що виникають перед ученим. Закоренілий скептицизм тут дуже легко може обернутися тактикою втрачених можливостей, але і юнацький ентузіазм з нагоди кожного повідомлення про нове відкриття також, очевидно, не є найкращим виходом з положення [28, с. 168].

Таким чином, дату 14 грудня 1900 року вважають «днем народження квантової теорії». М. Планк написав історичну статтю «До теорії розподілу енергії випромінювання в нормальному спектрі», в якій він виклав наведені вище результати та ввів поняття кванта дії, який згодом набув назви «універсальна стала» h . Вона змінила хід розвитку теоретичної фізики ХХ ст. і відкрила шлях до формування нової наукової картини світу [28, с. 133].

Варто наголосити увагу студентів, що шлях відкриття електрона, яким цікавилися всі природничі науки, має не меншу історичну значимість у створенні квантової механіки, починаючи з фіолетової смужки світла у розрідженому газі у скляній трубці між анодом та катодом у дослідах В. Крукса.

Отже, перший підготовчий крок до створення квантової механіки зробив М. Планк. Для пояснення розподілу енергії в спектрі випромінювання абсолютно чорного тіла він висунув гіпотезу про те, що енергія атомів може змінюватися дискретними порціями – квантами [36, с. 238].

У другій половині ХІХ ст. Джеймс Кларк Максвелл (1831–1879) [28] сформулював струнке вчення про електромагнітне поле, у розвитку якого дійшов висновку про існування електромагнітних хвиль і тотожність їх до світлових хвиль. Було відкрито шлях до створення нової електродинамічної картини світу. До цього висновку приводять рівняння Дж. Максвелла. Як відомо, ці рівняння стверджують, що зміна в часі електричного поля веде до виникнення в просторі магнітного поля і, навпаки, зміна в часі магнітного поля зумовлює появу електричного поля. Тут має місце неперервність хвильового процесу. На перший погляд здається немає нічого спільного з дискретністю.

Визначивши швидкість поширення хвилі в напрямі осі x для вакууму ($\epsilon=1$, $\mu=1$) за електромагнітними величинами і порівнявши її зі швидкістю світла за вимірами Фізо, Дж. Максвелл констатував винятковий їх збіг [28]. З цього почалося формування електромагнітної теорії і світла.

Вважалося, теорія Дж. Максвелла є однією з найдосконаліших теорій про природу випромінювання. Але, як буває у розвитку науки, з'явилися нові факти, які не можна було пояснити з уявлень про світло, як неперервний потік електромагнітних хвиль. Такими були закономірності фотоефекту і спектрів випромінювання та радіоактивність. В такий осіб формується у студентів методологічна суперечність у новітній фізиці того часу.

А. Ейнштейн [81, с. 165] висунув гіпотезу про те, що кванти величини $h\nu$ існують не лише в процесі поглинання і випромінювання, але мають і самостійне існування, і застосував цю гіпотезу до фотоефекту. Він пояснив, на той час, добре відомі особливості фотоелектричного ефекту, а також такі, які не пояснювалися з точки зору хвильової теорії світла, і сформулював основний закон фотоелектричного ефекту: $h\nu=A+E_k$ де E_k – максимальна кінетична енергія фотоелектрона, A – робота виходу електрону. Тоді, природно, витікає існування граничного значення частоти і для здійснення фотоелектричного ефекту.

Рівняння А. Ейнштейна було перевірено експериментально у 1912 р. А. Комптоном і Л. Річардсоном, а у 1916 р. Р. Міллікеном [28]. Теорія квантів повністю пояснює фотоелектричний ефект, а експеримент підтверджує її реальність, що неможливо для класичної фізики, яка вимагає запізнення у часі, пов'язаного з необхідністю накопичення у речовині, яку опромінюють, необхідної кількості енергії [81, с. 167].

Виходячи із вчення А. Ейнштейна [81] нинішній курс фізики для педагогічних коледжів містить такі поняття: енергія та імпульс фотона, зовнішній фотоефект і його закони, внутрішній фотоефект, рівняння фотоефекту, червона межа фотоефекту, робота виходу, фотоелектрон, фотострум, струм насичення, запірна напруга (додаток Л) та ін. Вказані поняття

майбутнім фахівцям початкової освіти доцільно трансформувати у доступні знання учнів початкової ланки через виклад у освітніх галузях.

Н. Бор у 1913 р. використав ідею квантів і ввів постулати для пояснення станів воднеподібних атомів, розшифрував їхні спектри із використанням не лише законів класичної фізики [80, с. 213].

Стала Планка в теорії Бора – це величина, яка характеризує як випромінювання атомом енергії, так і значення якої визначає дискретний ряд стійких станів електронів. Навчальний матеріал має інтегративний характер з природничою освітньою галуззю. Продовжуючи дослідження Д. Нікольсона, Н. Бор прийшов до висновку про необхідність сполучення квантового принципу і моделі атома Резерфорда [81, с. 166]. Основна його ідея полягала у тому, що він визнав передбачення про неможливість наочного класичного уявлення у часі поведінки електрона впродовж переходу атома з одного стану у другий. До цього єдиним позачасовим явищем у класичній фізиці була сила тяжіння, яка поширюється від тіла до тіла миттєво, тобто поза часом. Так у новій фізиці знову виникли позачасові процеси.

Теорія Бора була підтверджена експериментально [28]. Вона дала можливість пояснити закономірності у лінійчатих спектрах атомів, ряд явищ флуоресценції, розщеплення спектральних ліній у електричному полі – штарк-ефект, нормальний ефект Зеємана, що знаходить відображення у технологічній освітній галузі. Другий тріумф теорії Бора пов'язаний з відкриттям Г. Урбеном у 1911 р. елемента з номером 72.

Аналіз недоліків теорії Н. Бора [28] показав, що вона неспроможна пояснити всі особливості мікросвіту, що її не можна віднести до логічно струнких теорій, бо в своїй основі вона штучно поєднує класичну механіку з деякими квантовими принципами. Тут студенти знайомляться з таким важливим поняттям як межі застосування теорій та принципом доповнюваності.

Продовжуючи дослідження явища теплового випромінювання та поглинання А. Ейнштейн у своїй класичній роботі 1917 р. [81 с. 168] про

світлові кванти зробив крок у бік корпускулярної теорії світла. Він припустив, що атом випромінює, «вистрілюючи» квант світла у тому чи іншому напрямі. Ця ідея знайшла блискуче підтвердження у відкритті, зробленому американським фізиком А. Комптоном, який досліджував розсіяння рентгенівського проміння речовиною, що містить слабо пов'язані електрони, встановив, що частота (довжина хвилі) розсіяних рентгенівських променів змінюється в залежності від кута розсіювання: $2d\sin\theta = \pm m\lambda$. Це просте пояснення ефекту сприяло закріпленню уявлень про кванти світла як про частинки, для яких А. Комптон запропонував термін «фотон» [31, с. 255].

Студенти педагогічного коледжу слідуючи історичному принципу дослідження явищ мають звернути особливу увагу на висунуту Л. де Бройлем важливу гіпотезу про корпускулярно-хвильовий дуалізм матеріальних частинок, основна ідея якої (про хвильові властивості частинок) була в 1927 р. підтверджена К. Девіссоном і Л. Джермером [28]. Сутність гіпотези універсальна, бо вона поширена на всю Природу, бо всі явища та процеси є дуалістичними. Цю властивість доцільно трансформувати на інші освітні галузі початкової освіти.

Друга половина XIX ст. характеризується накопиченням фактів на користь атомно-молекулярної будови речовини та складної будови атома [81, с. 190]. Електрон з року в рік утверджував себе як елементарна частинка, яка входить до складу атома, а через спектри речовин вивчались властивості їхніх атомів. Проведені бесіди з учнями 4-х класів (74 особи) показали, що вони мають початкові уявлення про електрони, ядро, атом, що слід враховувати в своїй діяльності майбутнім фахівцям початкової освіти.

Передумовою для створення моделей атома була серія досліджень природодослідників. У 1896 р. А. Беккерель відкрив фотографічний ефект і фосфоресценцію під дією інфрачервоного випромінювання, О. Браве висунув твердження, що атоми у кристалах упорядковані у кристалічній ґратці, І. Гітторф установив рух іонів в електролітах, Е. Митчерліх вказував, що спектроскопія є ключ до розуміння внутрішньої будови атомів і молекул,

Й. Бальмер встановив формулу для визначення довжин хвиль в атомі водню, Д. Стоней у 1874 р. висловив думку про дискретність електрики, У. Крукс провів досліди з катодними променями, А. Майкельсон у 1881 р. виконав експериментальні дослідження з розподілу енергії в спектрі теплового випромінювання абсолютно чорного тіла, Г. Герц у 1887 р. відкрив зовнішній фотоефект [28].

Варто наголосити увагу студентів, що у 1924 р. вже були відомі дві основні ідеї квантової механіки [90]. Перша з них представляла собою ідею квантування, тобто можливість того, що деякі фізичні величини в певних умовах приймають дискретні ряди значень. Друга ідея була концепцією корпускулярно-хвильового дуалізму квантових об'єктів, тобто будь-який квантовий об'єкт (фотон, електрон, атом, молекула і ін.) є одночасно і корпускулою (частинкою), і хвилею. У різних умовах можуть виявлятися або корпускулярні, або хвильові властивості одних і тих же квантових об'єктів, але ніколи одночасно не виявляються ті й інші.

Нові визначальні поняття актуалізували думку вчених. В 1925 р німецькі фізики В. Гейзенберг, М. Борн і П. Йордан розробили матричну механіку, що з'явилася першим теоретичним варіантом теорії квантової механіки [29, с. 138]. У 1926 р. австрійський фізик Ервін Шредінгер розвинув хвильову механіку Л. де Бройля, в основу якої поклав рівняння, назване його ім'ям. Е. Шредінгер запровадив для опису стану мікрооб'єкту хвильову функцію (ψ -функцію). У 1926–1927 рр. англієць П. Дірак вніс великий внесок в розробку математичного апарату квантової механіки, а в 1927 р. ним був запропонований метод вторинного квантування. За ці роботи Гейзенберг був удостоєний Нобелівської премії з фізики в 1932 р. а Шредінгер і Дірак стали Нобелівськими лауреатами в 1933 р. [29, с. 140]. Зміст вказаних теорій відіграють важливу світоглядну функцію, яку мають усвідомити студенти педагогічних коледжів.

У 1926 р. М. Борн дав статистичну інтерпретацію хвильової функції, згідно з якою квадрат її модуля показує ймовірність (точніше, густину

ймовірності), тобто величина ψ визначає ймовірність того, що частинка буде знаходитися в елементі об'єму. Підкреслимо, що хвильова функція ψ може бути комплексною величиною, вона також може залежати і від часу. За роботи з квантової механіки М. Борн був удостоєний Нобелівської премії з фізики за 1954 р. [29, с. 134]. В свій час дана функція піддавалася критиці зі сторони ряду навіть відомих вчених, що свідчить про її світоглядний характер.

Аналогічного світоглядного характеру набуло співвідношення невизначеностей Гейзенберга, за яким у квантовій фізиці одночасне використання понять координати й імпульсу частинки не має сенсу, хоча самі по собі координата й імпульс мають фізичний зміст. Співвідношення невизначеностей виконується і для інших пар величин, названих зв'язаними (наприклад, енергія мікрооб'єкту і час його взаємодії з вимірювальним приладом, проекція моменту імпульсу на вісь квантування і азимутальний кут і ін.). Співвідношення невизначеностей показують, в чому полягає істинний сенс постійної Планка h . Він полягає в тому, що вона дає універсальний масштаб індетермінізму, внутрішньо властивого законам природи, оскільки він обумовлений дуалізмом хвиля-частинка [81]. Методика навчання поняття невизначеність має акцентувати увагу на фундаментальних гносеологічних і світоглядних проблемах, які пов'язані із можливостей людського пізнання, та специфікою закономірностей мікросвіту. Це в свою чергу викликає нові світоглядні ідеї про природу фізичної реальності. Такі концептуальні аспекти співзвучні із методологією НУШ.

Накопичення вище вказаних фактів привело до становлення в 1925–1928 рр. основ квантової механіки, а відповідно у нової наукової картини світу.

За розвитком нової фізики уважно слідкував відомий вчений П. Дебай [29, с. 138] і не випадково запропонував своєму аспіранту Е. Шредінгеру (1887–1961) пояснити ідею Л. де Бройля молодим науковцям під час одного із семінарів. Е. Шредінгер декілька разів уникав такої зустрічі, але за наполяганням керівника довелося це зробити. Він досить детально виклав новітню думку Л. де Бройля. П. Дебай уважно слухав і в кінці попросив не

виграти записи, зроблені Е. Шредінгером на дошці. Коли залишилися вдвох, то виявили написане Е. Шредінгером диференціальне рівняння, яке є нині основним рівнянням квантової механіки. Важливим тут є хід думки вченого, його методологія. Навчити студентів аналізувати такий хід роздумів є важливим методичним завданням. У ході практичної діяльності такий учитель навчить своїх учнів креативно і творчо мислити.

В ході інтегрування фізичних явищ та процесів в освітні галузі початкової освіти доцільно вказати, що В. Гейзенберг (1901–1976) розробив матричну теорію кінематики і динаміки мікрочастинок; Е. Шредінгер створив хвильову теорію квантової механіки; М. Борн у 1927 р. дав статистичну інтерпретацію механічного опису станів мікрочастинок або їх систем; П. Дірак (1902–1984) і В. Паулі (1900-1958) заклали основи релятивістської квантової механіки.

Слідуючи принципу історизму звертаємо увагу, що у наступні роки вагомий внесок у розвиток квантової фізики зробили Д. І. Блохінцев (1908–1979), М. М. Боголюбов (1909–1992), М. Гелл-Ман (н. 1929 р.), Л. Д. Ландау (1908–1968), Х. Лондон (1907–1970), І. Є. Тамм (1895–1971), Р. Фейнман (1918–1988), Е. Фермі (1901–1954), Я. І. Френкель (1894–1952), В. О. Фок (1898–1974) та інші вчені.

Основи механіки (закон інерції, принцип відносності, принцип незалежності рухів та ін.) заклали вчений з новим типом (експериментально-теоретичним) мисленням Г. Галілей.

Р. Декарт розробив основи механіки на основі натурфілософських положень як результат міркувань певного ступеня достовірності, як і дослідні факти. Тоді всі явища природи мають пояснюватися однією загальною властивістю природи.

Завершив створення класичної механіки І. Ньютон в часи промислової революції.

У ХХ ст. здійснено аналіз логічної, методологічної і загальнофілософської бази фізичних теорій та процедур і створено квантову теорію, що описує атомну та ядерну фізику. Тут світоглядна складова, якою має володіти

майбутній фахівець початкової освіти полягає у наступному: історичній і логічній проблемі еквівалентності формулювань квантової механіки (матричної і хвильової); розгляд вимірювань у фізиці мікросвіту; суті принципу спостережень у мікросвіті; проблема простору, часу розмірів, маси; суперечність корпускула-хвиля; проблеми єдиної теорії поля; проблема ймовірнісного характеру у мікросвіті тощо.

Таким чином, принцип НУШ про сукупність наук про людину і Всесвіт дозволяє майбутнім фахівцям початкової освіти зрозуміти феномен особистості в усій його єдності і повноті, визначає людину частинкою Всесвіту й продуктом його розвитку.

2.2. Концептуальні засади розвитку методики навчання фізики у педагогічних коледжах

Аналіз освітньої програми педагогічної освіти ЗВО, державного стандарту та навчального плану педагогічних коледжів та ЗЗСО показав, що кінцева мета навчання студентів коледжів та учнів старшої школи (незважаючи, що МОН України визначило однаковий зміст навчання фізики в них) є різною, (див п. 1.1, 1.2), а тому і мета навчання фізики в них є різною. Маючи професійно спрямований зміст курсу фізики в педагогічному коледжі спрямований, насамперед на формування діалектичного світогляду студентів і трансформацію його на суб'єктів навчання НУШ через освітні галузі відповідно формується й методика навчання фізики. На нашу думку, вона має формуватися на ряді принципів: інтегративному, світоглядному, професійно спрямованому, дитиноцентризму [14; 43].

Виходячи з визначених принципів до концептуальних засад розвитку методики навчання фізики в педагогічному коледжі ми відносимо:

– зміст навчальної дисципліни фізика є інтегрованим у освітні галузі педагогічної освіти спрямований на успішну самореалізацію суб'єктів навчання у суспільстві;

– орієнтація змісту фізики та спряженого змісту навчальних дисциплін «Я

пізнаю світ», «Людина і світ», «Навчаємося разом», «Я досліджую світ» на потреби суб'єктів навчання в освітньому процесі, ідеології дитиноцентризму;

– сучасне освітнє середовище формування фахівців педагогічного коледжу та учнів НУШ, яке забезпечує ефективні освітні умови здобуття якісної освіти з фізики, оснащене новітніми засобами, інноваційними технологіями для навчання суб'єктів освіти не лише у закладах освіти;

– державним стандартом окреслено результати освітньої діяльності суб'єктів навчання: що вони мають знати та вміти, закінчивши певний етап навчання; упровадження модельних навчальних програм для досягнення освітньої мети;

– технологічність особистісно і компетентісно зорієнтованого навчання, організацію освітнього процесу з застосуванням діяльнісного підходу на інтегровано-предметній основі з переважанням ігрових методів у першому циклі (1-2 класи) та інтегровано-предметній основі у другому циклі (3-4 класи) [43];

– забезпечення співробітництва суб'єктів навчання (викладач, учень, студент, батьки), що ґрунтується на принципах гуманізму й творчого підходу до розвитку особистості, передбачає взаєморозуміння, єдність інтересів і прагнень [14].

Методика навчання фізики у педагогічних коледжах має враховувати, що сучасна фізика перетворилася в теоретичну базу сучасної техніки, є важливим компонентом людської культури; в методологічному аспекті сприяє розвитку діалектичного мислення і формування наукового світогляду, вона забезпечує ефективне екологічне, моральне, патріотичне, естетичне, трудове виховання. Виходячи із принципів створення НУШ фізика в педагогічних коледжах повинна бути однією з основних в реалізації цілей.

Стратегічні напрямки будь-якого розвитку визначаються певним задумом, системою поглядів на певне явище, процес – концепцією [74]. Сутність інтегративності фізичного знання в освітні галузі визначена у п. 1.1.

Концепція природознавчої освіти в педагогічних коледжах впливає із

загальної концепції розвитку спеціальної професійної освіти [74], згідно з якою перехід до підготовки конкурентоздатних фахівців вимагає поглиблення фундаментальних знань, інтеграції змісту, навчання за основними видами або об'єктам професійної діяльності, посилення професійної орієнтації загальноосвітньої підготовки при обов'язковому збереженні базового компонента загальної середньої освіти, встановлення раціонального співвідношення теоретичного і практичного навчання, формування творчого мислення та високої виконавчої культури праці [74]. Розвиток та реалізація Концепції здійснюється в середовищі забезпечення професійно спрямованої компетентності початкової освіти засобами навчання (рис. 1.4) спрямованої на здатність професійно діяти, володіти основами життєдіяльності та набуття світоглядних уявлень через природничі явища, процеси.

Виходячи із змістових показників середовища (п. 1.1) до основних принципів **розвитку професійно спрямованої початкової освіти** відносяться [90]: фундаменталізація, соціальна детермінізація, диверсифікація, стандартизація, єдність навчання й виховання, екологізація, варіативність професійної освіти; індивідуалізація та диференціація професійної освіти; поєднання загальноосвітньої і професійної підготовки; інтеграція освіти, науки й виробництва; випереджальний характер підготовки кваліфікованого учителя; гнучкість і взаємозв'язок процесу професійного навчання результатами реструктуризації економіки.

Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» (розпорядження КМ № 988-р від 14.12.2016 р.) визначає чинники, які впливатимуть на шляхи розвитку і критерії визначення місця педагогічних коледжів у системі освіти XXI ст. До пріоритетних напрямків її розвитку віднесено, зокрема: інтелектуалізацію змісту освіти, врахування науково-технічних досягнень, упровадження новітніх технологій; формування ринку освітніх послуг; модернізацію інформаційного, науково-методичного та матеріально-технічного забезпечення; особистісно-орієнтований, діяльнісний, компетентний системний, ресурсний підхід у

професійному становленню майбутніх молодших педагогічних спеціалістів; розвиток соціального партнерства; міжнародне співробітництво [49].

Підвищення конкурентоспроможності та забезпечення якості й доступності освіти зумовлюють необхідність прогнозування професійно-кваліфікаційної структури підготовки педагогічних фахівців коледжів. Вона передбачає: розроблення стандартів професійної компетентності майбутніх учителів; модернізацію матеріально-технічного забезпечення з фізики та природничих дисциплін; створення системи, яка характеризує рівні професійної підготовки відповідно до міжнародних стандартів якості; розробку механізму відповідності якості компетентності випускників до соціального замовлення суспільства; обґрунтування критеріїв якісної підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації випускників педагогічних коледжів; законодавчого забезпечення стимулювання роботодавців у створенні умов для неперервної професійної освіти учителів; розвитку соціального партнерства [48].

Специфіка професійно спрямованого освітнього процесу в педагогічних коледжах пов'язана, насамперед, з тим, що відбувається перехід до нової компетентнісної освітньої парадигми НУШ. В її центрі перебуває суб'єкт навчання – майбутній фахівець, який не просто засвоює певну сукупність знань, а володіє умінням навчити суб'єктів навчання пізнавати істину. При цьому суб'єкти освітнього процесу – педагог і студенти – мають бути рівноправними. Особливістю освітнього процесу у професійній школі є те, що його мета – підготовка конкурентоспроможного професійно мобільного фахівця, який відповідає жорстким вимогам часу. Отже, рівень професійної компетенції випускника педагогічного коледжу повинен оптимально співвідноситись як з інтересами особистості, так і з запитом суспільства. Такий підхід до професійної підготовки дає змогу перейти до багаторівневої підготовки фахівців, що законодавчо затверджено в Україні (Закон України «Про освіту» [21], «Про вищу освіту» [23]). Багаторівнева професійна освіта забезпечує основу для поступового просування фахівця до бакалавра, магістра,

а також неперервність навчання. У свою чергу ринкові умови праці потребують постійного підвищення кваліфікації викладача, спрямовують його на навчання впродовж усього життя. Відтак, одним зі шляхів удосконалення освітнього процесу в спеціальних закладах освіти є перехід до багатоступеневої неперервної освіти.

У зв'язку з визначеними особливостями організації професійно спрямованого освітнього процесу (див. п. 1.3) в педагогічних коледжах суттєві зміни відбуваються в самих підходах до освітнього процесу педагогічних коледжів, головними аспектами якого є гуманізація, демократизація, інформатизація, розвиток професійної мобільності і творчого потенціалу майбутнього фахівця.

Шлях гуманізації забезпечує підвищення інтенсифікації навчально-пізнавальної та навчально-виробничої діяльності, підсилення гуманітарної спрямованості загальноосвітніх та спеціальних предметів, згуртування як студентських, так і педагогічних колективів.

Завдяки *демократизації* підготовка майбутніх фахівців здійснюється на різних рівнях складності відповідно до потреб особистості та виробництва, кожний рівень підготовки відкриває можливості для подальшого самовдосконалення, продовження навчання, розвитку здібностей тощо. Також завдяки демократизації освітнього процесу встановлюються відносини взаєморозуміння, взаємоповаги та взаємовимогливості, виховується відповідальність за свої дії, за якість праці тощо [23].

Виходячи із вищевикладеного ми сформуваємо основні Концептуальні засади розвитку професійно спрямованої методики навчання фізики на прикладі методики навчання понять атомної та ядерної фізики у педагогічних коледжах враховуючи узагальнені спільні ключові професійно-спрямовані компетентності (рис. 1.1), додаток 1 до Державного стандарту. До них ми віднесли освітні галузі початкової освіти доповнених окресленою нами світоглядною складовою компетентності студентів з фізики та природничих

навчальних предметів та STEM-інтегруючих компонентів у зміст освітніх галузей початкової освіти педагогічних коледжів:

1. Використання науково-популярної інформації з фізики на прикладі атомної та ядерної фізики у мовно-літературній освітній галузі: фантастичні ідеї мікро та макро світу викладені у літературних творах; інтерпретація, оцінювання інформації медіатекстів з фізики; уміння пояснити явища мікросвіту літературною мовою; розвиток індивідуального мовлення з використанням фізичного глосарію тощо.

2. Формування у студентів інтегративного змісту фізики з компонентами та показниками математичної галузі: моделювання явищ, процесів, ситуацій з фізики, зокрема з атомної та ядерної фізики; актуалізація набутого досвіду природничого характеру та передача математичних аналогій з пізнання світу.

3. Впровадження в освітній процес природничої галузі педагогічних коледжів відповідного змісту фізики через впровадження компонентів та показників: технологія пошуку відповідей на запитання та проблеми мікросвіту; організація спостереження в дослідженні світу Природи з огляду будови речовини; постановка експериментування (включаючи й домашні) за програмою «Я і світ», «Світ навколо нас» тощо; проектування освітніх моделей мікросвіту; вияв допитливості у відкритті світу фізичних явищ природи та отримання радості від її пізнання.

4. Застосування знань з фізики, зокрема атомної та ядерної, в технологічній освітній галузі педагогічних коледжів засобами проектної діяльності: планування задуму і виготовлення моделей явищ і процесів мікросвіту; задоволення власних потреб, наприклад дослідити будову атома, ядра; ефективне використання знань з властивостей природних матеріалів з нанотехнологій; з'ясування використання знань з фізики у сучасному виробництві, медицині, енергетиці; турбота про збереження навколишнього світу.

5. Поєднання навчання фізики із змістом інформатичної та цифрової освітньої галузі педагогічного коледжу: створення системи дослідів, що

моделюють атомні та ядерні процеси, формування банку даних інформації природничого змісту через її пошук, критичний аналіз атомних та ядерних процесів, узагальнення й систематизацію елементарних частинок; алгоритм оцінювання інформації з фізики (атомної та ядерної фізики) для розв'язання життєвих проблем; з'ясування ролі фізики у розвитку техніки та життєдіяльності людини.

6. Поєднання знань з фізики, в тому числі і атомної та ядерної із соціальною і здоров'язбережувальною освітньою галуззю через усвідомлення: турботи про власне здоров'я і безпеку, коли використовуються, наприклад радіоактивні речовини, добувається уранова руда та ін.; виявлення та реагування на ситуацію, що становить загрозу для здоров'я (моніторинг забруднення засобами фізики); аргументація суджень, історичних фактів про події суспільного життя пов'язаного з використанням фізичних явищ.

7. Реалізація світоглядних компонентів з фізики у громадянській та історичній освітніх галузях педагогічних коледжів.

Концептуальні засади сформовані на основі узагальнення вимог до обов'язкових результатів навчання здобувачів педагогічних коледжів, див. додаток 1 до діючого Стандарту початкової освіти та системи компонентів і показників світоглядної, інтегративної та професійно спрямованої компетентності з фізики та природничих навчальних предметів, що інтегруються у зміст початкової освіти коледжів (додаток А). На ці основі ми здійснили удосконалення методики навчання понять, явищ, процесів квантової теорії та фізики атома й ядра у педагогічних коледжах, визначили цілі та функції методики їх навчання.

Головними функціями засад професійно спрямованої методики навчання фізики, зокрема понять атомної та ядерної фізики ми віднесли наступні:

1. У ході навчання реалізується загальноосвітня функція навчання студентів через усвідомлення ними знань, насамперед світоглядного з основ курсу атомної та ядерної фізики та практичного і набуття умінь і навичок,

формування цінностей із наступною їхньою трансформацією в освітні галузі початкової освіти.

2. Розвиваюча функція методики навчання атомної та ядерної фізики передбачає розкриття пізнавальних внутрішніх ресурсів самостійного оволодіння інформацією шляхом мотивації з опрацювання джерел інформації з новітніх досягнень фізики мікросвіту, забезпечення систематичної роботи з відшукування науково-технічної інформації й організація дискусій з виявлених тем, розвивати логічне мислення при виготовленні проектів моделей атомної та ядерної фізики.

3. Виховна функція фізики атома, ядра та елементарних частинок слугує базою формування наукового світогляду та формування наукової картини світу, що реалізується через різні види організації пізнавальної діяльності.

Метою навчальної програми «Я досліджую світ» (згідно типової програми розробленої під керівництвом Савченко О. Я. наказ МОН України №1272 від 08.10.2019 р.) є особистісний розвиток молодших школярів на основі формування цілісного образу світу в процесі засвоєння різних видів соціального досвіду, який охоплює систему інтегрованих знань про природу та суспільство, ціннісні орієнтації в різних сферах життєдіяльності та соціальної практики, способи дослідницької поведінки, які характеризують здатність учнів розв'язувати практичні задачі.

Людина і природа (цілісність природи, взаємозв'язок об'єктів і явищ, відповідальна діяльність людини у природі, залежність між діяльністю людини та станом довкілля).

Зміст технологічної освітньої галузі реалізується через навчальний предмет «Дизайн і технології». Реалізація мети і завдань освітнього предмета здійснюється за такими змістовими лініями: «Інформаційно-комунікаційне середовище», «Середовище проектування», «Середовище техніки та технологій», «Середовище соціалізації».

В цілому визначені функції забезпечують формування світоглядної компетентності майбутніх фахівців педагогічної освіти здатних трансформувати набуті знання в освітньому процесі НУШ.

Значущість навчального матеріалу, який вивчається, полягає в тому, що структура курсу фізики формує і відповідний стиль мислення, світогляд студентів звідки впливає специфіка цілей навчання студентів педагогічних коледжів. Насамперед таке пізнання відбувається на трьох рівнях: актуалізація чуттєвого набутого досвіду і виявлення опорних знань для власного саморозвитку студентів та формування методики використання їх у початковій ланці ЗЗСО, емпірично-модельному та теоретично-узагальнюючому (рис. 2.4).

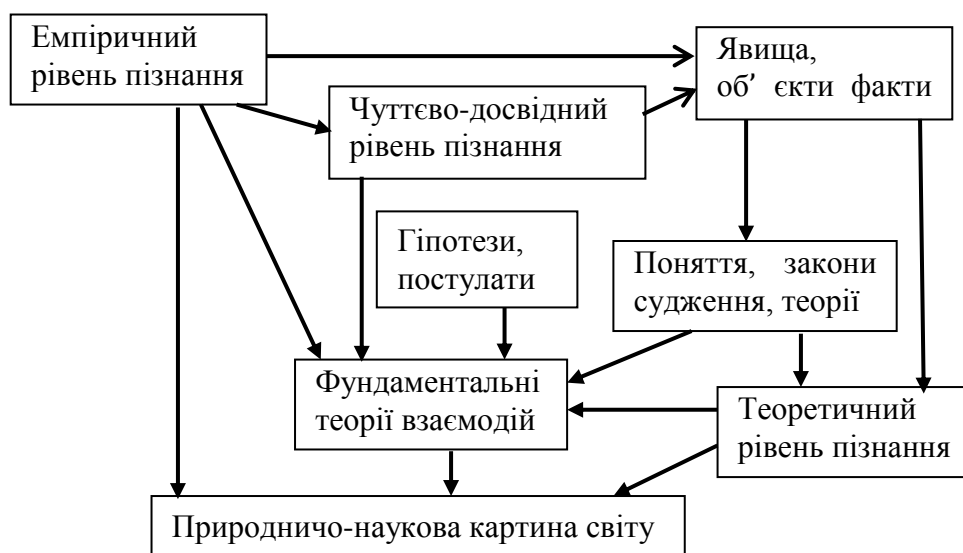


Рис. 2.4. Структура емпіричного, чуттєво-досвідного та теоретичного аспектів пізнання

До цілей засад професійно спрямованого, орієнтованого на формування світогляду в навчанні понять фізики атома та ядра, з урахуванням цілей НУШ [37] ми віднесли:

– **когнітивні:** новий зміст освіти, заснований на формуванні компетентностей, необхідних для успішної самореалізації в суспільстві; наскрізний процес виховання, який формує цінності; орієнтація на потреби учня в освітньому процесі, дитиноцентризм;

– **кадрові:** вмотивований учитель, який має свободу творчості й розвивається професійно; володіння педагогікою партнерства між учнем, учителем і батьками;

– **організаційно-управлінські:** децентралізація та ефективне управління, що надасть школі реальну автономію; нова структура школи, яка дає змогу добре засвоїти новий зміст і набути компетентності для життя; справедливий розподіл публічних коштів, який забезпечує рівний доступ усіх дітей до якісної освіти;

– **створення сучасного освітнього середовища**, яке забезпечить необхідні умови, засоби та технології для навчання учнів, освітян, батьків не лише в приміщенні навчального закладу освіти [37].

До когнітивних цілей навчання фізики відноситься формування і розвиток в студентів професійно спрямовану предметну компетентність з фізики: наукові знання й уміння, необхідні та достатні для розуміння явищ і процесів макро- та мікросвіту; знання основ атомної та ядерної фізики на рівні сучасних досліджень у порядку: поняття → закони → теорії; сформування сучасної природничо-наукової картини світу; оволодіння методами наукового дослідження; ознайомлення з науковими основами сучасних технологій [44].

На відміну від технічних та інших професійних коледжів предметом майбутньої діяльності студентів педагогічних коледжів буде навчання школярів початкової ланки ЗЗСО. З цим і пов'язані цілі формування світогляду і розвитку у них технології теоретичного стилю мислення (див. п. 1.3), який може бути сформований в основному на теоретичному рівні пізнання. Ми провели анкетування 227 учнів 4-х класів у Кіровоградській, Миколаївській та Тернопільській областях, де запропонували їм дати визначення чи з'ясувати зміст частини понять, які використовуються в атомній та ядерній фізиці з метою окреслити можливості використання чуттєво-досвідного рівня пізнання. В результаті було встановлено, що 60-70% опитаних учнів мають елементарні поняття, що таке електрон, атом, ядро, молекули, енергія, магнітне та електричне поле, коливальний рух, швидкість руху, напрям руху, маса тіла, випромінювання світла, елементарні частинки, хвилі, фотодіоди, суцільний спектр, лазер, ядерний реактор та ін. Такі результати слугували введенню у структуру пізнання поняття актуалізації чуттєво досвіду та виявлення елементів

опорних знань. Тому закономірно вже на початковому рівні навчання фізичних явищ, процесів у доступній формі вводиться поняття про дискретність речовини та елементи молекулярно-кінетичної й електронної теорій, що утворюють ті стрижні, навколо яких ґрунтується навчальний матеріал освітніх галузей. Систематичний курс фізики педагогічного коледжу включає фундаментальні світоглядні фізичні теорії. Це відповідає тому факту, що фізика педагогічного коледжу містить теоретичну складову, що черпається з наукових знань широкого кола об'єктів, які є предметом наукових досліджень, характеру й універсальності законів, що нею відкриваються [44].

Для студентів педагогічних коледжів важливо усвідомити, що пізнання природи проходить у п'ять етапів, починаючи з накопичення фактів і завершуються практикою, що становлять цикл пізнання і мають відобразитися в освітньому процесі (рис. 2.5).

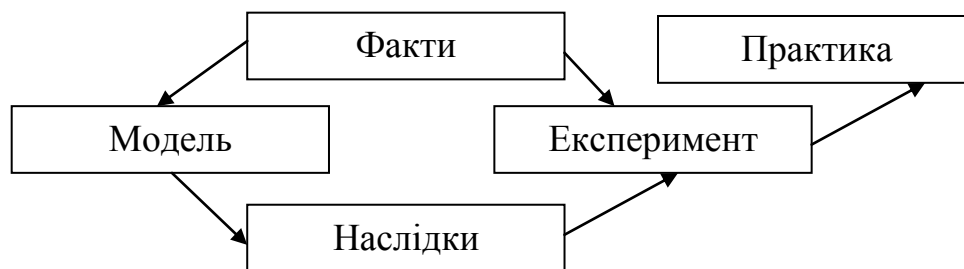


Рис. 2.5. Цикл пізнання фізичного явища студентами педагогічного коледжу

Світогляд студентів педагогічних коледжів має особливість, що полягає у кінцевій меті його навчання – формування світогляду школярів молодшого віку та в обов'язковому порядку має базуватися на ґрунтовних філософських положеннях, які у значній мірі формуються в навчанні фізики. Серед них виділяється матеріальність світу, діалектика природи, діалектико-матеріалістичний характер пізнання природи.

Як показують проведені нами дослідження [50, 54] на відміну від технічних, медичних та ін. коледжів у педагогічних необхідно в обов'язковому порядку вивчати світоглядні основи: матеріальність світу пов'язану з фундаментальними поняттями матерії, руху, простору, часу. В ході навчання вони спочатку постулюються, а потім, із впровадженням у навчання.

конкретизуються й уточнюються. В свою чергу матеріальність світу обґрунтовуються філософськими законами єдності та боротьби протилежностей, переходу кількісних змін в якісні, заперечення заперечень, що виразно проявляється незнищуваність матерії, роль практики в пізнанні. Кожне з цих положень розкривається після того, як вивчено пропедевтичну групу явищ Природи.

Важливим є формування у студентів педагогічного коледжу поняття пізнавальності матеріального світу у навчанні фізики, об'єктивність знань, взаємозв'язок і взаємообумовленість явищ, матеріальна єдність світу та ін.

Визначені узагальнення покладені у основу моделі методики навчання конкретних понять квантової теорії й фізики атома та ядра і формуються впродовж всього часу навчання природничих дисциплін, які інтегровані у освітніх галузях педагогічної освіти (загальна, мовно-літературна, іншомовна, математична, природнича, технологічна, інформативна, соціальна та здоров'язбережувальна, громадянська й історична, мистецька, фізкультурна). На них робиться наголос під час вивчення будь-яких явищ у процесі їхнього розгляду [44].

Навчання фізики студентів педагогічних коледжів безпосередньо ув'язуються з актуальними проблемами життя суспільства, визначенням ролі науки в його розвитку. Це дозволяє на прикладах наукових фізичних досягнень формувати патріотичні громадянські якості студентів педагогічних коледжів.

В структуру когнітивних цілей ми віднесли розвиваючі цілі, які в найбільшій мірі реалізуються через технологічну та інформатичну галузі початкової освіти (розвиток інтелектуальної, емоційно-вольової, діяльнісно-поведінкової сфери особистості), засобами розвитку логічного мислення, наприклад в реакціях взаємоперетворення частинок, вміння користуватися науковими методами дедукції і індукції, аналізу та синтезу, формулювати висновки й узагальнення; розвивати вміння експериментувати, технічно мислити та розвивати творчі здібності та ін.

Розвиток мислення та пізнавальних здібностей засобами природничих дисциплін та фізики є одним з найважливіших завдань, які стоять перед викладачем початкової освіти (див. п. 1.3).

Розвиток мислення відіграє визначальну роль у процесі формування в студентів фізичних понять різноманітними прийомами та засобами розвитку. В процесі навчання атомної та ядерної фізики у студентів педагогічних коледжів має формуватися як теоретичне, так і прикладне мислення в їх єдності. Для розвитку такого наукового мислення студентів є характерним:

- чітке планування тем навчального дослідження з фізики атома та ядра для кожного суб'єкта навчання та визначення мети;

- уміння студентів формувати наукову гіпотезу (передбачення результатів за визначеними умовами);

- розробка алгоритму проекту дослідження конкретної проблеми з фізики;

- визначення плану виконання й основних етапів виконання проекту;

- виокремлення експериментальної та теоретичної частини дослідження та їх обґрунтування;

- уміння обирати способи аналізу одержаних результатів, та формулювати висновки.

Особливостями формування у студентів педагогічного коледжу наукового, на відміну від учнів ЗЗСО, фізичного мислення є:

- формуванню технології розвитку логіки навчальних досліджень, показу шляхів приведення своїх дій до теоретичних чи експериментальних відкриттів у мікросвіті з метою їх трансформації у зміст освітніх галузей початкової освіти (рис. 2.5);

- вироблення навичок у студентів з розв'язання навчально-дослідних проблем фізики та формування методики навчання їх молодшим школярам;

- усвідомлення необхідності виявлення причинно-наслідкових зв'язків, між явищами та властивостями об'єктів навчання та з'ясування шляхів їх формування в учнів молодших класів;

– формувати вміння у студентів робити умовиводи, використовувати методи індукції й дедукції в дослідженні явищ мікросвіту та створювати відповідні ситуації в початковій школі.

Творчий процес навчання понять атомної та ядерної фізики в значній мірі має акцент на суб'єктивну сторону, що виражається у самооцінці, самовираженні, змагальності в ході процесу навчання. Такий підхід потребує врахування ряду обставин, зокрема організовувати освітній процес так, щоб студенти ставали в положення першовідкривачів. Творчі здібності розвиваються в процесі діяльності, що викликає вироблення шляхів і засобів організації активної діяльності студентів у процесі навчання.

Складовою частиною розвитку творчих здібностей є рівень теоретичного мислення і пізнавальної активності, без яких ефективно навчання атомних та ядерних процесів немислиме. В ході педагогічного експерименту (додаток В) встановлено, що цьому сприяють евристичні бесіди, проблемний виклад навчального матеріалу, організація дискусій, комп'ютерне моделювання атомних та ядерних процесів, виконання модельних лабораторних робіт творчого характеру, розв'язування творчих задач та ін.

Психологи окреслюють оптимальні періоди для становлення і розвитку сприятливих видів психічної діяльності – сенситивний період розвитку мови включає вік від 1-5 років; формування модельного мислення здійснюється у 11 – 13 років; логічне, математичне мислення розвивається у 15 – 20 років [41]. Вказані аспекти ми врахували у таблиці 1.3 в навчанні фізичних явищ та процесів.

Частина вчених розумовий розвиток пов'язують з накопиченням фонду знань, як необхідної умови розвитку мислення [41]:

- швидкість засвоєння матеріалу через створення комп'ютерного моделювання фізичних явищ, перетворень;
- економічність мислення шляхом технології цифровізації освітнього процесу;

– розвиток аналітико-синтетичної діяльності, що сприяє теоретичним узагальненням у квантовій теорії;

– мотивована розумова діяльність з переводу квантово-теоретичного зображення мікропроцесу на комп'ютерну модель.

Особливістю навчання фізичних явищ і процесів студентів педагогічних коледжів є створення алгоритму психологічної діяльності студентів у ході навчання мікросвіту, що обумовлюється:

– складним змістом розділу, де має бути високий рівень абстрагування, модельного мислення, аналогії тощо;

– емоційністю в ході виконання демонстрацій, віртуальних дослідів, створення комп'ютерних моделей мікросвіту;

– високою абстрактністю атомних та ядерних явищ, а відповідно особливістю методики їх навчання.

Інтерес студентів до вивчення фізики атома та ядра є діалектичним процесом:

– з одного боку – він формується в процесі вивчення мікросвіту;

– з другого – вивчення атомних та ядерних явищ неможливе без стійкого інтересу суб'єктів навчання до цього.

Формування інтересу пов'язане з актуалізацією мотивації навчання. Мотиви – це причини, що спонукають до дій [90].

Останнім часом поряд із атомною та ядерною інтерес до вивчення в цілому фізики відчутно зменшився. Дослідження А. А. Дробіна [15], Д. С. Лазаренка [33], М. І. Садового [56], В. В. Слюсаренко [62] показують, що причини цього явища криються і в змісті навчання, і в якості підручників, і в соціальних відносинах. Про це свідчить і аналіз результатів ЗНО за 2017–2019 роки [68].

Узагальнюючи результати їх досліджень та враховуючи вимоги Державного стандарту [43] ми прийшли до висновку, що виправлення такого стану потребує:

- активізація розвитку виробництва, де задіяні компетентності щодо явищ і процесів із фізики та створення відповідного нового змісту;
- забезпечення мотивації навчальної діяльності студентів шляхом переходу до новітніх технологій: цифрових технологій, модельного експерименту та ін.;
- формування спеціально для педагогічних коледжів спеціальних інтегративних, професійно орієнтованих, світоглядно забезпечених змістом електронних та паперових підручників, посібників;
- створення системи навчального інформаційно-комунікаційного та цифрового забезпечення навчання фізики та природничих дисциплін, створення бази безкоштовного спеціального програмного забезпечення;
- розвитку матеріальної бази, наочності фізичного експерименту;
- підготовки науково-педагогічних кадрів для педагогічних коледжів, здатних до впровадження інновацій НУШ.

У цілому, потрібно перенести центр тяжіння на інноваційні методи навчання, де формуються позитивні емоції з врахуванням вікових та індивідуальних особливостей.

На основі здійсненого аналізу концептуальні засади розвитку методики навчання фізики у педагогічних коледжах, базового стандарту початкової освіти ми визначили освітні галузі початкової освіти, де мають бути ефективно використані знання з фізики на прикладі атомної та ядерної фізики (таблиця 2.1).

Таким чином, ми окреслили, що до особливостей методики навчання фізики і, зокрема атомної та ядерної фізики відносяться: навички та уміння формувати світогляд студентів педагогічних коледжів у ході навчання явищ, процесів, взаємоперетворень у явищах мікросвіту, який має у трансформованому вигляді передатися учням НУШ; формування технології інтеграції фізичних знань у освітні галузі початкової освіти; професійна спрямованість навчання явищ, процесів розділу атомної та ядерної фізики; психологічна готовність майбутніх фахівців початкової ланки ЗЗСО до

формування в учнів світоглядних ідей новітньої фізики; технологія формування доступних фізичних знань і передачі їх учням початкової школи в ході освітнього процесу в початковій освіті.

Таблиця 2.1

Використання знань з фізики у фахових дисциплінах педагогічних коледжів

№	Фахова дисципліна	Фізичні величини
1	2	3
Математична освітня галузь		
1.	Методика навчання математики	Довжина, маса, відстань, швидкість прискорення, час; поняття вимірювання фізичних величин, одиниці вимірювання, співвідношення одиниць вимірювання; еталони фізичних величин.
2.	Основи початкового курсу математики	Величина як властивість предметів чи явищ реального світу. Поняття вимірювання величини. Властивості скалярних величин. Правила виконання дій над величинами. Коротка характеристика Міжнародної системи одиниць СІ. Поняття довжини відрізка та її вимірювання. Властивості числових значень довжини. Стандартні одиниці довжини, відомості про їх походження.
Інформатична освітня галузь		
3.	Практичний курс інформатики (з елементами програмування)	Поняття кольору та його яскравості. Складові персонального комп'ютера та їх параметри (потужність, напруга, сила струму, частота, ємність, електризація, температура, обертання, швидкість виконання операцій). Носії інформації (магнетизм, лазер, щільність, електризація, температура).
4	Інформаційно-комунікаційні технології навчання, технічні засоби навчання	Складові комп'ютера та їх параметри (потужність, напруга, сила струму, частота, ємність, електризація, температура, обертання, швидкість виконання операцій). Носії інформації (магнетизм, лазер, щільність, електризація, температура). Мультимедійні проектори, телевізори та їх характеристики (потужність, напруга, сила струму, частота, ємність, електризація, температура, обертання, швидкість виконання операцій, світловий потік, освітленість, кути огляду, яскравість, контрастність, кольори)
5	Методика навчання інформатики	Мережа (частота, напруга, струм, швидкість передачі інформації, передавачі та приймачі радіосигналу, оптичне волокно). Складові комп'ютера та їх параметри (потужність, напруга, сила струму, частота, ємність, електризація, температура, обертання, швидкість виконання операцій). Носії інформації (магнетизм, лазер, щільність, електризація, температура, звук, звукова хвиля, електромагнітна хвиля, світло).

1	2	3
6	Безпека життєдіяльності	Вражаючі фактори техногенних та природних небезпек (тиск, швидкість, температура, теплопередача та її види (теплообмін, конвекція, випромінювання), вібрація, хвиля, коливання, електромагнітне випромінювання та його види, іонізуючі випромінювання, радіація, ізотопи, радіоактивність, поглинута доза, ефективна доза та їх одиниці вимірювання, струм, сила струму, напруга, заземлення, занулення, провідники та ізолятори електричного струму, опір та провідність), агрегатні стани речовини, випаровування, плавлення, конденсація, кристалізація, деформація,
7	Основи охорони праці	Освітлення (світловий потік, освітленість, колір, струм, напруга, сила струму, потужність). Вібрація, звук, частота, звукова хвиля, ультразвук, інфразвук, гучність та її вимірювання. Електромагнітні поля та випромінювання радіочастотного діапазону та прилади для їх вимірювання. Випромінювання оптичного діапазону, ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання. Іонізуюче випромінювання, дози, прилади для вимірювання, джерела іонізуючого випромінювання. Струм, дії струму, сила струму, напруга, провідники та ізолятори, опір та провідність, заземлення та занулення.
8	Основи роботи з електронно-обчислювальними машинами	Телевізори та монітори, їх характеристики (потужність, струм, напруга, частота, яскравість, контрастність, світловий потік, рідкі кристали) Принтери та їх характеристики (потужність, струм, напруга, частота, електризація, поляризація, температура). Складові комп'ютера та їх параметри (потужність, напруга, сила струму, частота, ємність, електризація, температура, обертання, швидкість виконання операцій). Носії інформації (магнетизм, лазер, щільність, електризація, температура, звук, звукова хвиля, електромагнітна хвиля, світло).
9	Анатомія людини	Тиск, деформація та її види, сила, швидкість, струм, лінза, світло, важіль та його властивості, маса, біомеханіка, міцність, звук, довжина, час,
10	Методика навчання природознавства	Дослід, спостереження, експеримент, температура, теплопередача та її види (теплообмін, конвекція, випромінювання), агрегатні стани речовини, час, відстань, швидкість, час. Сонячна система, планети та їх супутники.
11	Основи початкового курсу природознавства	Сонце та його будова, Сонячна система, агрегатні стани речовини, відстань, швидкість, час, енергія, теплота, теплоізоляція, теплопередача, електроенергія, енергоносії.

2.3. Особливості методики формування системи наскрізних фізичних понять з атомної та ядерної фізики у студентів педагогічних коледжів

Фізична наука, як система знань про світ (про певні його сторони, аспекти, областях) створила і оперує безліччю понять, серед яких особливого значення набувають: поняття світоглядного та їх тлумачення (рух, взаємодія, причина, наслідок і ін.); загальнонаукові поняття (симетрія, збереження, енергія, елементарність і ін.); конкретні фізичні поняття, що застосовуються не тільки у фізиці, але й в інших природничих науках (швидкість, маса, сила, електричний заряд, електромагнітна хвиля і ін.) [54].

Фізичні поняття, що вивчаються в курсі фізики педагогічних коледжів за типовими програмами можна [77; 78; 79] розділити на поняття про об'єкти (наприклад: тверде тіло, маятник, провідник, електричне поле, атом, ядро), про явища (наприклад: рівномірний рух, теплопровідність, електричний струм, фотоефект, радіоактивний розпад); фізичні величини (наприклад: переміщення, швидкість, енергія, температура, напруженість електричного поля, період напіврозпаду). Крім того, є поняття, які не можна віднести до жодної з цих груп. Наприклад: траєкторія, інертність, відносність, дискретність. Ці поняття відображають окремі властивості, сторони, аспекти, особливості фізичних об'єктів і явищ. До цієї групи понять відносяться і поняття математичні, які широко застосовуються у фізиці, оскільки математика щодо фізики виступає в ролі мови фізичної науки.

П. С. Атаманчук [2], Ю. П. Бендес [5], О. І. Бугайов [6], Б. Г. Кремінський [27], М. Т. Мартинюк [36], М. І. Садовий [56], П. І. Самойленко [59], О. В. Слободяник [60], М. І. Шут [90] та ін. в окремих епізодах визначили, що формування фізичних понять в закладах фахової передвищої освіти може відбуватися двома шляхами.

Перший шлях починається зі спостережень об'єктів і явищ, накопичення фактів, емпіричного матеріалу. Цей шлях можна назвати «сходженням від конкретного до абстрактного». Наприклад, спостереження самих різних змін

положень тіл один відносно одного з плином часу, який організовується викладачем за допомогою демонстраційного і фронтального експерименту або екранно-звукових посібників, підводить студентів до введення поняття «механічний рух».

Другий шлях, названий «сходженням від абстрактного до конкретного», передбачає початкове введення узагальненого поняття і подальше наповнення його конкретним змістом. Наприклад, на початку вивчення теми «Механічні коливання» вводиться поняття механічного коливання, як періодично повторюваного в просторі і в часі руху при постійній зміні послідовності проходження механічною системою будь-яких двох своїх станів. Потім здійснюється вивчення студентами різних характеристик механічного коливання і закономірностей їх змін для самих різних видів механічних коливань. Проте якщо розглянути коливальну систему атома, то до неї традиційний підхід не підходить.

Визначити конкретний шлях вивчення певного явища може бути реалізований на базі попереднього емпіричного досвіду студентів. У реальності обидва шляхи тісно переплітаються. Так, наприклад, до введення поняття «механічне коливання» доцільно здійснити на уроці спостереження студентами різних коливальних рухів («сходження від конкретного до абстрактного»), а після введення поняття механічного коливання вивчення різних видів коливань нитяного, пружинного маятників, систем маятників, осциляторів дозволить студентам збагатити зміст введеного поняття і засвоєння поняття буде доведено до рівня його застосування.

Проте, на нашу думку, процес формування понять природознавчого характеру у педагогічних коледжах має носити інтегративний характер і, як правило, проходити ряд етапів [7].

У багатьох випадках досить яскраво вираженим є етап обґрунтування необхідності введення наскрізного поняття для природничих наук (етап накопичення досвідчених даних про фізичні об'єкти і явища). Цей етап завершується визначенням системи наскрізних понять, введенням терміна

(слова або словосполучення) для позначення понять і формулюванням судження або власне визначення понять, що розкриває його зміст, що дозволяє відрізнити знову введене поняття від уже відомих. Зокрема, такими поняттями є електрон, нейтрон, атом, ядро, взаємодія, взаємоперетворення, спін, кварк, адрон, сильна взаємодія та ін.

У силу інтегративного підходу до навчання частина понять має різний ступінь спільності. Одне поняття може «входити» в інше. Наприклад, поняття рівномірного руху менш загальне в порівнянні з поняттям механічного руху, поняття електричного поля менш загальне в порівнянні з поняттям електромагнітного поля та єдиного поля всього. Обсяг поняття менш загального менше, ніж обсяг поняття більш загального [6].

При введенні фізичних наскрізних понять менш загального рівня даються так звані родовидові визначення понять: вказується найближчий рід поняття (тобто поняття більш загальне по відношенню до вводить знову і в той же час таке, щоб між ним і визначеним поняттям не можна було «розмістити» ще одне поняття, проміжне за ступенем спільності) і видові відмінності нового поняття.

Структура родовидових визначень фізичних величин атомної та ядерної суті має свою специфіку. Після вказівки роду (векторна або скалярна фізична величина) у визначенні повинно бути сказано, для характеристики якого об'єкта або явища введена дана величина, та лише потім повинні бути приведені ознаки, за якими дана величина відрізняється від інших [7].

Для фундаментальних загальних фізичних понять атомної та ядерної фізики (хвильова функція, рівняння Шредінгера, єдина теорія поля) недоцільні або навіть неможливі строгі родовидові визначення (вони виявляються занадто складними, неконкретними, непродуктивними). До понять, які потребують однозначних визначень, у фізиці можна віднести, наприклад, поняття електромагнітної хвилі, електричного заряду, енергії, температури. Для цих і подібних понять родовидові визначення замінюються описами, характеристиками, тобто перерахуванням того, що учневі відомо про даний фізичний об'єкт, явище, величину, властивість.

Серед різних понять, що вивчаються в курс фізики атома та ядра педагогічних коледжів, особливе місце займають моделі різних мікрооб'єктів і мікропроцесів, які використовуються й у інших навчальних дисциплінах. Моделювання як процес побудови уявного атомного чи ядерного об'єкта і явища для їх вивчення і пояснення є необхідним етапом наукового пізнання. Нескінченний і безперервний матеріальний світ в принципі не може вивчатися в усьому своєму різноманітті одночасно. Наука розглядає окремі сторони, аспекти, властивості матеріального світу, що відображається у формі наукових абстракцій, наукових понять. Реальні об'єкти і явища в процесі пізнання замінюються уявними моделями або ідеалізованими об'єктами, що володіють лише частиною нескінченного набору властивостей матеріальних об'єктів. Таким чином, в процесі пізнання нескінченне перетворюється в кінцеве, безперервне в дискретне, складне в просте.

Особливістю методики навчання фізики мікомасштабів, поряд з методикою навчання хімії, біології належить створення моделей явищ, процесів, понять, теорій засобами абстрагування, відволікання від дійсності, виділення головних, істотних для даного етапу і рівня пізнання об'єктів і явищ. Після побудови моделі, наприклад досліду Резерфорда, відбувається її вивчення, а не реального об'єкта чи явища, про який обмежена інформація. Адже дослідник атомних та ядерних масштабів лише судить про явище чи взаємоперетворення за результатами певної дії, наприклад за слідами треків на фотопластинках. Правомірність висновків, отриманих при вивченні моделі, перевіряється при з'ясуванні відповідності цих висновків наукового експерименту або результатами їх практичного застосування.

Досліджувані на уроках фізики об'єкти і явища можна, зокрема, розділити на речові макрооб'єкти та фізичні, хімічні, біологічні явища, що сприймаються безпосередньо органами почуттів, і чуттєво невидимі мікрооб'єкти та польові об'єкти, мікроявища [7].

Моделі безпосередньо відображають ті чи інші сторони об'єктів і явищ, можуть бути отримані за допомогою уявного граничного переходу. У цьому

випадку здійснюється розгляд деякого набору об'єктів або явищ, що володіють окресленою властивістю, в порядку зменшення або зростання цієї властивості. Далі здійснюється уявна операція – має бути зроблений висновок про існування уявного об'єкта чи явища, що позбавлений даної властивості, чи володіє нею в найвищому ступені. Таким шляхом можна вводити моделі як класичної, так і квантової фізики, зокрема матеріальної точки (ідеального об'єкта, що не має просторової протяжності, але здатного рухатися і взаємодіяти), математичного маятника (системи з матеріальної точки і нитки, що не володіє двома вимірами з трьох, масою і не здатної розтягуватися), рівномірного руху (явища, що не має такої властивості, як зміна швидкості); реакції анігіляції, утворення пар і багато інших.

Моделі мікрооб'єктів і мікроявищ, що не виявляють безпосереднього впливу на органи чуття, можуть бути отримані шляхом приписування деяких властивостей мікрооб'єктів або мікроявищ. Такою є модель ідеального газу, електронного газу, руху електрона по атомній орбіті в теорії Бора. Однак є моделі мікрооб'єктів, які не можна отримати шляхом приписування. До таких моделей належать, зокрема, моделі електрона (з точки зору його структури), кванта електромагнітного поля – фотона. Не можна отримати шляхом приписування і модель такого макроскопічного об'єкта, як електромагнітне поле. Моделі електрона, кванта, електромагнітного поля з'явилися в науці як теоретичні конструкти. Подальший розвиток фізики (в її експериментальній частині та практичних додатках) підтвердив правомірність і плідність використання цих моделей і, отже, існування відповідних об'єктів [28].

Методика введення в освітній процес моделей різних видів відбувається по-різному. Якщо вводиться модель речового макрооб'єкта або спостережуваного безпосередньо фізичного явища, то доцільно акцентувати увагу суб'єктів навчання на організацію спостереження об'єктів або явищ, причому черговість цього спостереження визначається, виходячи зі ступеня вираженості конкретної властивості, загальної для цих об'єктів або явищ. В результаті таких спостережень студенти зможуть за незначною допомогою

викладача зробити висновок про те, що можна говорити про об'єкт або явище, взагалі не володіючи даною властивістю або володіти нею в «нескінченно великому» ступені наближеності до об'єкту. Наприклад, можна підібрати різні поверхні, що відбивають і розташувати їх у напрямку зниження відбивної здатності (або зростання поглинальної здатності) аж до поверхні, що викликає відчуття чорного кольору. Студентам не важко буде зробити висновок про те, що можна уявити собі поверхню, зовсім не здатну відображати електромагнітне чи радіоактивне випромінювання. Викладачу залишиться лише повідомити, що тіло, яке повністю поглинає падаюче на нього електромагнітне випромінювання, називається абсолютно чорним тілом [28].

Побудова моделі мікрооб'єкту або мікропроцесу може здійснюватися шляхом виділення окремих сторін об'єкту дослідження та акцентуванням на два психолого-педагогічні процеси: абстрагування і власне приписування. На початку вивчення об'єкту на основі попереднього чуттєвого досвіду з опорою на набуті знання необхідно відмовитися, від існування частини властивостей у модельованих об'єктах і явищ від них можна відволіктися, абстрагуватися. Такими моделям може бути модель хвильової функції, неозначеності Гейзенберга, хвилі де Бройля та ін.

Коли мова йдеться про об'єкти типу електрон, квант, електромагнітне поле то фактично вводяться особливі моделі-уявлення – теоретичні конструкти, для яких необхідно спеціально доводити саме існування матеріальних об'єктів – прообразів даних моделей. Поширеним прийомом введення моделей мікропонять у вивченні фізики виступає принцип історизму, застосування методики використання історичного матеріалу: як це було в науці.

Методика введення ідеальних моделей враховує складний педагогічний процес, де переплітаються в реальному освітньому процесі обидва розглянутих вище способу введення понять (від конкретного до абстрактного і від абстрактного до конкретного), а також, що в ряді випадків обидва способи поступаються місцем один одному шляхом введення поняття, як опори на історико-науковий матеріал.

Найчисленнішу групу понять, що вивчаються в курсі фізики атома та ядра в педагогічних коледжах, складають фізичні величини. Це особливі поняття, оскільки в них в єдності поєднуються якісна і кількісна характеристики властивостей об'єктів і явищ (електронвольт, Фермі, Амстрегм). У науці фізична величина визначається як властивість, загальна в якісному відношенні безлічі об'єктів або явищ, але індивідуальна для кожного об'єкта або явища в кількісному відношенні [7].

Для фізичних величин так само, як і для інших видів понять, існують два шляхи введення величин: емпіричний і теоретичний, що відповідає сходження від конкретного до абстрактного і навпаки.

При введенні фізичної величини емпіричним шляхом доцільно дотримуватися наступних етапів:

- спостереження фізичних об'єктів і явищ;
- виявлення нової властивості у одного об'єкта чи явища;
- виявлення цієї властивості у інших представників даної групи об'єктів чи явищ;
- виявлення різного ступеня прояву властивості у різних об'єктів чи явищ;
- висновок про необхідність введення нової фізичної величини;
- введення назви нової величини;
- введення словесного визначення величини і (якщо це можливо) визначальних формул.

Не менш відповідальним, ніж етап введення нового поняття, і значно тривалішим є етап методики застосування поняття мікросвіту для аналізу конкретних фізичних явищ і процесів, взаємоперетворень. Це відноситься до таких форм організації освітнього процесу як виконання різних вправ, експериментальних завдань, розв'язування різних фізичних задач (якісних, кількісних, графічних), написання рефератів, підготовка доповідей. На цьому етапі відбувається, в повному розумінні слова, оволодіння поняттям через встановлення його взаємозв'язків з раніше сформованими і знову введеними і

через отримання за допомогою даного поняття конкретних теоретичних і практичних результатів, які очікуються в тій чи іншій освітній або повсякденній ситуації.

На етапі застосування поняття з атомної чи ядерної фізики відбувається його розвиток, збагачення його змісту, оскільки в багатьох випадках відбувається перенесення поняття, введеного для певного кола явищ, на інші групи явищ. Так, наприклад, зазвичай напруженість електричного поля вводять для поля точкового електричного заряду, а потім розглядається напруженість інших видів електричного поля, включаючи електричне поле як невід'ємну складову змінного електромагнітного поля.

Інша фізичне поняття маса у макромеханіці введена як характеристика інертних властивостей тіл, розглядається далі як характеристика властивостей гравітаційних і як величина, пов'язана з кількістю речовини і енергії. У мікросвіті поняття маси набуває інших властивостей, маса та енергія зливаються у єдину фізичну величину і вибір одного із цих понять у атомній та ядерній фізиці є чисто умовним.

Таким чином, методика навчання застосування понять проводить до узагальнення знань студентів. Для цілого ряду понять, наприклад енергія, маса, електромагнітне поле, коливання доцільно проводити спеціальні узагальнюючі заняття, на яких в найбільш досконалій формі встановлюються зв'язки даного поняття з іншими, більш і менш загальними. Застосування і розвиток понять призводять до того, що воно засвоюється на нових, більш високих рівнях. Якщо спочатку безпосередньо після введення поняття можна говорити лише про його засвоєння на рівнях впізнавання і відтворення, то далі досягаються рівні застосування в знайомій і новій ситуаціях, а при певних умовах і цілеспрямованій роботі викладача може бути досягнутий і більш творчий рівень засвоєння поняття.

Перевірку рівня компетентності студента у навчанні фізики атома та ядра на рівні понять та фізичних величин у педагогічному коледжі ми здійснювали шляхом моніторингу через завдання викладені у контрольних роботах, бесідах

та тестах. В них закладаються знання про об'єкти, явища, фізичні величини з атомної та ядерної фізики.

Курс елементарної фізики педагогічних коледжів включає традиційні розділи: механіка, елементи спеціальної теорії відносності, молекулярна фізика та термодинаміка, електродинаміка, електромагнітні коливання та хвилі, оптика, атомна та ядерна фізика. В ході їх вивчення використовуються поняття, явища, процеси, взаємоперетворення. Ми скористалися розробленою М. І. Садовим методикою визначення наскрізних понять з фізики [58] і виділили їх систему для розділу атомна та ядерна фізика у педагогічних коледжах. До них віднесено:

Основні положення: електромагнітна теорія; квантова теорія; теорія електрослабкої взаємодії; теорія стаціонарної моделі; теорія поля.

Загальнонаукові поняття: симетрія; доповнювальність; відповідність; моделювання; імовірність; дискретність; дуалізм; спостереження; експериментування.

Наскрізні поняття: дуалізм; збереження; теорії; дискретність, маса, енергія.

Взаємозв'язок: поля і хвилі; енергії та маси.

Властивості: електрона; протона; нейтрона; фотона; мезона; позитрона; нейтрино; кварків; α -частинок; β -частинок; γ -променів; радіоактивності; ядер.

Закономірності: випромінювання атома; фотоефект; квантова теорія; радіоактивність; ядерні реакції; ізотопи; ядерні сили; елементарні частинки.

Знання понять: моделі атома; ядерні моделі; постійної Планка; принцип Паулі; хвиля де Бройля; невизначеність; квантування; розсіювання Комптона; ядерні реакції; квантові числа; реактор; критична маса; правила зміщення; період напіврозпаду; стаціонарні стани; постулати Бора; розподіл енергії у спектрі; гіпотеза Планка; перетворення ядер.

На основі визначених системних знань створено структурно-логічні схеми навчального матеріалу з атомної та ядерної фізики педагогічних коледжів (рис. 2.6; 2.7, додаток Л).

Структурно-логічна схема структури та змістової частини розділу зображена на рис. 2.6. У прямокутниках позначено поняття, явища, процеси, а стрілки вказують на логічні зв'язки. Вона дає можливість не лише якісно, а й кількісно описати розділ, визначити інтегруючі напрямки в структурі природничих навчальних дисциплін.

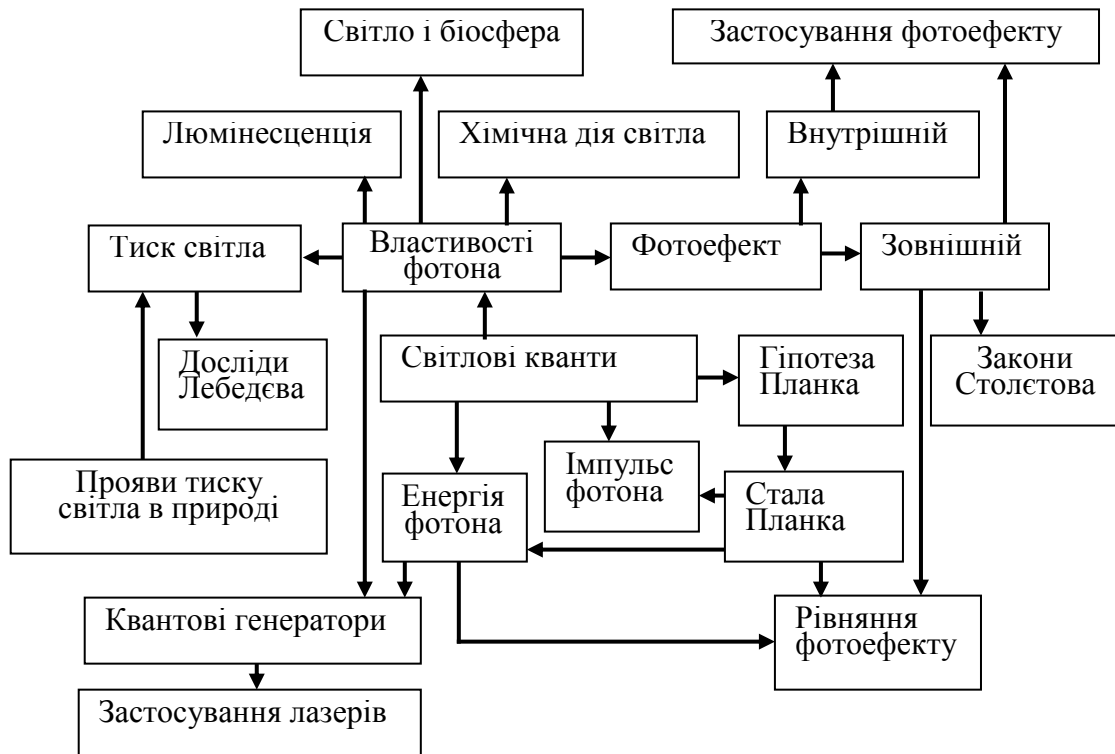


Рис. 2.6. Структурно логічна схема розділу «Елементи квантової фізики»
(О.І. Ляшенко)

Розроблені нами схеми показані на рис. 2.6 та рис. 2.7 визначають змістову компоненту освітнього середовища навчання фізики у педагогічних коледжах I-II рівнів акредитації.

Створені структури показані на рис. 2.6 та рис. 2.7 входять до моделі освітнього середовища початкової освіти (рис. 1.1).

Методика навчання теорії атомної та ядерної фізики в педагогічних коледжах ґрунтується на двох основних фундаментальних положеннях: електромагнітній теорії та квантовій теорії.

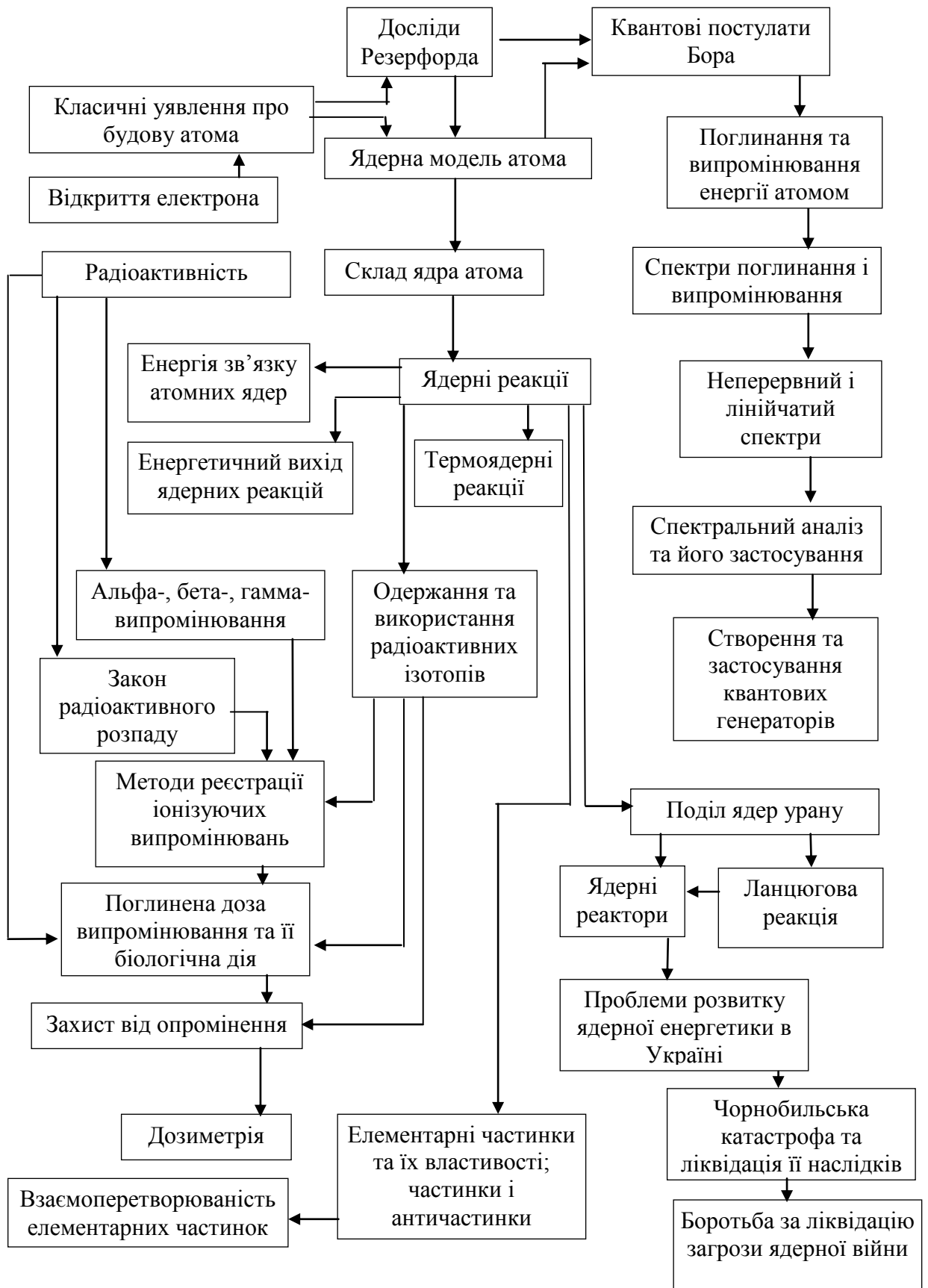


Рис. 2.7. Структурно-логічна схема розділу «Атомна і ядерна фізика»

(В.М. Локтев)

Електромагнітна теорія має особливості. Ті фізичні явища та процеси, які відбуваються під дією електромагнітної взаємодії вивчає теорія електромагнітного поля. Сутність електромагнітного поля криється в тому, що дослідник безпосередньо органами чуття не в змозі його сприймати. Але електромагнітне поле має такі ж властивості як і речовина – масу, імпульс, момент імпульсу, енергію. Електромагнітне поле проявляє себе через вплив на заряджену частинку, що перебуває в межах його дії [81, с. 168].

Електромагнітне поле поширюється у вигляді електромагнітних хвиль з кінцевою швидкістю, і воно несе енергію, що може перетворюватися в інші види енергії. Магнітне та електричне поля історично, до певного часу, розглядалися окремо не підозрюючи про їх зв'язок. Тож електромагнітне поле, від наявних умов, поводить себе або як електричне, або як магнітне хоч і являється єдиним цілим. Отже, різними проявами електромагнітного поля є електричне і магнітне поля.

Методика навчання квантової теорії у ЗЗСО передбачає використання трьох ідей: гіпотезу Планка, гіпотезу де Бройля, рівняння Шредінгера та Гейзенберга [80; 81]. Особливістю методики навчання вказаних ідей у педагогічних коледжах є надання їй світоглядного характеру та професійної спрямованості усвідомлення сутності явищ природи мікросвіту.

Вказане вище відноситься і до навчання принципів квантової механіки, принципу відносності, принципу причинності, а відповідно і до сутності квантової теорії поля. Ми вважаємо, що все різноманіття природних явищ можна описати, не виходячи за рамки вище зазначених принципів. Значна кількість явищ і процесів квантової фізики дають гарне узгодження з експериментом. Одним із прикладів є магнітний момент електрона, який встановлено з рекордною на сьогоднішній день точністю – до десяти знаків після коми. Проте природа мікросвіту (елементарні частинки, структура вакууму та ін.) ще до кінця не зрозуміла та й на практиці розбіжність теорії й експерименту іноді стає надто великою. То ж можна зробити висновок, що квантова фізика, теоретично, ще не є повністю завершеною (як багато інших

знань фізики), тому в квантову теорію поля впроваджуються нові ідеї, вона розвивається та збагачується і є цікавою світоглядною проблемою.

Доцільно наголосити увагу студентів педагогічних коледжів, що згідно з гіпотезою Планка атомні осцилятори випромінюють енергію не безперервно, а певними порціями – квантами: енергія кванта $\varepsilon_0 = h\nu = hc/\lambda$, де $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ Дж·с – стала Планка. При цьому енергія осцилятора може приймати лише певні дискретні значення, які кратні цілому числу елементарних порцій енергії. Зазначимо, що формула Планка блискуче узгоджується з дослідом. Оскільки формула Планка справедлива для будь-яких частот і температур випромінювання чи поглинання, то з неї можна вивести всі відомі закони випромінювання та поглинання абсолютно чорного тіла (закон Стефана-Больцмана, закон зміщення Віна та ін.).

Л. де Бройль по-справжньому вірив у єдність природи і не міг навіть припустити, що світло – щось особливе, ні на що інше в природі не схоже. Він висунув не лише наукову, а і методологічну та світоглядну гіпотезу, що не тільки світло, але й всі тіла в природі повинні володіти як корпускулярними, так і хвильовими властивостями одночасно. Але зрозуміти, що таке «хвиля матерії», звичайно важко; хвиля й частинка на перший погляд здаються студентам зовсім несумісними поняттями. При слові «частинка» вони можуть уявити собі піщинку, камінь або навіть земну кулю; коли говоримо про хвилю, то уявляємо бурхливе море або струну, що бринить. І об'єднати ці уявлення в одному образі неможливо [66], але необхідно формувати зміст даного поняття в елементарній і доступній формі ще у початковій школі.

В ході педагогічного експерименту було з'ясовано, що учні з чуттєвого досвіду мають поняття про частинку – фотон. Сутність даного поняття у початковій ланці ЗЗСО необхідно поступово посилювати. Відповідно студенти педагогічних коледжів мають володіти властивостями фотона – частинки світла, що має імпульс $P = \lambda/h$, де λ – довжина хвилі світла, якому відповідає цей фотон. Л. де Бройль припустив, що це співвідношення є універсальним, тобто руху частинок, що мають імпульс, відповідає певна довжина хвилі. Ці хвилі

одержали назву «хвилі де Бройля», або «хвилі матерії». Оскільки імпульс частинки дорівнює добутку її маси на швидкість руху ($p=mv$), то довжина хвилі де Бройля визначається за формулою $\lambda=h/(mv)$. Такий підхід сприяє формуванню світоглядного характеру частинки.

Фотоефект, та його закони займають особливе місце не лише в історії фізики, а і у створенні квантової теорії. Адже законами класичної фізики неможна його пояснити. Явище фотоефекту було одним з основних серед явищ, дослідження яких призвело до створення нової теорії взагалі і квантової теорії світла зокрема. Більшість методистів [3; 4; 5] явищу фотоефекту відводять центральне місце на початку вивчення квантової фізики. Саме з розгляду закономірностей фотоефекту зазвичай в ЗЗСО вводять уявлення про світлові кванти [66]. Проте методика навчання квантової теорії світла у ЗЗСО залишається на рівні рівняння Ейнштейна і зв'язок із законами Столетова (перший закон стверджує, що фотоефект – безінерційний, тобто виникає практично в момент опромінення речовини; другий закон – струм насичення, а, отже, кількість одночасно звільнених фотоелектронів, прямопропорційні потоку падаючого випромінювання; третій закон – затримуюча напруга, а, отже, максимальна енергія фотоелектронів, не залежать від потоку падаючого випромінювання; четвертий – фотоефект спостерігається при частоті падаючого випромінювання вищій за деяку початкову, яка називається червоною границею, або порогом фотоефекту, і яка залежить лише від опромінюваної речовини; п'ятий закон – затримуюча напруга, а, отже, максимальна кінетична енергія фотоелектронів, прямопропорційні частоті падаючого випромінювання [81]) не встановлено, чим врачається його світоглядність.

Суть явища, виявленого Г. Герцом, полягає в тому, що при освітленні ультрафіолетовим промінням негативно заряджені металеві тіла втрачають негативний заряд. При освітленні тим же промінням позитивно зарядженого тіла втрати електричного заряду не спостерігається. Крім того, якщо незаряджене тіло освітлювати, то за певних умов воно заряджається позитивно.

Явище звільнення електронів із речовини при освітленні її світлом називається фотоелектричним ефектом. Розрізняють зовнішній і внутрішній фотоэффект. При зовнішньому фотоэффекті електрони звільнюються світлом з поверхневого шару речовини і переходять в інше середовище або у вакуум [81].

У навчальній літературі [80; 81; 82; 83; 84] як правило формулюють два, три закони фотоэффекту (іноді чотири, п'ять). Проте чіткий та однозначний поділ законів на перший, другий, третій (за прикладом законів динаміки Ньютона) відсутній. Формулювання законів подається як для макропроцесів (через фотострум), так і для мікропроцесів (через фотоелектрони).

Введення нових для студентів педагогічних коледжів квантових уявлень про властивості світла є специфічним методичним завданням. Розуміння квантової природи взаємодії світла з речовиною «не лежить на поверхні» фотоэффекту. До такого розуміння підводяться студенти в результаті багатоступінчастого логічного міркування в ході обговорення результатів експерименту. Методику вивчення фотоэффекту ми пропонуємо здійснити в сім етапів:

- історія відкриття Г. Герцем явища фотоэффекту при зменшенні напруги розряду між кондукторами високовольтного генератора за опромінення негативного електрода ультрафіолетовою частиною спектру випромінювання;
- пошук вченими закономірностей цього явища, теоретико-експериментальні узагальнення О. Г. Столетова;
- формування основних законів фотоэффекту, виявлення труднощів пояснення фотоэффекту електромагнітною теорією;
- гіпотеза Планка про кванти дії (енергії), аналіз А. Ейнштейном властивостей світлових хвиль та світлових квантів енергії – фотонів, введення рівняння фотоэффекту;
- пояснення законів фотоэффекту О. Г. Столетова з квантових позицій;
- висновки І. Є. Тамма щодо фотоэффекту з поверхні металів квантовою теорією світла;

– вакуумні та напівпровідникові фотоелементи, застосування фотоелементу в техніці [71].

Виходячи з дуалістичної природи світла пояснення законів фотоелементу має свою специфіку. Така специфіка викликає створення методичних особливостей навчання фотоелементу студентами педагогічних коледжів. Саме явище полягає у тому, що сила фотоструму насичення прямо пропорційна падаючій за одиницю часу світловій енергії – перший закон фотоелементу, можна пояснити з хвильових позицій.

Частково, або повністю електромагнітна теорія пояснює залежність сили фотоструму від прикладеної різниці потенціалів між електродами; пропорційність залежність фотоструму насичення від інтенсивності падаючого світла; максимальну швидкість фотоелектронів в залежності від інтенсивності падаючого світла. За електромагнітною теорією виривання електронів з металу є результатом їх «розгойдування» в змінному електричному полі світлової хвилі. Але тоді і швидкість і кінетична енергія фотоелектронів повинні залежати від амплітуди вектора напруженості електричного поля хвилі і, отже, від її інтенсивності. На «розкачку» електрона потрібен час, ефект не може бути безінерційним. Невідповідність експериментальних фактів хвильовій теорії світла доводило її неспроможність і вимагало створення нової теорії [71].

Труднощі в поясненні законів фотоелементу були не єдиною причиною створення нової теорії. У 1900 р. М. Планк для пояснення теплового випромінювання змушений був висловити, на перший погляд, безглузду ідею, що тіло випромінює енергію не безупинно, а окремими порціями (квантами). Ця ідея суперечила сформованим уявленням класичної фізики, де процеси і величини, їх характеризують, змінюються безперервно. Цю незрозумілу ідею в 1905 р. А. Ейнштейн використав для встановлення рівняння для фотоелементу, яке носить його назву. Він пішов далі М. Планка і стверджував: світло не тільки випромінюється, але й поширюється і поглинається квантами. Потік монохроматичного світла, що несе енергію є потоком частинок (названих пізніше фотонами), кожна з яких має енергію. Енергія фотона пропорційна

частоті світла. Чим більше частота (менше довжина хвилі) випромінювання, тим більшу енергію несе кожен його фотон [28].

Наступним методичним кроком є повідомлення студентам про припущення Ейнштейна, що кожен фотон взаємодіє не з усією речовиною, на яку падає світло, і навіть не з атомом в цілому, а з окремим електроном атома. На основі закону збереження енергії він встановив, що фотон віддає свою енергію електрону, а електрон, отримавши енергію, виривається з металу з певною кінетичною енергією [63]. Так як А. Ейнштейн не визнавав квантової теорії, то такої теорії не створював, хоч у підручниках приведена некоректна інформація.

Ми вважаємо, що у педагогічних коледжах доцільно вивчати послідовну квантову теорію фотоелектричного ефекту з поверхні металу, яку у 1931 р. розробив лауреат Нобелівської премії, Єлисаветградець І. Є. Тамм разом із своїм учнем С. П. Шубінін. Розглядаючи фотоелектричний ефект на поверхні металу на основі квантової теорії кристалічної будови металів були розроблені основи квантово-механічної теорії фотоелектричного ефекту на металах [28].

Д. І. Блохінцев – учень І.Є. Тамма описав основні ідеї вченого в частині розвитку квантової теорії фотоелектричного ефекту:

– ставиться питання чому взагалі стає можливим поглинання світлового кванта електроном провідності і виникає фотоелектричний ефект? Звідси висновок, що фотоелектричний ефект в металах є більш складним явищем ніж електричний фотоелектричний ефект на атомах;

– поглинання світлового кванта на вільному електроні провідності є не чим іншим, як фотоелектричний ефект в широкому його розумінні. Хоч тут фотоелектрична емісія дуже мала в порівнянні з поглинутою світловою енергією. Це означає, що за звичайних умов у зовнішньому просторі лише мала доля електронів провідності може поглинути кванти, але всі фотопроцеси повинні розглядатися одноманітно, незалежно від того виривається електрон із металу чи ні;

– фотоелектрична емісія металів (як поглинання ними світла взагалі) стає можливою із-за стрибка потенціалу на границі метал-вакуум чи, можливо, силами

електричного зображення, що виникають через те, що при вириванні електрона із металу інші електрони намагаються розміститися поблизу поверхні таким чином, щоб скомпенсувати поле, що виникає всередині металу;

– кількість емітованих електронів (величини фотоструму) пропорційна інтенсивності падаючого випромінювання. Кожна речовина характеризується своєю роботою виходу електрона за певного стану її поверхні. Тут існує довгохвильова границя фотоелектронної емісії, коли фотоелектричний ефект не спостерігається. Довгохвильовий границя фотоелектронної емісії із металів λ визначається величиною їх виходу $A=hc/\lambda$. Для чистих металів робота виходу більша 3 еВ. При енергії фотона поблизу порогової його енергії $h\nu \leq 1,5h\nu_0$. спектральну характеристику і температурну залежність фотоелектронної емісії із металів описують феноменальною теорією Фаулера.

Таким чином, теорію фотоефекту доцільно розглядати з використанням класичних дослідів О. Г. Столетова і його висновків, рівняння Ейнштейна – закон збереження енергії для виходу електрона із металу, основ квантово-механічної теорії фотоефекту І. Є. Тамма.

З методологічної точки зору для побудови фізичної картини світу студентам педагогічних коледжів доцільно викласти ефект Комптона, яким переконливо показана реальність корпускулярних властивостей світла. Досліджуючи розсіяння рентгенівського випромінювання різними речовинами вчений у 1923 р. виявив, що у складі розсіяного випромінювання, поряд з випромінюванням початкової довжини хвилі λ , спостерігається також випромінювання більшої довжини хвилі λ' . Досліди Комптона показали, що довжина хвилі λ' розсіяного випромінювання більша за довжину хвилі λ падаючого випромінювання, де різниця $\Delta\lambda=\lambda'-\lambda$ не залежить від довжини хвилі λ падаючого випромінювання і природи розсіювальної речовини, а визначається лише величиною кута розсіяння Θ [28].

Пояснити ефект Комптона намагалися виходячи з законів класичної фізики, але це успіху не принесло. Тут можливим варіантом пояснення є використання квантових уявлень про природу світла. Якщо вважати, що

випромінювання є потоком фотонів, то ефект Комптона це результат пружного зіткнення рентгенівських фотонів з вільними електронами речовини (для легких атомів електрони слабо зв'язані з ядрами атомів, тому їх можна вважати вільними). У процесі цього зіткнення фотон передає електрону частину своїх енергії й імпульсу відповідно до законів їх збереження [36].

Формулу для зміни довжини хвилі комптонівського розсіювання в курсі фізики педагогічних коледжів можна вивести запровадивши дослідний віртуальний проект з використанням законів збереження (енергії і імпульсу) для системи електрон – фотон [36]. Механізм розсіювання рентгенівського випромінювання згідно хвильової теорії світла можна пояснити тільки за рахунок виникнення вторинних електромагнітних хвиль в результаті вимушених коливань («розгойдування») електронів в атомах речовини під дією електричного поля первинної хвилі. При цьому частота розсіяного випромінювання повинна збігатися з частотою первинного випромінювання.

Якщо вважати потік рентгенівських променів складається з окремих фотонів, що летять зі швидкістю світла і здатних відчувати зіткнення з іншими частками, то слід припустити можливість обміну з ними енергією і імпульсом. При зіткненні фотона з електроном відбувається передача енергії і імпульсу фотона цього електрону. Електрон набуває кінетичну енергію. Енергія випущеного в результаті зіткнення фотона менше початкової, що призводить до зменшення його частоти.

Елементарний акт розсіювання можна розглянути як розв'язок задачі на використання законів збереження енергії і імпульсу для системи фотон-електрон, яку можна вважати ізольованою. Важливим є не лише математичний результат (формула), а й світоглядне значення уявлень про фотон як частинку, здатну відчувати зіткнення з електроном за законами релятивістської механіки, урахуванням того, що електрон після зіткнення набуває швидкість, близьку до швидкості світла, і його масу розраховують за формулою дає результат, що співпадає з даними експерименту (з емпіричною формулою Комптона) [81].

Вивчення світлових квантів, дій світла, електромагнітних хвиль, непружного розсіювання фотонів на вільних заряджених частинках (електронах), властивостей фотонів приводить до необхідності здійснити методологічно світоглядний аналіз поняття корпускулярно-хвильового дуалізму, його властивості. Особливістю методики навчання цього світоглядного поняття має ґрунтуватися на наступних висновках:

– фотон – частинка електромагнітного випромінювання і одночасно є квантом електромагнітного поля;

– особливістю фотона є те, що будучи квантом електромагнітного поля він існує тільки в русі зі швидкістю світла у вакуумі, або не існує. Зупинити, уповільнити і прискорити фотон не можна, як не можна збільшити або зменшити швидкість світла у вакуумі, бо природа наділила його такими особливостями;

– фотони порівняно легко можуть зароджуватися в ході взаємоперетворювання випромінюються і зникають – поглинаючись, вони неподільні. Збуджений атом випромінює чи поглинає світло – тільки цілими фотонами. Поглинений фотон припиняє своє самостійне існування, а його енергія перетворюється в інші види енергії;

– унікальність фотона полягає у тому, що він володіє певною енергією $E=h\nu$, масою $m=h\nu/c^2$ та імпульсом. Згідно із законом взаємозв'язку маси і енергії енергія фотона пов'язана з масою співвідношенням $E=mc^2$.

З точки зору класичних уявлень маса фотона виступає мірою його енергії. Цю масу потрібно розглядати як польову масу, обумовлену тим, що електромагнітне поле володіє енергією.

Важливою властивістю фотона існування його маси тільки в русі, відсутності маси спокою. Маса спокою фотона дорівнює нулю, і в цьому принципова відмінність фотона від частинок речовини.

З класичної фізики відомо, що імпульс – векторна величина, яка визначається масою та швидкістю руху тіла. Фотон має також імпульс, напрям

якого збігається з напрямком поширення світла. Наявність у фотона імпульсу підтверджується існуванням світлового тиску і ефектом Комптона [80; 81; 82].

Розглянувши вказані поняття можна перейти до міркувань, що світло проявляє і хвильові і корпускулярні властивості, тобто фотон володіє дуалізмом. У прояві подвійності властивостей світла є певна закономірність. Світоглядна складова поняття фотона має розкриватися студентам педагогічних коледжів виходячи із таких міркувань: так як енергія окремого фотона при малих частотах (наприклад, у інфрачервоного світла) мала, то для цього діапазону частот корпускулярні властивості проявляються слабо, а в більшій мірі проявляються хвильові властивості випромінювання. Інтерференція, дифракція, поляризація такого випромінювання легко демонструється класичними дослідами Д. Ллойда, С. Пуасона, О. Френеля, Т. Юнга за допомогою нескладної апаратури. Досліди з виявлення фотохімічної дії, фотоефекту, тиску світла поставити важче. При великих частотах (коли енергія окремого фотона порівняно велика) корпускулярні властивості світла виявити легше. У видимому світлі хвильові і корпускулярні властивості проявляються приблизно в рівній мірі. Тому закони відображення, заломлення, тиск світла та ін. можна пояснити як на основі хвильових, так і на основі корпускулярних уявлень, що важливо з методологічної точки зору.

Окремо необхідно виділити явища, які мають місце за деяких граничних умов, коли у хвильовому явищі яскраво проявляються квантові властивості світла. Наприклад, такі властивості виявлені у відомих дослідах С. І. Вавілова з квантових флуктуаціях в інтерференційному полі при малих світлових потоках. Свої спостереження флуктуації світлових потоків С. І. Вавілов розглядав як одне з найважливіших доказів квантових властивостей випромінювання.

Наступний приклад – випромінювання Вавілова-Черенкова, за пояснення якого І. Є. Тамм, І. М. Франк і П. О. Черенков одержали Нобелівську премію з фізики.

До таких явищ відноситься викривлення світлового променя, що проходить поблизу масивного тіла внаслідок гравітаційного притягання та ін.

З'ясувати сутність вказаних явищ студенти можуть за аналізом зміни частоти, імпульсу, енергії фотонів, що відповідають різним довжинах хвиль оптичного діапазону у різних фізичних явищах. Узагальнення таких явищ і змін можна виконати склавши таблицю, аналогічну до шкали довжин електромагнітного випромінювання (рис. 2.1).

Традиційно у ЗЗСО вивчення будови атома починають зазвичай з розгляду досліду Резерфорда, а потім планетарної моделі атома. В педагогічних коледжах варто змінити такий підхід і розпочати вивчення даної теми з поняття радіоактивності, адже спочатку слід знати, що таке альфа-частинки, і якими властивостями вони володіють. Повчальною також є історія відкриття радіоактивних випромінюванні та вплив його на живі організми. Механізм радіоактивного розпаду і його закони доцільно вивчати пізніше, після ознайомлення з будовою і властивостями ядра.

Почати вивчення будови атома з явища радіоактивності доцільно ще й тому, що радіоактивність – явище, що підтверджує складну будову атома і дало потужний поштовх розвитку атомної фізики, має світоглядний характер. Вивчення попередніх відомостей про радіоактивність, крім того, допоможе студентам краще осмислити принцип дії приладів, що слугують для спостереження і реєстрації елементарних частинок.

Методика навчання поняття радіоактивність передбачає знайомимо студентів з іншими видами радіоактивних випромінювань як єдиного цілого, що впливає із будови речовини. На етапі розгляду дослідів Резерфорда є доцільним більш детально зупинитися на властивостях α -частинок: α -частинки представляють собою двічі іонізовані атоми гелія. Їх маса дорівнює 4,002 а.о.м. Вона приблизно в 8000 разів більше маси електрона; їх заряд дорівнює $2e$, де e – заряд електрона ($1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл) [7]. Як індивідуальне завдання слід запропонувати студентам оцінити кінетичну енергію α -частинок і порівняти її, наприклад із середньою кінетичною енергією молекул кисню при кімнатній температурі. Таке порівняння стає підкреслює, що α -частинки мають колосальну енергію (вона більш ніж в 10 разів перевершує енергію теплового

руху молекул кисню), крім того α -частинки, що випускаються радіоактивними речовинами, являють собою ефективні природні «снаряди» для вивчення структури речовини. Тому у дослідах з ядерних реакцій такі частинки обрані не випадково. Вони для цього є унікальними.

Експериментально здійснити дослід Резерфорда в умовах педагогічного коледжу неможливо як через технічну складність, так і через згубну дію частинок на живі організми. Тому дослід раціонально поставити у віртуальному варіанті, підкріпивши показом кінофільму. У п. 2.4 створена нами віртуальна схема моделі комп'ютерної демонстрації.

Наслідки з дослід Резерфорда мають важливе методологічне значення так як дозволили зробити висновок, що заряд атома позитивний, мале в об'ємі атома ядро, велику концентрацію маси атома у ядрі (так як тільки в цьому випадку можливе різке відхилення пролітає α -частинки), оцінити розміри ядра.

Оцінку розмірів ядра доцільно здійснити з організації вирішення проблемної ситуації: «Оцінити відстань, на яку повинна наблизитися α -частка, що володіє енергією 10 MeV, до ядра атома золота, щоб виявити розсіювання на 180° ». Теоретична частина проблеми має врахувати, що кінетична енергія α -частинки перетворюється в потенційну енергію кулонівського відштовхування в той момент, коли α -частинка, підлетівши до ядра, зупиняється. Слід наголосити, що сутність дослід Резерфорда полягає у тому, що він експериментально довів: у центрі атом є масивна позитивно заряджена частина названа ядром.

У діючих підручниках та посібниках не робиться наголос на принципі історичному у дослідженні фактів – еволюцію теоретичної думки: Н. Бор узагальнив результатами досліджень учнів Е. Резерфорда (1911), вчених Г. Шмідта, Марії та П'єра Кюрі (1898), А. Бекереля (1896) та відомі на той час моделі будови атома Х. Ногаоко, В. Віна, Л. Пуанкаре та ін. і у 1913 р. прийшов до остаточного висновку про планетарну модель атома. Світоглядний характер такої ланки еволюційних подій показує методологію пізнання у науці, поступальний рух наукової думки, що з успіхом можна використати у освітніх

галузях початкової освіти. Розглядаючи планетарну модель атома, на різних етапах навчання потрібно послідовно у часі підкреслювати, що майже вся маса атома зосереджена в його ядрі, ядро атома в 10^5 разів менше самого атома, заряд атома і число електронів що обертаються навколо нього рівне числу протонів у ядрі та ін.

На прикладі вивчення будови атома ми пропонуємо студентам показати як і для чого створюють моделі об'єктів для фізичних досліджень; підкреслити обмеженість кожної моделі; розкрити шлях пізнання істини через послідовне уточнення модельних уявлень. Це має важливе значення для розвитку наукового світогляду студентів.

В молекулярно-кінетичній теорії газів використовується модель атома у вигляді кульки і не визначені обмеженості такого уявлення атома. У методичній літературі та підручниках з фізики для ЗЗСО практично не розглядається суперечливий еволюційний процес формування моделей атома, хоч мислителі Левкіпп, Демокрит, здавна пропонували різні моделі атома. У кінці XIX – на початку XX ст. існували моделі Д. Томсона (1895–1904), Ж. Перрена (1901), Х. Ноагокі (1904), Ф. Ленарда (1904), Д. Стоні (1903), Н. Бора (1911–1913), Л. де Бройля (1923), Е. Шредінгера (1926). Цей процес і надалі продовжується, зокрема створені нові моделі атома Г. Уайтом (1931), К. Снельсоном (1963) та ін.

У підручниках з фізики для закладів середньої та вищої освіти утвердилися досліди Резерфорда, які поклали початок розробки моделей планетарної структури атома.

Н. Бор побачив за «відхиленнями» в поведінці електрона в атомі своєрідність законів, яким підкоряються мікрочастинки. Він сформулював постулати, які погоджували з експериментальними результатами Е. Резерфорда та властивостями атома водню: стабільність, дискретний характер випромінювання енергії.

У більшості методик навчання постулати Бора формулюють і мало розкривається фізична сутність. Перший постулат (постулат стаціонарних

станів) формулюється: атом може перебувати тільки в особливих стаціонарних станах, кожному з яких відповідає певна енергія; в стаціонарному стані атом енергії не випромінює. Цей постулат вимагає світоглядних пояснень. Енергія атома квантів може приймати ряд дискретних значень. Найменшим значенням енергії атом володіє тоді, коли його електрон знаходиться на найближчій до ядра орбіті. Чим більше радіус орбіти, тим більше енергія відповідного стаціонарного стану. У стаціонарному стані атом енергії не випромінює.

Якщо добре засвоєний перший постулат Бора, студенти легко засвоюють і другий постулат (правило частот): при переході атома з одного стаціонарного стану в інший атом випускає або поглинає один фотон, енергія якого дорівнює різниці енергій стаціонарних станів. Цей постулат обґрунтовує квантовий характер випромінювання, встановлений М. Планком і розвинений А. Ейнштейном.

Доцільно звернути увагу студентів на порівняно нове поняття – правило квантування орбіт – третій постулат Бора. Без нього не можна вивести значення енергії в стаціонарних станах. Н. Бор вводить постулат на основі наступних міркувань: вченому треба було знайти радіуси дозволених орбіт для визначення енергії атома в стаціонарних станах. Для цього слід було вказати правило квантування. Він припустив, що якась величина повинна бути кратною постійній Планка, яка виражається в Джоуль-секундах.

Після цього Н. Бор використав свої постулати для пояснення будови одноелектронних атомів.

Теорія атома Бора того часу була послідовною. Використовуючи класичні закони для опису руху електрона в атомі, вона накладала на них деякі обмеження. Але навіть ця далеко ще не досконала теорія знаменувала собою подальший крок на шляху відмови від універсальності класичних подань (перші були зроблені М. Планком і А. Ейнштейном) і дозволила досить добре пояснити будову атома водню і його спектри.

Вивчення матеріалу стосовно спектрів випромінювання та поглинання є складною методичною проблемою. Сутність проблеми в тому, що слід довести

де беруться спектральні лінії, як вони виникають, чому вони стабільні. Якщо через газ у скляній трубці, де відкачано повітря, пропустити електричний розряд, він починає світитися. Чому світиться? Крім цього пропонуємо студентам через спектроскоп (або дифракційну решітку) подивитися на запалену лампу, заповнену, наприклад воднем. Вона дає кілька яскравих спектральних ліній: червону, блакитну, синю, фіолетову. Лампи, заповнені неоном і гелієм, дають інші лінії, але кожен з газів дає лінійчатий спектр. Чому спектральні лінії різні у кожного газу?

З точки зору теорії Бора, атоми водню, отримуючи енергію збуджуються, тобто їх валентні електрони переходять з основного (першого) енергетичного рівня на рівні з більш високою енергією. Досвід показує, що в збудженому стані атом не може перебувати довго, його електрон мимоволі переходить з більш високого енергетичного рівня з енергією E_n на рівень з меншою енергією E_m і випускає при цьому квант енергії – фотон строго певної частоти, яка визначається рівнянням $E=h\nu$.

Особливістю навчання, зокрема спектра атома водню полягає у розгляді різних енергетичних рівнів. Спочатку студентам пояснюємо, що електрон, що знаходиться на одному з вищих енергетичних рівнів, може перейти на будь-який нижчий, а не тільки на основний рівень. Наприклад, електрон, що знаходиться на четвертому енергетичному рівні, може перейти на третій, а потім на другий, на перший (основний) рівень, а може перейти відразу на другий або навіть на перший рівень. В силу цього атом водню може випускати фотони різних, але строго певних частот. Для закріплення матеріалу студентам пропонуємо завдання: розрахувати, скільки різних фотонів може випустити збуджений атом водню, якщо його валентний електрон знаходиться на третьому енергетичному рівні (Відповідь: три). Також пропонуємо розрахувати відповідні частоти випромінювань.

Розрахунок показує, що чотири добре видимі в експерименті лінії в спектрі водню, мають довжини хвиль 410, 434, 484, 656 нм, отримують в результаті переходу електронів відповідно з третього, четвертого, п'ятого і

шостого рівнів на другий енергетичний рівень. Студентам розповідаємо про те, що ще до створення теорії Бора швейцарський шкільний учитель І. Бальмер побачив, що частоти випромінювань, що випускаються атомом водню у видимій частині спектру, підкоряються формулі 2.1:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{B} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (2.1)$$

Отже, емпірична формула, знайдена Бальмером, добре пояснюється теорією Бора.

Студентам ставиться проблема: чи можна передбачити, що крім відомих ліній, в спектрі водню повинні бути ще й інші серії спектральних ліній: серія Лаймана, серія Пашена. Ці спектральні лінії були виявлені в ультрафіолетовій та інфрачервоній частинах спектра. Отже, спектр атома водню добре пояснюється теорією Бора.

Потім доцільно пояснити, чому лінійчатих спектри різних газів різні. Хоча теорія Бора не дозволяє розрахувати енергетичні рівні різних атомів, пояснити це питання можна, розглянувши водневоподібний атом – іонізований атом гелію і двічі іонізований атом літію [28].

Вони влаштовані подібно атому водню і відрізняються від нього зарядом ядра. Відповідно енергія кожного енергетичного рівня іона гелію буде в 4, а двічі іонізованого іона літію в 9 разів більше енергії рівня водню. Енергетичні рівні різних газів неоднакові, то і частоти даних ними випромінювань різні, хоча цілком визначені і дискретні. Лінійчатий спектр атомів кожної речовини, що знаходиться в газоподібному стані, має свій характерний набір частот. Якщо студенти його досить добре зрозуміють, то пояснити їм суть спектрального аналізу не важко.

Після цього студентів знайомимо зі спектрами поглинання газів. Почати можна з теоретичних міркувань. Якщо газ опромінювати світлом, то очевидно, атоми його можуть поглинути тільки ті фотони, енергія яких дорівнює різниці значень енергій його енергетичних рівнів $E_n - E_m$. Інакше кажучи, газ повинен поглинати світло тих же частот, які він випускає. Для перевірки цього

теоретично пророкує результату можна поставити наступний дослід. При вимкненому джерелі світла між конденсором і щілиною поміщають полум'я газового пальника, в яке вводять поварену сіль. На екрані видно яскраву жовту лінію натрію. Тепер включають лампу розжарювання в проєкційному апараті, на екрані при цьому спостерігається безперервний спектр з темною лінією в тому місці, де була яскрава лінія натрію [81].

Створенню квантової механіки сприяли два основні чинники: квантовий (дискретний) характер енергії і хвильові властивості частинок. Перед вивченням хвильових властивостей частинок ми пропонуємо повторити попередній матеріал, звернувши особливу увагу на корпускулярно-хвильовий дуалізм властивостей фотона.

Хвильові властивості мікрочастинок – нині добре встановлений експериментальний факт, тому вивчення цього питання починаємо з опису схеми досліду по дифракції електронів (рис. 2.8).

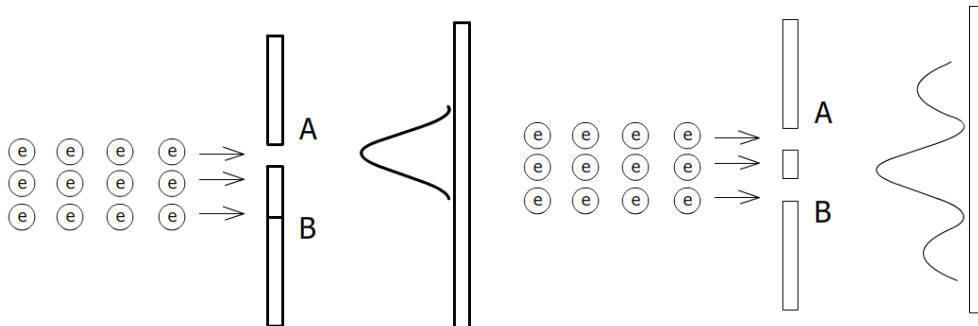


Рис 2.8. Модель проходження пучка електронів через подвійну щілину

Відомо, що дифракцію електронів ми можемо спостерігати різними методами: при проходженні пучка швидких електронів через тонкий шар монокристалу (за методом Лауе), при проходженні їх через тонкий шар полікристала (металеву фольгу), при відображенні повільних електронів від поверхні кристала під різними кутами. Ми рекомендуємо знайомили студентів з методом Лауе, найбільш простим для пояснення, що кристали мають високий ступінь упорядкованості, їх атоми утворюють тривимірну просторову решітку. Досліди показують, що якщо пучок швидких електронів проходить через тонкий шар монокристалу, то на фотопластині, розташовані за ним, після

проявлення виявляють типову дифракційну картину. Студентам показуємо електронограми, отримані за методом Лауе. Підкреслюємо, що дифракція електронів є яскравий доказ їх хвильових властивостей. Дифракцію електронів вперше спостерігали в 1927 р. К. Девіссон і Л. Джермер. Таким чином, хвильові властивості частинок – нині твердо встановлений факт [28].

Далі повідомляємо, що за отриманою дифракційною картиною, знаючи міжатомну відстань в кристалі, визначаємо довжину хвилі. відповідну певної мікрочастинок (подібно до того як визначається довжина світлової хвилі за допомогою дифракційної решітки). Розрахунки показують, що довжина хвилі залежить від імпульсу частинки і пов'язана з ним співвідношенням раніше встановленим для фотона. Зазначаємо, що відкриття хвильових властивостей у частинок, що володіють масою спокою, зняло винятковість фотона. Його стали розглядати як одну з елементарних частинок, що володіє як специфічними властивостями (відсутністю маси спокою і заряду), так і багатьма загальними для них властивостями.

Отже, при русі вільної частинки зі швидкістю u в тому ж напрямку і з тією ж (груповою) швидкістю поширюється хвиля. Студентам повідомляємо, що ці хвилі називають хвилями де Бройля по імені французького фізика, що передбачив їх існування. Природно виникає питання: чи мають макротіла ці ж властивості? Негативну відповідь пояснюємо тим, що для макротіл хвиля де Бройля настільки мала, що її неможливо виявити. Для переконливості пропонуємо завдання: розрахувати довжину хвилі де Бройля для пилінки масою 0,001 г, що рухається зі швидкістю 0,01 м/с.

Виконавши розрахунки пояснюємо, що якщо навіть для порошокинки, що має невелику швидкість, хвиля де Бройля настільки мала, що її неможливо виявити а отже для більш масивних тіл вона буде ще менша. Сильним студентам можна запропонувати такі завдання:

1. Визначити довжину хвилі де Бройля для футбольного м'яча масою 400 г., який рухається після удару зі швидкістю 40 м/с.

2. Оцінити хвилю де Бройля для спортсмена, який біжить на коротку дистанцію.

Для закріплення матеріалу пропонуємо, наприклад, такі завдання:

1. Визначити довжину хвилі де Бройля для електрона, що рухається зі швидкістю 100 м/с.

2. Висловити довжину хвилі де Бройля через кінетичну енергію частинки.

3. Визначити довжину хвилі електрона, енергія якого 1000 еВ.

4. Визначити імпульс і енергію: а) рентгенівського фотона; б) електрона.

Довжину хвилі, відповідну фотону і електрону, вважати рівною 10^{-10} м.

Наступна пізнавальна задача – пояснити фізичний зміст хвиль де Бройля. Щоб розв'язати цю проблему, ми пропонуємо переконати студентів у тому, що рух мікрочастинок не підкоряється законам класичної фізики, дати трактування хвилям де Бройля і уявлення про роль хвиль де Бройля в описі поведінки мікрооб'єктів.

Для досягнення першої цілі пропонуємо наступний уявний експеримент (який в принципі може бути проведений у вигляді динамічної демонстрації) (рис. 2.8). Пучок частинок, наприклад електронів, падає на площину, в якій є дві щілини А і В. За нею розташований екран. Якщо щілину В, наприклад закрити, то максимум падаючих на екран частинок буде знаходитися навпроти щілини В. Якщо закрити щілину А, то максимум падаючих на екран частинок буде навпроти щілини А, (рис. 2.8) ліва частина. Що станеться, якщо відкрити обидві щілини (рис. 2.8) права частина?

Якби електрони вели себе відповідно до законів класичної фізики (як кульки малого розміру), то на екрані спостерігалось б просте підсумовування раніше отриманих картин. Реально ж електрони поведуться як хвилі, тому на екрані спостерігають характерну для інтерференції картину. Відкриття другої щілини призводить до того, що в деяких частинах екрану число поцілих електронів зменшується. Хвильові властивості частинок, таким чином, впливають на характер їх руху. Рух частинок не може бути описано законами Ньютона.

З корпускулярної точки зору інтерференційні максимуми – місця, куди попало найбільше число електронів, інтерференційні мінімуми місця, куди електрони не потрапляють. З хвильової точки зору при інтерференції відбувається перерозподіл енергії падаючої хвилі. Інтерференційні максимуми – місця, де інтенсивність хвилі найбільша. А так як інтенсивність хвилі пропорційна квадрату амплітуди, то квадрат амплітуди хвилі де Бройля визначає ймовірність попадання електрона в ту чи іншу точку простору. Таким чином, електрон (як і інші частинки) є дискретною часткою в тому сенсі, що він неподільний, має певну масу спокою і заряд, які у всіх дослідах незмінні. Але його рух не може бути описано законами Ньютона. Його описують законами хвильової (квантової) механіки, які дозволяють визначити лише ймовірність знаходження частинки в тій чи іншій точці простору.

Пояснення фізичного змісту хвиль де Бройля призводить до необхідності ознайомити студентів хоча б в найзагальніших рисах з особливостями квантової механіки, її успіхами і обговорити місце цієї теорії серед інших наук. Важливо при цьому розкрити своєрідність законів, що діють в мікросвіті, їх корінна відмінність від законів класичної фізики.

У класичній фізиці одні явища пов'язані з рухом частинок, інші з поширенням хвиль. Квантово-механічні об'єкти (мікрочастинки): в одних явищах (фотоефект, ефект Комптона) вони поводяться як частинки, а в інших (інтерференція, дифракція) – як хвилі. У класичній фізиці величини, що описують процеси, змінюються безперервно. У квантовій механіці навпаки заряд, енергія мікрочастинок (і деякі інші їх характеристики) можуть приймати лише ряд дискретних значень. У класичній механіці початковий стан тіла задають зазначенням його координатта імпульсу. а закони Ньютона дозволяють точно передбачити місце розташування і імпульс частинки в будь-який наперед заданий момент часу. У квантовій механіці стан мікрочастинки описується за допомогою хвилі ймовірності, а її закони дозволяють визначатимуть не точно розташування частинки в просторі, а лише ймовірність знаходження її в певній

частині простору, що є наслідком хвильових властивостей мікрочастинок. У квантовій механіці не має сенсу поняття «траєкторія частинки».

Разом з тим такі фундаментальні закони, як закони збереження енергії, імпульсу, заряду, справедливі й в атомній та ядерній фізиці.

У підручниках і посібниках ознайомлення студентів з успіхами квантової теорії починається з пояснення постулатів Бора. Ми пропонуємо розпочати пояснення з того, що квантова механіка підтверджує існування в атомі дискретних станів, кожен з яких характеризується певним значенням енергії (перший постулат Бора) але вказує лише на імовірність знаходження електрона в певному енергетичному стані до того ж поняття «траєкторія», «орбіта» до руху електрона не застосовні.

Ми пропонуємо вказати на те, що квантова механіка не тільки підтвердила правильність борівської моделі, а й описала будова всіх атомів, пояснила періодичну систему Менделєєва, природу хімічного зв'язку атомів, оптичні спектри атомів і молекул. На основі більш повного опису будови твердих тіл квантова механіка пояснює багато їхніх властивостей (електропровідність, теплоємність та ін.). Причому її висновки краще узгоджуються з результатами експерименту, ніж пояснення, що даються класичної фізикою. Квантова теорія пояснює ряд таких властивостей, які класична пояснити не в змозі (ферромагнетизм, надпровідність, надтекучість гелію та ін.).

Далі ми пропонуємо дослідити принцип відповідності фізичних теорій.

Так як атомна та ядерна фізика зазнала пояснення з точки зору різних теорій, постало питання відповідності таких теорій. З цією метою Н. Бор ввів поняття принципу відповідності, згідно якого між будь-якою фізичною теорією, яка являється узагальненням і розвитком класичної, і квантовою фізичною теорією існує зв'язок: в певних крайніх випадках нова теорія повинна переходити в стару і навпаки.

З принципом відповідності студенти вже зустрічалися при вивченні елементів спеціальної теорії відносності. На нашу думку, відповідність між

квантовою механікою та механікою Ньютона найкраще може бути розкрито при розгляді принципу невизначеності Гейзенберга. Квантово-механічний опис явищ переходить в класичний якщо можна знехтувати квантом дії h в порівнянні з величинами, що характеризують досліджуване явище і мають ту ж назву.

Критерій застосовності класичних законів можна сформулювати і так: квантово-механічний опис явищ змінюється класичним в тих випадках, коли довжина хвилі де Бройля для даного об'єкту багато менше характерних розмірів в цьому завданні (і хвильовими властивостями об'єкта можна знехтувати).

2.4. Особливості методики постановки фізичного експерименту з атомної та ядерної фізики для педагогічних коледжів

Державний стандарт початкової освіти [14], Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року [48], Концепція НУШ передбачають оновлення змісту навчання з орієнтацією на ключові компетентності, оволодіння якими допоможе суб'єктам навчання вирішити проблеми в професійному, соціальному житті, підвищення якості й конкурентоспроможності освіти в нових економічних і соціокультурних умовах, прискорення інтеграції України у міжнародний освітній простір. В період побудови інформаційного суспільства в Україні прикладна складова освіти набула актуальності. Фізика є прикладною навчальною дисципліною, яка має ґрунтуватися на системі фізичного експерименту [77; 78; 79]. Усі висновки її та досягнення спираються на ретельно поставлений дослід, вимірювання і глибоке теоретичне дослідження. Тому й навчання фізики у педагогічних коледжах тісно пов'язане з використанням експерименту.

У методиці навчання фізики чільне місце відводиться навчальному фізичному експерименту для забезпечення усвідомлення явищ природи в ході реалізації освітніх галузей початкової освіти. З педагогічної точки зору демонстрація дослідів з квантової фізики забезпечує [51]:

– наочність та мотивацію у навчально-дослідної діяльності студентів та з'ясування способів її трансформації в освітні галузі початкової освіти;

– показ застосування трансформованих із науки фізичних знань, явищ, теорій у виробництві, техніці, технологіях та побуті та використання їх елементів у навчанні учнів початкової освіти;

– активізацію пізнавального інтересу студенті педагогічних коледжів до вивчення квантових явищ та теорій, які є актуальними й у початковій ланці ЗЗСО;

– можливість перевірки висунутих студентами в ході обговорення проблеми, гіпотез, припущень;

– надійність джерела формування експериментальної компетентності майбутнього учителя початкової освіти;

– формування світоглядних критеріїв для оцінки істинності нових знань, слугує еталоном повного і глибокого розуміння теоретичних висновків.

Виходячи із визначених педагогічних вимог до фізичного експерименту з атомної та ядерної фізики ми прийшли до висновку, що без системи ґрунтовних дослідів з теми дослідження досягти запланованих дидактичних цілей, якісного знання під час вивчення нового матеріалу, аналізу, синтезу, узагальнень висновків з дослідів неможливо.

Зміст і характер навчального експерименту визначається метою і завданнями навчання фізики в педагогічних коледжах. У програмі з фізики для педагогічних коледжів визначено, що головна мета навчання фізики полягає в розвитку особистості студентів засобами фізики як навчального предмета, зокрема завдяки формуванню в них фізичного знання, наукового світогляду й відповідного стилю мислення, екологічної культури, розвитку в них експериментальних умінь і дослідницьких навичок, творчих здібностей і схильності до креативного мислення [77; 78; 79].

Згідно навчальної програми [77] завданнями курсу фізики для педагогічних коледжів є:

– формування в студентів системи фізичного знання і розвиток у них здатності застосовувати набуті знання в пізнавальній практиці початкової освіти;

– усвідомлення суті фізичної картини світу як світоглядного образу, який покладено в основу освітніх галузей початкової освіти НУШ;

– формування у студентів загальних методів та алгоритмів розв’язування професійно спрямованих фізичних задач в системі освітніх галузей державного стандарту початкової освіти;

– розвиток у студентів педагогічних коледжів узагальненого експериментального вміння вести природничо-наукові дослідження методами фізичного мислення та світоглядного уявлення;

– формування наукового світогляду студентів педагогічних коледжів, формування екологічної культури засобами фізики [77; 78; 79].

Сам експеримент створюється, розвивається й удосконалюється у зв’язку з розвитком змісту навчання матеріальної бази та методів навчання фізики.

Фізичний експеримент з атомної та ядерної фізики для педагогічних коледжів має особливості. Квантові властивості матерії практично не піддаються прямому спостереженню і про них судять за результатами взаємодій елементарних частинок. Тому використовують моделі, відеофільми. Проте найбільш ефективним є віртуальний комп’ютерний експеримент. Його специфіка полягає у наступному:

1. Комп’ютерний модельний експеримент має два призначення: використовується для формування у майбутніх фахівців педагогічної освіти глибоких компетентностей явищ і процесів мікросвіту; надає можливість трансформувати значну частину знань фізичних явищ, процесів, суджень для впровадження в освітні галузі початкової освіти (математичну, природничу, технологічну, здоров’язбережувальну, історико-суспільствознавчу).

2. Мета формування експериментальних компетентностей в учнів ЗЗСО є закріплення знань, набуття умінь, навичок з практичного впровадження набутого навчального досвіду, які спрямовані на подальше поглиблення у

зкладах вищої та середньої освіти, профтехосвіти. Студенти педагогічних коледжів мають засвоїти методику моделювання фізичних явищ і процесів, закономірностей мікросвіту для учнів початкової ланки ЗЗСО.

3. При вивченні явищ атомної та ядерної фізики виникає специфічна залежність результату експерименту від умов його проведення у зв'язку з квантовим характером досліджуваних явищ і процесів.

4. В ході виконання віртуальних модельних експериментів студенти педагогічних коледжів мають акцентувати увагу на світоглядні суперечності явищ мікросвіту, зокрема: хвиля-частинка, дискретність-неперервність, взаємоперетворення та ін.

Специфіка ще полягає і у тому, що Концепція НУШ актуалізує інтегративність знань освітніх галузей. Наприклад, у навчанні радіоактивного розпаду використовують правила зміщення, які слід інтегрувати із законом збереження енергії, маси та заряду. Аналогічно інтегруються знання законів Ньютона, Кулона, означення доцентрового прискорення із знаннями про будову атома. Значної інтеграції набувають знання періодичної системи Д. І. Менделєєва у хімії та фізиці та ін.

У методиці навчання фізики визначено, що фундаментальні наукові експерименти мікросвіту мають ряд суттєвих особливостей та відмінностей від традиційних навчальних демонстрацій і лабораторних дослідів, що виділяє їх в окрему групу й потребує особливого підходу до формування методики їх вивчення та постановки [71]. Зокрема, фундаментальні наукові експерименти виступають переважно як джерело принципово важливих знань у системі фізичної освіти й сучасної наукової картини світу.

Загальновідомо, що структура та зміст фундаментального наукового експерименту відображують у собі процес пізнання та творчий пошук ученого [51]. У процесі організації навчально-пізнавальної діяльності студентів педагогічних коледжів фундаментальні експерименти відіграють визначальну роль у формуванні предметної компетентності за алгоритмом:

1. Аналіз історичної еволюції становлення та розвитку фізичного знання та прикладної його частини. Суб'єкти навчання з'ясовують обставини, які склалися на момент проведення фундаментального експерименту при вивченні конкретної теми, зокрема з атомної та ядерної фізики. Принцип історизму сприяє розвитку творчого мислення, висловлення своїх міркувань студентами, виробленню суджень та оцінок наукового, технічного та суспільствознавчого характеру, визначають вирішальні експерименти.

2. Експериментальна діяльність суб'єктів навчання визначається гносеологічною метою навчання фізики атома та ядра та полягає у виявленні сутності пізнання будови атома та ядра, закономірностей та принципів про мікросвіт, його властивостей у всьому його різноманітті. Тому основне призначення фундаментального експерименту полягає у реалізації Платонівської потреби знання як головного мотиву мислительної діяльності студентів.

3. Уміння формувати студентом педагогічних коледжів гіпотези є спонукаючою умовою до вибору експериментального методу навчального дослідження явища чи процесу, створення експериментальної установки, забезпечення аналізу отриманих даних.

4. Визначення взаємозв'язку основних результатів фундаментального експерименту та положень фізичної картини світ, оцінка філософської та світоглядної складових навчання, окреслення ролі використаних експериментальних методів у досягненні мети.

Досліди, які формують уявлення про фундамент сучасної фізики складні у виконанні. Вони вартісні, характеризуються складністю постановки, недостатньою наочністю, вимагають доброї підготовки науковця. Такими експериментами, наприклад, є досліди: Томсона з визначення питомого заряду електрона, Йоффе-Міллікена з вимірювання його заряду, Резерфорда, Франка і Герца, Штерна і Герлаха та ін.

Для проведення навчального демонстраційного, фронтального експерименту, фізичного практикуму з фізики мікросвіту можна скористатися

наборами обладнання з фізики «Школяр», комплектом «PHYSWE» [92], «Vernier» та системою віртуальних дослідів комп'ютерно-модельованих. До таких дослідів відносяться «Дослідження зовнішнього фотоефекту», «Визначенні постійної Рідберга за спектром випромінювання атомарного водню» та ін. [51].

На основі аналізу нормативних документів (див п. 1.1), методичної та спеціальної літератури, результатів констатувального експерименту (додаток В) ми сформуваємо систему комп'ютерних демонстрацій, які забезпечують вивчення наскрізних поняття, явищ, процесів атомної та ядерної фізики та фізики елементарних частинок, як зазначено у таблиці 2.2 та таблиці 2.3.

Таблиця 2.2

Перелік дослідів та демонстрацій з атомної та ядерної фізики педагогічних коледжів

№ п/п	Назва демонстрації, досліду, лабораторної роботи та ін.	Вид експер.	Тема заняття
1	2	3	4
Властивості електрона			
1	Елементарний заряд і експеримент Міллікена	Лабораторна робота	Класичні уявлення про будову атома. Відкриття електрона. Досліди Резерфорда. Ядерна модель атома.
2	Питомий заряд електрона.	Лабораторна робота	Класичні уявлення про будову атома. Відкриття електрона. Досліди Резерфорда. Ядерна модель атома.
3	Експеримент Франка-Герца з Hg-трубкою	Демонстрація	Квантові постулати Бора. Поглинання та випромінювання енергії атомом.
4	Експеримент Франка-Герца з Ne-трубкою	Демонстрація	Квантові постулати Бора. Поглинання та випромінювання енергії атомом.
5	«Квант дії» Планка з фотоефекту (поділ лінії за допомогою дифракційної ґратки)	Демонстрація	Зовнішній фотоефект і його закони. Рівняння фотоефекту. Застосування фотоефекту.
6	Серія Бальмера / Визначення постійної Ридберга	Лабораторна робота	Квантові постулати Бора. Поглинання та випромінювання енергії атомом.
7	Тонка структура, та одноелектронні та двоелектронні спектри	Демонстрація	Неперервний і лінійчатий спектри. Спектри поглинання і випромінювання. Спектральний аналіз та його застосування. Створення та застосування квантових генераторів.
8	«Квант дії» Планка з фотоефекту (поділ лінії за допомогою фільтрів)	Лабораторна робота	Зовнішній фотоефект і його закони. Рівняння фотоефекту. Застосування фотоефекту.

1	2	3	4
9	Атомні спектри двоелектронних систем: He, Hg H	Лабораторна робота	Неперервний і лінійчатий спектри. Спектри поглинання і випромінювання. Спектральний аналіз та його застосування. Створення та застосування квантових генераторів.
10	Ефект Зеймана	Демонстрація	Квантові властивості світла. Гіпотеза М. Планка. Світлові кванти. Стала Планка. Енергія та імпульс фотона.
11	Експеримент Штерна-Герлаха	Демонстрація	Квантові властивості світла. Гіпотеза М. Планка. Світлові кванти. Стала Планка. Енергія та імпульс фотона.
12	Електронний спіновий резонанс	Демонстрація	Квантові властивості світла. Гіпотеза М. Планка. Світлові кванти. Стала Планка. Енергія та імпульс фотона.
13	Електронна дифракція	Демонстрація	Квантові властивості світла. Гіпотеза М. Планка. Світлові кванти. Стала Планка. Енергія та імпульс фотона.
Радіоактивність			
1	Період напіврозпаду і радіоактивного рівноваги.	Демонстрація	Квантові постулати Бора. Поглинання та випромінювання енергії атомом.
2	Період напіврозпаду і радіоактивного рівноваги з Кобра3	Демонстрація	Квантові постулати Бора. Поглинання та випромінювання енергії атомом.
3	Розподіл Пуассона і розподіл Гауса радіоактивного розпаду з Кобра3 – Вплив мертвого часу лічильної трубки.	Демонстрація	Квантові постулати Бора. Поглинання та випромінювання енергії атомом.
4	Візуалізація радіоактивних частинок / Дифузна камера хмари.	Демонстрація	Радіоактивність. Альфа-, бета-, гамма-випромінювання. Закон радіоактивного розпаду. Методи реєстрації іонізуючих випромінювань.
5	Втрати енергії α -частинок в газах Електронне поглинання 0-спектроскопія.	Демонстрація	Радіоактивність. Альфа-, бета-, гамма-випромінювання. Закон радіоактивного розпаду. Методи реєстрації іонізуючих випромінювань.
Рентгенівське випромінювання			
1	Характерні рентгенівські промені міді, молібдену	Демонстрація	Квантові постулати Бора. Поглинання та випромінювання енергії атомом.
2	Характерні рентгенівські промені заліза.	Демонстрація	Квантові постулати Бора. Поглинання та випромінювання енергії атомом.
3	Поглинання рентгенівських променів.	Демонстрація	Квантові постулати Бора. Поглинання та випромінювання енергії атомом.

Упровадження їх у освітній процес не лише фізики, а й освітніх галузей початкової освіти, сприяє формування у студентів педагогічних коледжів ключових та предметних компетентностей, націлених на інтегративне освоєння знань, формуванню наукового світогляду та наукової картини світу.

Крім визначених у таблиці 2.2 експериментів ми розробили систему віртуального комп'ютерного модельного експерименту з фізики атома та ядра (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3

Система комп'ютерного модельного експерименту

№ п/п	Назва експерименту	Вид експер.	Назва теми заняття
1	Фотоефект	Лабораторна робота	Зовнішній фотоефект і його закони. Рівняння фотоефекту. Застосування фотоефекту.
2	Досліди Резерфорда	Лабораторна робота	Класичні уявлення про будову атома. Відкриття електрона. Досліди Резерфорда. Ядерна модель атома.
3	Досліди Франка і Герца	Лабораторна робота.	Квантові постулати Бора. Поглинання та випромінювання енергії атомом.
4	Альфа-розпад	Демонстрація	Склад ядра атома. Енергія зв'язку атомних ядер. Ядерні реакції. Енергетичний вихід ядерних реакцій.
5	Розпад нейтрона	Демонстрація	Радіоактивність. Альфа-, бета-, гамма-випромінювання. Закон радіоактивного розпаду. Методи реєстрації іонізуючих випромінювань.
6	Розпад протона	Демонстрація	Радіоактивність. Альфа-, бета-, гамма-випромінювання. Закон радіоактивного розпаду. Методи реєстрації іонізуючих випромінювань.
7	Захоплення електрона	Демонстрація	Радіоактивність. Альфа-, бета-, гамма-випромінювання. Закон радіоактивного розпаду. Методи реєстрації іонізуючих випромінювань.
8	Анігіляція частинок	Демонстрація	Елементарні частинки та їх властивості; частинки і античастинки. Взаємоперетворюваність елементарних частинок.
9	Синтез речовин	Лабораторна робота	Склад ядра атома. Енергія зв'язку атомних ядер. Ядерні реакції. Енергетичний вихід ядерних реакцій.
10	Мезонна теорія ядерних сил	Демонстрація	Склад ядра атома. Енергія зв'язку атомних ядер. Ядерні реакції. Енергетичний вихід ядерних реакцій.

Вивчення явищ мікросвіту передбачає формування у свідомості студентів переконань, що труднощі експериментального вивчення явищ мікросвіту не вичерпується тільки тим, що роздільна здатність органів відчуття людини на багато порядків нижча від тієї, яка потрібна для безпосереднього пізнання елементарних частинок, атомних ядер чи навіть набагато більших частинок – атомів і молекул. Людина не відчуває електричного й магнітного поля. Однак вивчати ядра й елементарні частинки важче, ніж магнітне поле, бо мікрочастинки яскравіше виявляють квантові властивості. Про них можна судити через взаємодію з електромагнітними хвилями чи елементарними

частинками. Проте за допомогою хвиль можна «побачити» лише предмет, розміри якого більші за довжину хвилі. Тому для вивчення дуже малих об'єктів потрібно брати хвилі відповідно малої довжини. Зауважимо, що чим коротша довжина хвилі, тим сильніше проявляються її корпускулярні властивості, тобто тим більші імпульси та енергії окремих частинок – квантів цього випромінювання. При переході до явищ мікросвіту енергії та імпульси цих квантів настільки зростають, що кванти стають ніби снарядами, здатними зруйнувати об'єкт, що вивчається.

Методика навчання явищ і процесів мікросвіту розглядає вивчення явищ мікросвіту в залежності від умов спостереження. Класичний же опис фізичного явища або процесу характеризувався, насамперед, передбачуваною незалежністю явища від умов його спостереження і вимірювання. Вважалося, що вплив вимірювального приладу на об'єкт спостережень може бути як завгодно малим. Придатність приладу для вивчення того чи іншого явища визначалася лише його чутливістю та роздільною здатністю. Крім того в квантовій фізиці не всякі дві величини можна виміряти в одному й тому стані об'єкта. Зокрема, згідно невизначеності Гейзенберга не можна одночасно точно виміряти координату й імпульс частинки. Такі дві величини називають доповняльними.

Навчання ядерної фізики та фізики елементарних частинок у педагогічних коледжах немислимі без вивчення гігантських фізичних установок – прискорювачів, оснащених цілим комплексом апаратури, що дає змогу проводити дослідження в чистих умовах і швидко обробляти здобуті дані [3, с. 20]. Вказані знання майбутній учитель початкової ланки ЗЗСО має використати у освітніх галузях початкової освіти.

У зв'язку з особливістю теми дослідження набуває ваги використання комп'ютерного моделювання та використання цифрових засобів у навчанні атомних та ядерних процесів. Будь-яке моделювання не можливе без абстрагування ідеалізації й аналогії. Під абстрагуванням розуміють відволікання від несуттєвого у даному досліджуваному об'єкті або ж

відокремлення в об'єкті властивостей чи сукупності властивостей, котрі повинні стати предметом дослідження.

Виходячи із вимог Державного стандарту початкової освіти інтеграція комп'ютерних технологій в систему експериментального комп'ютерного навчання атомної та ядерної фізики є надійним засобом реалізації концепції НУШ. Практика показує, що впровадження комп'ютерних та цифрових технологій в освітній процес початкової освіти є методичним засобом для створення віртуальних моделей реальних фізичних явищ і процесів.

Застосування комп'ютера як засобу конструювання віртуальних моделей навчання атомної та ядерної фізики дає змогу розглядати поняття моделі під іншим кутом зору. Під комп'ютерною моделлю доцільно розуміти програмний модуль, що моделює об'єкт або явище, які вивчаються, й об'єднує в собі засоби інтерактивної взаємодії з моделлю та засобами відображення і представлення інформації.

Ефективність використання комп'ютерних моделей з атомної та ядерної фізики в освітньому процесі педагогічних коледжів полягає у наступному:

- досягається надійна і високотехнологічна наочність широкого класу явищ і процесів мікросвіту;
- забезпечення високого рівня активності і самостійності при реалізації навчальної діяльності студентів;
- можливість неодноразового використання, повторення дослідів (особливість експериментування на моделі – необмеженість в часі та повторюваність процесів, що відбуваються);
- віртуальні моделі можуть раціонально запроваджуватися як під час лекційних занять, так і для ілюстрації необхідного явища чи окремо взятої його властивості, для імітації певних процесів, котрі реально не вдається відтворити в лабораторних умовах.

У навчанні явищ мікросвіту комп'ютерні моделі передбачають використання ідеалізації, як специфічного виду абстрагування, що полягає у створенні ідеалізованих об'єктів, які у дійсності не існують, але для яких є

прообрази в реальному світі. Прикладами ідеалізації та їх прообразів, що використовуються у курсі фізики є: ідеальний газ – розріджений газ, матеріальна точка – фізичне тіло, розмірами якого в умовах розглядуваної задачі можна знехтувати, хвильова функція, фонони й ін. [32].

Методика навчання атомної та ядерної фізики в педагогічних коледжах передбачає широке застосування методу аналогій (у перекладі з грецької – відповідність, подібність, схожість). Тоді фізичне знання, набуте при дослідженні конкретного об'єкта (моделі), можливо перенести на інший об'єкт (іншу модель), що менш доступний для дослідження [26].

Майбутні фахівці початкової освіти у навчанні понять та явищ мікросвіту мають уміти своєчасно і обґрунтовано враховувати психологічної особливості особистості, зокрема активізації розумової діяльності, як здатність суб'єктів навчання мислити не лише поняттями, а й символами та образами. За цих особливостей пізнавальний процес у початковій ланці ЗЗСО краще організовувати таким чином, щоб оптимально поєднувалися в процесі навчання різні види наочності й моделі, поняття та формули. Учні початкових класів з психологічної точки зору краще пристосовується до перших аспектів, хоча й мислені образи поряд із поняттями виступають також як об'єктивні феномени в розв'язанні навчально-виховних завдань. Крім цього образи й поняття можуть виникати навіть і тоді, коли самих реальних об'єктів немає. Ця обставина особливо є значущою у зв'язку із ознайомленням студентів педагогічних коледжів з об'єктами мікросвіту та основами квантової теорії, яка певною мірою описує поведінку таких об'єктів.

Оскільки під час розкриття властивостей мікросвіту та основних закономірностей поведінки мікрооб'єктів у педагогічних коледжах неможливо в достатній мірі розкрити еволюцію, історію розвитку, зокрема атомної та ядерної фізики, то процес формування компетентності студентів педагогічних коледжів з основ теорії атомної та ядерної фізики доцільно організовувати як цілеспрямовану навчально-пізнавальну діяльність, що спрямована на розвиток теоретичного мислення та практичного використання набутого досвіду [56].

Саме по собі моделювання окремих фізичних явищ і процесів атомної чи ядерної природи не може бути ефективним у застосуванні. Тому, спираючись на абстрактні міркування та методику навчання атомної та ядерної фізики, ціллю нашої роботи в цьому напрямі стало створення комплексу модельних демонстрацій у вигляді програмного педагогічного засобу готового до використання.

Комп'ютерне моделювання атомних та ядерних навчальних моделей – це моделювання об'єктів, процесів, явищ засобами спеціальних комп'ютерних програм: графічних редакторів, анімаційних редакторів, табличних процесорів, програм для створення баз даних, спеціальних комп'ютерних тренажерів-симуляторів, віртуальних лабораторій [24].

Фізична комп'ютерна модель передбачає, що комп'ютер є частиною деякого експериментального пристрою чи тренажера, який за допомогою датчиків сприймає зовнішні сигнали, здійснює відповідні розрахунки та видає сигнали, що впливають на управління відповідними маніпуляторами. Наприклад, під час підготовки пілотів літальних апаратів використовують навчальну модель літака, яка оснащена відповідною комп'ютерною технікою, що «реагує» на дії пілота, змінює нахил кабіни, покази приладів, вид з ілюмінатора, тим самим моделюючи політ реального літака [26].

Комп'ютерне моделювання процесів мікросвіту передбачає використання і графічного комп'ютерного моделювання як сукупності певним чином організованих даних (знаків, сигналів), що відображають найістотніші властивості об'єктів дослідження. До таких моделей належать наочні, графічні, анімаційні, текстові, табличні інформаційні моделі, реалізовані засобами різних програмних середовищ. Це можуть бути також схеми, графи, графіки, діаграми, малюнки, відео, картки тощо, робота з якими здійснюється з використанням комп'ютера [24].

Методика навчання явищ і процесів мікросвіту передбачає ефективне використання імітаційних моделей, що реалізується деякою комп'ютерною програмою чи пакетом програм. Вона імітує поведінку складної технічної,

економічної, біологічної, соціальної чи іншої системи з потрібною точністю. Такі моделі використовують для дослідження змін об'єктів обраної системи дослідження, для створення комп'ютерних ігор, «віртуальних світів», навчальних програм та анімацій [87].

Обчислювальна комп'ютерна модель є необхідним атрибутом реалізації програм для розрахунку стану систем, що моделюється за її математичною моделлю. Її застосовують для моделювання атомних та ядерних процесів є ефективним. Такі моделі застосовують для багаторазового проведення випробувань, у тому числі – зі зміною параметрів, з подальшим збором та опрацюванням отриманих результатів чи для розв'язування задач [51].

Для створення та опрацювання комп'ютерних моделей використовуються спеціально для цього підготовлені програмні засоби (математичні програми, електронні таблиці, графічні редактори тощо), он-лайніві інструменти, що належать до сервісів Веб 2.0, або розробляються оригінальні програми за допомогою мов програмування.

В комп'ютерному навчальному експерименті з атомної та ядерної фізики використовуються математичної моделі за допомогою комп'ютера, під час якого за одними параметрами моделі обчислюють інші її параметри й на цій основі роблять висновки про властивості об'єкта, що описані математичною моделлю [51].

Дослідження математичної моделі за допомогою комп'ютера можна лише умовно віднести до експерименту, бо він відображає не природні явища чи процеси, а є лише чисельною реалізацією створеної математичної моделі. Результати проведеного експерименту характеризують властивості моделі, а не прототипу [51].

Необхідність розробки педагогічних програмних засобів (ППЗ) як освітніх цифрових ресурсів (ОЦР) для навчання фізики атома та ядра обумовлена наступним:

– впровадженням у освітній процес нового покоління приладів та обладнання, які інтегровані в комп'ютерні технології навчання атомних і ядерних процесів;

– застосуванням ІКТ для аналізу й обробкою результатів дослідів, розв'язування задач порядку планківської системи вимірювань (атомних і ядерних розмірів). В цьому випадку успішно забезпечується формування інформаційно-комунікаційної компетентності студентів;

– широким запровадженням у освітній процес модельних дослідів з фізики мікрочастинок забезпечує наближення студентів до вивчення реального світу безпосередньо у педагогічному коледжі.

Н. Л. Сосницька [64] до дидактичних засад розробки ППЗ з вивчення фізичних явищ віднесла ряд вимог. Частину з них ми використали для визначення специфічних аспектів розробки ППЗ для навчання атомних та ядерних явищ і процесів:

– вибір змісту навчання явищ і процесів мікросвіту студентами початкової освіти згідно методів, форм і педагогічних підходів концепції НУШ, а відповідно удосконалення його для вивчення явищ і процесів атомної та ядерної фізики;

– визначення системи критеріїв, за якими здійснюється цільова підготовка ППЗ з метою формування професійно спрямованих інтегративних знань;

– розробка ППЗ, що здатне забезпечити інноваційні і традиційні засоби навчання;

– передбачення в ППЗ виконання навчальної, контролюючої, коригувальної, інформаційної, дослідницької функцій;

– ППЗ має забезпечити формування умінь алгоритмізації змісту розділу атомна та ядерна фізика з урахуванням їх особливостей студентами педагогічних коледжів;

– визначення критеріїв оцінювання компетентностей студентів педагогічних коледжів, які закладені в програмних продуктах;

– виокремлення законів, понять, чинників, необхідних для розробки ППЗ, що забезпечить структурування навчального матеріалу для розробки комп'ютерної програми, де передбачено навчальний, контролюючий, демонстраційний контент.

В умовах формування інформаційного суспільства в Україні визначальної ролі набуває проблема розвитку особистості її здатності до самореалізації, самовдосконалення, вироблення умінь застосовувати теоретичні знання з атомних та ядерних процесів, інтерпретувати його в інші розділи, вміти забезпечувати планування та обґрунтування послідовності дій з досягнення поставленої мети.

Традиційно фізичний експеримент поділяється на види, кожен з яких призначений для виконання психолого-педагогічних функцій в освітньому процесі. В умовах реформування освіти в Україні його види і призначення окреслені в концепції НУШ.

Демонстраційний експеримент традиційно забезпечує досягнення дидактичної мети і класифікується за рівнем науковості, наочності характером навчальної діяльності. Його структура схожа із науковим експериментом, який включає елемент навчального характеру та дій викладача. В ході такого експерименту та за його результатами встановлюється відображення реальної дійсності атомних та ядерних масштабів чи хибність закону, гіпотези, принципу, теорії, демонструє причинно-наслідкові зв'язки.

Специфікою проведення фізичного експерименту в педагогічних коледжах є широке використання комп'ютерної техніки та моделювання. Зокрема, під час виконання комп'ютерних модельних демонстрацій з атомної та ядерної фізики у студентів педагогічних коледжів:

– мають формуватися ключові й предметні компетентності згідно державного стандарту педагогічної освіти;

– розробляти алгоритми дій студентів з формування навичок їх практичного використання у професійній роботі впродовж всього активного життя;

- при формуванні освітнього середовища враховується обґрунтована організація робочого місця суб'єктів навчання для кожного заняття;
- передбачення здійснення ефективної групової або колективної роботи, співпраці та досягати ефективності такої роботи;
- уміння планувати експериментальне навчальне дослідження явища чи процесу мікросвіту та оцінка його результатів.

Стрімкий розвиток технологій змінює світ у бік інформатизації та відкритості, що обумовлює заміну традиційних (виробничих) способів діяльності на способи мислення, уміння виявляти творчість та ініціативу у нових умовах, оцінювати ризики та брати відповідальність за прийняті рішення [64].

У змісті навчальних програм [77; 78; 79] та концепції НУШ основною метою освіти студентів, має стати всебічний розвиток дитини, її талантів, здібностей, компетентностей та наскрізних умінь відповідно до вікових та індивідуальних психофізіологічних особливостей і потреб, формування цінностей та розвиток самостійності, творчості, допитливості, що забезпечують її готовність до життя в демократичному й інформаційному суспільстві.

Для досягнення цієї мети ефективною може бути проектна діяльність студентів, як практичне упровадження компетентісного навчання. В цьому випадку діяльність студентів спрямовується на розв'язання життєво та професійно значущих практичних завдань у майбутній професійній діяльності. Діяльність студентів обумовлює інтерактивну, навчально-дослідну та інші види діяльності, що відбувається у руслі проектної, як провідної, та інших навчальних технологій (проблемного навчання, критичного мислення, технології комбінованого навчання та ін.) [67].

Така діяльність у навчанні атомних та ядерних процесів має спрямовувати студентів педагогічних коледжів на формування умінь адаптуватися до роботи в нових умовах, визначених концепцією НУШ, бути психологічно стійкими, розвивати здатність до самоорганізації. Це вимагає пошуку нових форм організації освітнього процесу [35].

Таким чином, ефективне навчання студентів педагогічних коледжів явищ і процесів мікросвіту може бути за запровадження в освітній процес комп'ютерного моделювання, ІКТ та умінь майбутніх фахівців розробляти власний портфоліо навчальної моделі навчання явищ і процесів атомного чи ядерного характеру.

2.5. Система фізичного експерименту з атомної та ядерної фізики

Розвиток інтересу до вивчення дисциплін природничого циклу, а особливо фізики, набуває особливо важливого значення в педагогічних закладах у вік нанотехнологій. У контексті цієї проблеми актуальним є розвиток пізнавальних інтересів, зацікавленості студентів до навчання фізики.

Нині значна увага приділяється формуванню пізнавальних інтересів до навчальних дисциплін не лише у рамках освітнього процесу, але й у поза аудиторній роботі зі студентами, зокрема предметних гуртках, факультативах, клубах за інтересами тощо [54].

Аналіз літератури [2; 5; 7; 9; 11; 14; 17; 18; 25] дає можливість зазначити, що одним з найдієвіших засобів формування пізнавального інтересу до фізики є використання елементів цікавості. Ставлення студентів до природничих дисциплін визначається тим, наскільки цікаво можна організувати освітньо-пізнавальний процес. Елементи цікавої фізики стають лише тоді дієвим інструментом, коли їх сприймають як засіб формування пізнавального інтересу, а не як мотив пізнавальної діяльності [8].

Застосування в навчанні комп'ютерних технологій дає змогу: підвищити загальний інтерес до вивчення фізики в цілому; за допомогою образів та моделей формувати природничо-наукову картину світу; розвивати образне мислення студентів завдяки використанню широких можливостей надання інформації; розвивати творче мислення студентів унаслідок використання динамічних багатомірних методів обробки і надання інформації [51].

Основними педагогічними цілями використання комп'ютерних технологій навчання фізики є: розвиток творчого потенціалу студентів, їх здібностей до

комунікативних дій, умінь експериментально-дослідницької діяльності, підвищення мотивації навчання; інтенсифікація всіх рівнів освітнього процесу, підвищення його ефективності та якості.

Вивчаючи фізику студент нерідко занурюється у віртуальний світ. Викладач для наочності експерименту використовує комп'ютер, як невід'ємну частину дослідницької установки, для пояснення основних термінів, процесів та понять, працює з ним для моделювання досліджуваних явищ.

Під час викладу нового матеріалу комп'ютер дає змогу супроводжувати його динамічними ілюстраціями, комп'ютерними моделями, текстами і відеофрагментами. Комп'ютерні моделі оживляють зміст явища чи процесу, забезпечують демонстрацію того, що не вдається показати в натуральному експерименті чи важко сприймається на статичних малюнках [54].

Фізика є експериментальною, прикладною наукою. Відповідно курс фізики для педагогічних коледжів I-II рівнів акредитації має свою специфіку (див. п.1.3) і ґрунтується на системі фізичного експерименту. Ми здійснили аналіз існуючих навчальних програм, методичних посібників, підручників з фізики для педагогічних коледжів (див. п.1.3) і встановили: програма з фізики включає дві лабораторні роботи «Спостереження неперервного та лінійчатого спектрів речовини», «Вивчення треків заряджених частинок за готовими фотографіями» та такі демонстрації: фотоефект на пристрої з цинковою пластинкою, будова і дія фотореле на фотоелементі, будова і дія напівпровідникового та вакуумного фотоелементів, сонячна батарея, світло діод, модель досліду Резерфорда, спостереження треків у камері Вільсона, будова і дія лічильника іонізуючих частинок, дозиметри, фотографії треків елементарних частинок [77; 78; 79].

На основі аналізу використання експериментально методу навчання квантової теорії, фізики атома та ядра у педагогічних коледжах ми зробили висновок, що методика їх навчання залишилася на рівні середини XX ст. Не дивлячись, що в світі випускається обладнання для вивчення розділу у закладах освіти його майже немає, хоча закупка його здійснюється на державному рівні.

Вихід із цього стану ми пропонуємо через створення системи модельного фізичного експерименту з фізики атома, ядра та елементарних частинок для педагогічних коледжів. До такої системи, яка охоплює основні явища та процеси атомної та ядерної фізики, ми сформували перелік мінімально необхідного обладнання й демонстрацій та комп'ютерних моделей згідно навчальної програми. Частина демонстрацій передбачається для поза аудиторної роботи та факультативних занять.

Список обладнання включає: персональний комп'ютер, проектор та екран (монітор чи телевізор), набір програмного забезпечення.

До списку комп'ютерних моделей ми віднесли: досліди Резерфорда; фотоефект; досліди Франка і Герца; ядерні реакції (альфа-, бета-, гама розпад); синтез речовин; анігіляція частинок; мезонна теорія ядерних сил [50; 51; 53].

У дослідженні ми використали як ОЦР комп'ютерну програму Macromedia Flash. Ця програма має ряд переваг у порівнянні з іншим можливим програмним забезпеченням та проста у використанні, дає можливість створити рухомі графічні зображення. Вона: працює навіть за малопотужного персонального комп'ютера; існують електронні і звичайні підручники по використанню програми Macromedia Flash, дає можливість створення автономного «exe» файлу для якого непотрібно навіть програвача для демонстрації готових результатів.

Одною із самих головних переваг цієї програми є те, що за новими програмами вивчення основ інформатики у загальноосвітніх середніх закладах включено вивчення програми Macromedia Flash [50; 51; 52; 53; 54].

Ми розробили систему дослідів з теми дослідження та окреслили методику їх використання в освітніх галузях початкової освіти (таблиця 2.4).

Система комп'ютерних дослідів з фізики атома та ядра

№ п/п	Назва дослідів (галузі знань початкової освіти)	Тема заняття та із змістове наповнення
1	2	3
1	Модель дослідів Резерфорда з розсіювання альфа частинок (мовно-літературна – аналіз складу речень, висловлення думки; математична – математичне моделювання процесу; природнича – зв'язок із природничими дисциплінами; технологічна – втілення задуму вчених у розв'язання наукових проблем; інформатична – комп'ютерні програми; соціальна і здоров'язберігальна – оцінка впливу на навколишнє середовище та здоров'я; громадянська та історична – реалізація принципу історизму)	Класичні уявлення про будову атома. Моделі ядер. Поняття електрон, протон, нейтрон, цілісність атома, час життя. Сутність дослідів Резерфорда та ін. вчених. Ядерні моделі атома. Квантові постулати Бора. Поглинання та випромінювання енергії атомом.
2	Досліди Франка і Герца (мовно-літературна – використання в розгляді речень, логіка формування думки; математична – математичні закономірності; природнича – зв'язок з темами із біології, хімії; технологічна – сутність наукових проблем; інформатична – комп'ютерне моделювання; громадянська та історична – розкриття ролі вітчизняних вчених)	Поняття спектру. Неперервний і лінійчатий спектри. Спектральні прилади. Спектри поглинання і випромінювання. Спектральний аналіз та його застосування. Створення та застосування квантових генераторів. Енергія. Квантові переходи.
3	Синтез речовин частинок (мовно-літературна – використання у побудові речень, висловлення думки; математична – математичне моделювання процесу; природнича – зв'язок із природничими дисциплінами; технологічна – створення нових матеріалів, нанотехнології; інформатична – моделювання, комп'ютерні програми; здоров'язберігальна – оцінка впливу на навколишнє середовище та здоров'я; громадянська та історична – розвиток науки в наукових центрах України)	Склад ядра атома. Енергія зв'язку атомних ядер. Ядерні реакції. Енергетичний вихід ядерних реакцій. Елементарні частинки та їх властивості; частинки і античастинки. Взаємоперетворюваність елементарних частинок
4	α-розпад частинок (мовно-літературна – використання понять у реченнях, формування думки; математична – математичне моделювання процесу; природнича – від Великого вибуху до наших днів; технологічна – втілення задуму вчених у розв'язання наукових проблем; інформатична – комп'ютерні програми; соціальна і здоров'язберігальна – оцінка впливу на навколишнє середовище та здоров'я; громадянська та історична – реалізація принципу історизму, соціальна оцінка використання)	Радіоактивність. Альфа-, бета-, гамма-випромінювання. Закон радіоактивного розпаду. Методи реєстрації іонізуючих випромінювань. Одержання та використання радіоактивних ізотопів. Поглинена доза випромінювання та її біологічна дія. Захист від опромінення. Дозиметрія
5	Ветарозпад частинок (мовно-літературна – аналіз складу речень, висловлення думки; математична – математичне моделювання процесу; природнича – зв'язок із природничими дисциплінами; технологічна – втілення задуму	Поділ ядер урану. Ланцюгова реакція. Ядерні реактори. Термоядерні реакції. Проблеми розвитку ядерної енергетики в Україні. Чорнобильська

1	2	3
	вчених у розв'язання наукових проблем; інформатична – комп'ютерні програми; соціальна і здоров'язберігальна – оцінка впливу на навколишнє середовище та здоров'я; громадянська та історична – реалізація принципу історизму, соціальна оцінка використання)	катастрофа та ліквідація її наслідків. Боротьба за ліквідацію загрози ядерної війни
6	Анігіляція частинок (мовно-літературна – аналіз складу речень, висловлення думки; математична – математичне моделювання процесу; природнича – зв'язок із природничими дисциплінами; технологічна – втілення задуму вчених у розв'язання наукових проблем; інформатична – комп'ютерні програми; соціальна і здоров'язберігальна – оцінка впливу на навколишнє середовище та здоров'я; громадянська та історична – реалізація принципу історизму, соціальна оцінка використання)	Елементарні частинки та їх властивості; частинки і античастинки. Взаємоперетворюваність елементарних частинок
7	Моделювання сильної взаємодії (мовно-літературна – аналіз складу речень, висловлення думки; математична – математичне моделювання процесу; природнича – зв'язок із природничими дисциплінами; технологічна – втілення задуму вчених у розв'язання наукових проблем; інформатична – комп'ютерні програми; соціальна і здоров'язберігальна – оцінка впливу на навколишнє середовище та здоров'я; громадянська та історична – реалізація принципу історизму, соціальна оцінка використання)	Склад ядра атома. Енергія зв'язку атомних ядер. Ядерні реакції. Енергетичний вихід ядерних реакцій.
8	Зовнішній фотоефект (мовно-літературна – аналіз складу речень, висловлення думки; математична – математичне моделювання процесу; природнича – зв'язок із природничими дисциплінами; технологічна – втілення задуму вчених у розв'язання наукових проблем; інформатична – комп'ютерні програми; соціальна і здоров'язберігальна – оцінка впливу на навколишнє середовище та здоров'я; громадянська та історична – реалізація принципу історизму, соціальна оцінка використання)	Ядерні моделі атома. Квантові постулати Бора. Поглинання та випромінювання енергії атомом.

Комп'ютерне моделювання дослідів Резерфорда з розсіювання α -частинок здійснювалося виходячи із інтегративного принципу формування понять, що входять до теми в кожній галузі знань початкової освіти (табл. 1.3). До фундаментальних дослідів з атомної та ядерної фізики віднесено експерименти, що проведені значною кількістю вчених початку ХХ ст., серед

яких були найбільш вдалими ті, що виконані учнями Е. Резерфорда. Традиційна методика передбачає їх вивчення на теоретичному рівні в основному ілюстративним методом. Інколи використовується механічна модель руху кульки в полі потенціального бар'єру, як приклад руху α -частинок (рис. 2.9).

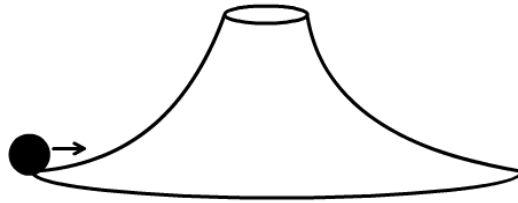


Рис. 2.9. Схема руху кульки в потенціальному бар'єрі

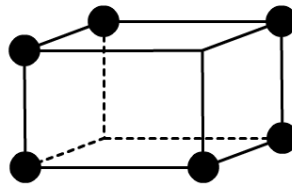


Рис. 2.10. Гратка

В умовах розвитку комп'ютерних технологій ми розробили комп'ютерні моделі. Студенти обізнані з моделями кристалічних ґраток, у вузлах яких розташовані позитивно заряджені іони (рис. 2.10). У випадку коли позитивно заряджена частинка буде рухатися у такому кристалі, вона буде взаємодіяти з позитивно зарядженими іонами ґратки. Такі частинки будуть відхилятися. Учні Резерфорда Г. Гейгер та Е. Мардсен вивчили поведінку руху альфа-частинок у золоті виготовленої у вигляді тонкої плівки товщиною порядку $4 \cdot 10^{-7}$ м.

Вчитель демонструє на екрані золоту плівку. На екрані висвічується двомірна (для спрощення побудови моделі) структура золотої плівки (рис. 2.11). Вона була максимально тонкою для технології XX ст. і мала порядку 4 тисяч шарів (по товщині), що легко обраховується математично. Ми пропонуємо здійснити це у математичній галузі початкової освіти виходячи із інтегративного принципу формування знань.

Далі натискуємо на назву «рух α -частинки». На екрані висвічується (рис. 2.12). До плівки рухаються альфа-частинки. На рисунку показано 6 таких частинок.

Студентам пропонується знайти джерело альфа-частинок натиском на вікно «джерело» (рис. 2.13). Маємо захисний контейнер, у якому знаходиться радіоактивний препарат, що випромінює альфа-частинки.

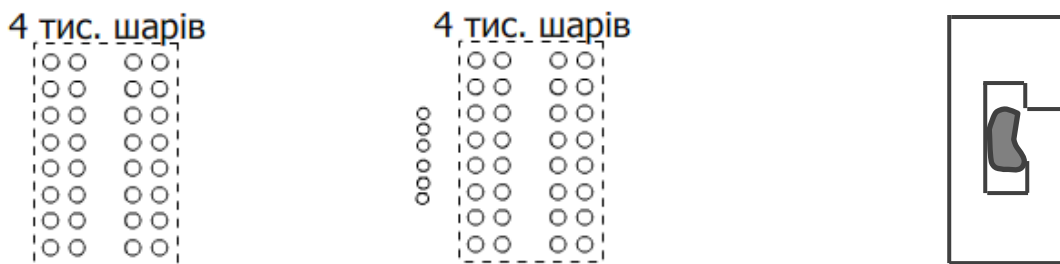


Рис. 2.11. Плівка

Рис. 2.12. Рух α -частинки

Рис. 2.13. Джерело

Учні Е. Резерфорда джерелом α -частинок брали радій (природнича галузь). Вчитель зазначає швидкість руху α -частинки (становить 10^7 м/с) та її масу (у 7300 разів $>$ за масу електрона), а також фіксує їх значення (інформатична, фізична галузі).

Далі демонструється студентам екрані змодельована установка учнів Резерфорда з дослідження взаємодії α -частинок та структурою золотої плівки (рис. 2.14) (математична, технологічна, здоров'язберігальна галузі).

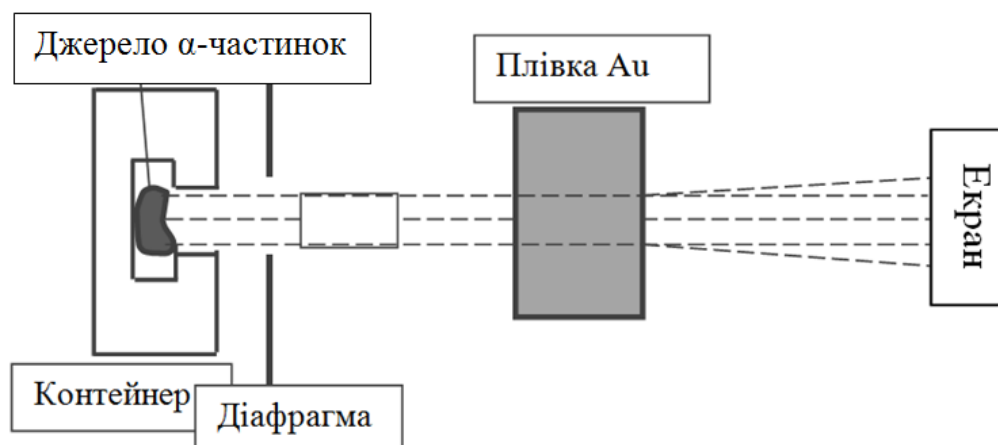


Рис. 2.14. Модель установки учнів Резерфорда

Студентам пропонується самостійно вказати на екрани реєстрації альфа-частинок навколо золотої плівки (рис. 2.15) і з'ясується питання навіщо

розміщено багато екранів, що фіксують α -частинки (математична, природнича, технологічна, здоров' язберігальна галузі). В результаті проведених дослідів вони встановили, що деяка кількість α -частинок відхиляється майже протилежно початковому руху (одна із 2000 частинок) (математична галузь).

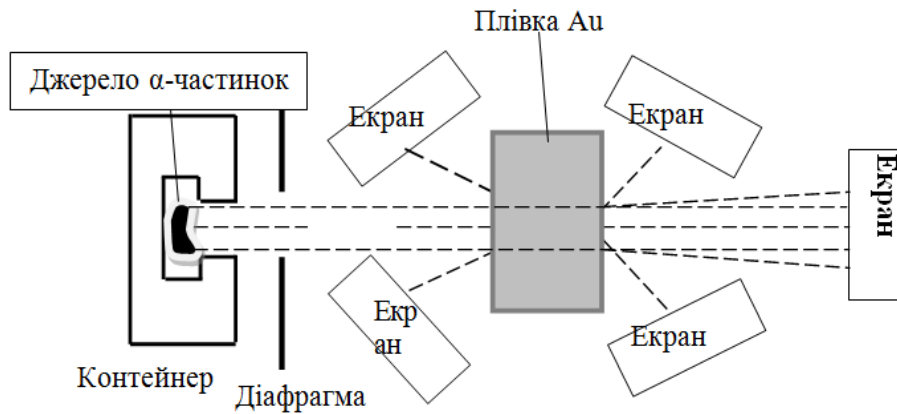


Рис. 2.15. Модель установки дослідів Резерфорда

Діафрагма слугує для виділення паралельного пучка α -частинок (математична галузь). Від радіоактивного препарату випромінюються α -частинки (природнича галузь). Для наочності припустимо, що після діафрагми залишається 6 α -частинок (математична галузь). Після проходження їх через плівку до екрана надійшло 4 α -частинки (математична галузь). Постало питання: де ділися 2 α -частинки. Тоді відшуковуємо ці дві частинки використовуємо додаткові екрани навколо золотої плівки (моделювання). В результаті такого пошуку встановлюємо, що вони відхилилися на певні кути, а деякі на кути близькі до 180° (рис. 2.16) (математична галузь).

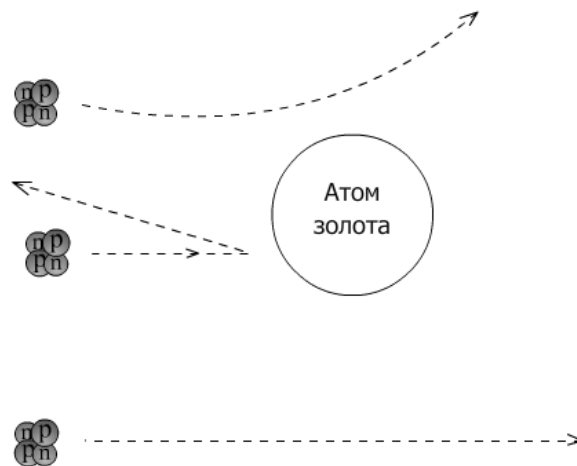


Рис. 2.16. Схема дослідів Резерфорда

Таким чином, спочатку ми розглядаємо модель досліду взаємодії α -частинок з кристалічною решіткою (рис. 2.16). При проходженні α -частинок крізь золоту плівку лише незначна кількість їх відхиляються на великі кути, інші проходять золоту плівку без відхилення. Незначна частка, 1–2 відсотки відхилялася на незначні кути, а зовсім невелика частина – на кути близькі до протилежних (кут близький до 180 градусів). Екран реєструє відхилення α -частинок від прямолінійної траєкторії (рис. 2.16).

Для пояснення другої частини досліду (рис. 2.16), зображено взаємодію альфа-частинок з окремим ядром атома золота. Чим ближче альфа-частинка пролітає до позитивно зарядженого ядра золота тим більша сила кулонівського відштовхування і тим більший кут відхилення альфа-частинки. Екран реєструє відхилення альфа-частинок від прямолінійної траєкторії.

Відносно невелика кількість альфа-частинок, що відхиляються на великі кути дають можливість судити про розміри ядра атома у порівнянні з розміром самого атома, тобто чим менша ціль, тим складніше в неї влучити. Розмір атома близький до 10^{-10} м, а розмір ядра атома – 10^{-15} м.

Програмне забезпечення модельного досліду Резерфорда, розміщено на хмарному сервісі як методичні рекомендації. Для цього завантажуюмо з назвою «Досліди» знаходимо файл з назвою «Досліди Резерфорда» і одержуємо зображення динамічної моделі з автоматичним повторювальним програванням.

Розглянута модель дослідів Резерфорда наочно демонструє такий історично важливий факт, як перехід від моделі будови атома Томсона до теорії будови атома Резерфорда-Бора (планетарна модель будови атома). Даний ППЗ дає можливість перейти від плакатів і схем до комп'ютерної динамічної моделі.

Таким чином, з допомогою розглянутої моделі досліду Резерфорда поряд з фізичними знаннями формується інтегративна система знань з використанням складових галузей початкової освіти, що використовуються при розгляді наступних тверджень:

1. В цілому атом є порожнім для проходження через нього частинок.

2. На кут $180^0 - 150^0$ відхиляються невелика кількість α -частинок: одна із 2000.

3. У центрі атома сконцентрована основна маса ядра в об'ємі порядку 10^{-15} м.

4. Ядро атома має позитивний заряд та ін.

Наступний дослід полягає у моделюванні досліду з анігіляції частинок. Модель та змістова його складові сприятливі для реалізації інтегративного навчання з використанням галузей: мовно-літературної, природничої, технологічної, інформативної, соціальної і здоров'язберігальної, громадянської та історичної (табл. 2.4). При вивченні теми про елементарні частинки вводиться нове досить інформативне поняття – анігіляція пари частинка-античастинка. Це є один із видів взаємоперетворень елементарних частинок у кванти поля. Вивчення теми ми рекомендуємо розпочати з аналізу терміну анігіляція, який у перекладі з латинської мови означає перетворення у ніщо, зникнення. Пізніше виявилось, що такий термін невдалий, бо у анігіляціях пари чітко виконуються закони збереження, у тому числі й збереження матерії (матерія не знищується, а перетворюється із однієї форми в іншу). Тому ми пропонуємо вживати термін «анігіляція пари». Анігіляція пар властива всім частинкам, у яких хоча б один фізичний заряд (лептонний, баріонний, електричний) не дорівнює нулю. Не анігілюють лише нейтральні частинки, у яких античастинки тотожні частинкам (фотон, нейтральний піон). При анігіляції частинка й античастинка перетворюються у кванти того поля, яке відповідає типу взаємодії між частинками: при електромагнітній – у фотони, при сильній – у піони, при слабкій – у бозони [51].

Методика демонстрації досліду з анігіляції пар полягає у наступному. Вчитель демонструє на екрані динамічну модель «Анігіляція пари», студенти спостерігають у динаміці процес анігіляції пари потон-антипротон.

З метою пропедевтики ми рекомендуємо повторити зі студентами поняття матерії; два фундаментальні види матерії – речовина та фізичні поля; закон збереження маси; закон збереження енергії.

Спочатку викладач демонструє динамічну модель досліду анігіляції пари протон-антипротон (рис. 2.17), ліва частина малюнка. Тут частинка та античастинка, що мають масу спокою більшу за нуль, зникають. Потім на місці взаємодії з'являються два фотона (рис. 2.17), права частина малюнка. Це дає змогу студентам уявити процес анігіляції.



Рис. 2.17. Анігіляція пари протон-антипротон

Викладач ставить перед студентами задачу з такими завданнями:

1. Записати рівняння реакції;
2. Обчислити кількість енергії, яка виділилася під час досліду.

Ядра атомів можна аналізувати не лише з погляду енергії, а й з позиції тих сил, які утримують нуклони в ядрі. Сили, які діють між ядерними частинками й зумовлюють утворення атомних ядер, мають особливий характер. Оскільки ці сили перевищують електромагнітну кулонівську силу відштовхування, яка, своєю чергою, перевищує гравітаційну силу притягання, то ці сили дістали назву сильних (ядерних) сил. Ядерні сили належать до нового типу взаємодії – сильної взаємодії.

Формування поняття взаємоперетворення частинок переходить до уяви, що елементарні частинки постійно випромінюють і поглинають інші частинки у випадку нуклонів – мезонів. Ці частинки виступають у ролі переносника взаємодій. Так π -мезон, рухаючись із швидкістю $v \approx c$ встигає за час взаємодії відійти від центра нуклона на відстань порядку 10^{-15} м, після чого знову поглинається нуклоном. Вивчення такого взаємоперетворення ми пропонуємо здійснити з використанням розробленої нами моделі мезонного перетворення ядерних сил.

Досліди з демонстрації мезонної взаємодії проводяться поетапно. Спочатку викладач демонструє модель взаємодії двох нейтронів у ядрі, які обмінюються нейтральним π -мезоном.

Дана демонстрація, є важливою у темі «Ядерна фізика» та наочно розкриває зміст мезонної теорії ядерних сил. Протон і нейтрон у ядрі обмінюються π^- піоном (рис. 2.18), який є носієм сильної взаємодії, при цьому протон випромінюючи π^- піон перетворюється у нейтрон, а нейтрон поглинувши π^- піон перетворюється у протон.

У такий віртуальний спосіб у студентів формується уявлення про мікросвіт та перетворення в ньому. В ході педагогічного експерименту встановлено, що за такого експериментального підходу якість знань студентів покращилася на 35% (табл. 3.1)).

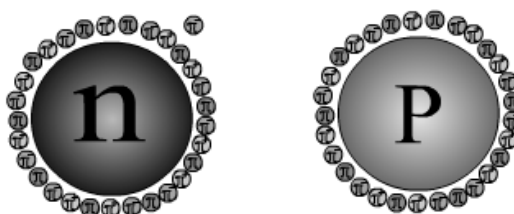


Рис. 2.18. Взаємодія нуклонів у ядрі

При розгляді теми «Ядерні реакції» вивчається поняття про синтез речовин. Ми пропонуємо спочатку здійснити аналіз реакцій синтезу речовин, які проходять на Сонці за температур 5–10 млн. К, 10–15 млн. К, 15–20 млн. К [53].

Викладач демонструє на екрані динамічну модель «Синтез речовини».

У першій частині досліду взаємодіють два протони при температурі 5–10 млн. К (рис. 2.19), які рухаються з такими великими швидкостями, що долають кулонівське відштовхування й об'єднуються, який складається із трьох частин. При цьому один із протонів зазнає бета-розпаду та перетворюється у нейтрон тому на виході ми маємо іонізований атом ізотопу водню дейтерію.

У другій частині досліду (рис. 2.19) наявний атом дейтерію взаємодіє з іще одним протоном і перетворюється на ізоотоп атома гелію з двома протонами та одним нейтроном, випромінюючи при цьому енергію у вигляді фотона.

У третій частині досліду два ізотопи гелію з одним нейтроном кожен взаємодіючи перетворюються на атом гелію з двома нейтронами та два окремих протони (рис. 2.19).

У даній демонстрації наочно показано зміст синтезу гелію (водневий цикл) при температурі 5–10 млн. К (рис. 2.19). Крім того цю демонстрацію можна використати як експериментальну задачу із такими завданнями:

1. Записати рівняння реакції $p+p \rightarrow D + e^+ + \nu_e$, $D+p \rightarrow {}^3\text{He} + \gamma$, ${}^3\text{He} + {}^3\text{He} \rightarrow {}^4\text{He} + 2p$;
2. Знайти дефект мас у реакції $D+p \rightarrow {}^3\text{He} + \gamma$;
3. Обчислити кількість енергії, яка виділилася під час взаємодії дейтерія та протона.

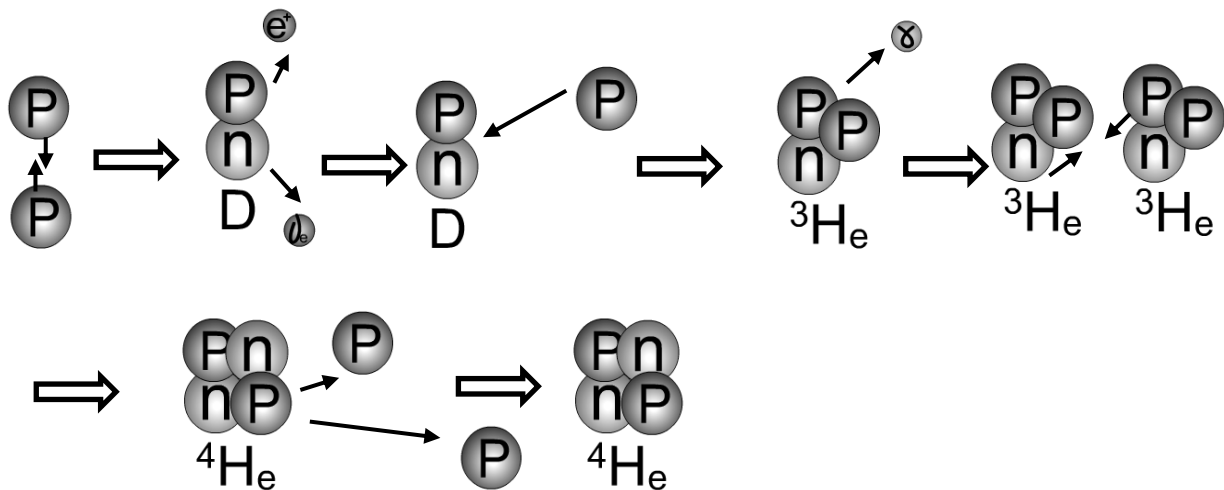


Рис. 2.19. Синтез гелію при температурі 5-10 млн. К

Важливим для розвитку у студентів уявлень про нуклонну будову атома має поняття фотоефекту. Взаємодіючи з електроном металу, фотон може обмінятися з ним енергією й імпульсом.

Ми розробили постановку досліду з дослідження закономірностей фотоефекту. Вчитель демонструє на екрані дослід «фотоефект» двічі натискаємо і одержуємо зображення динамічної моделі з автоматичним повторювальним програванням.

Дана модель є діалоговою, тобто вчитель при поясненні досліду може задавати початкові параметри а саме метал, який буде опромінений, та довжину електромагнітної хвилі, якою буде опромінюватися даний метал.

Фотоефект виникає у випадку непружного зіткнення фотона з електроном (рис. 2.20). При такому зіткненні фотон поглинається, а його енергія передається електрону. Таким чином, електрон отримує кінетичну енергію не поступово, а миттєво. Енергія поглинутого фотона може витрачатись на відрив електрона від атома в середині металу. Відірваний електрон взаємодіє з іншими атомами металу, втрачаючи свою енергію, яка буде іти на нагрівання. Електрон, який вилітає з металу, набуває максимальну кінетичну енергію тоді, коли в середині атому він був вільним і при вилітанні з атому не витрачав енергії на тепло. Тоді: $\frac{m_e v^2}{2} = h\nu - A$ [56].

Розглянемо першу частину досліду, яка полягає у моделюванні демонстрації кристалічної решітки металу з двома позиціями для введення початкових параметрів досліду: дані про матеріал (метал), використовуючи табличні дані роботи виходу електрона, дані про довжину електромагнітної хвилі, використовуючи табличні дані про довжини електромагнітного випромінювання.

Після введення початкових даних досліду вчитель демонструє результат – графічне представлення процесу опромінення фотонами металу (рис. 2.20), що забезпечує унаочнення освітнього процесу.

Важливим фактором наочності слугують математичні розрахунки енергії фотона і швидкості електрона виконані з допомогою алгоритму та комп'ютера.

Для самостійного виконання досліду «фотоефект» студентами потрібно виконати такі кроки:

1. Відкрити відповідний файл.
2. Натиснути на кнопку «пуск».

3. У вікні «робота виходу» вписати значення роботи виходу електрона з потрібного металу у вигляді десяткового дробу наприклад 4.5 для вольфраму. Примітка: замість коми у десяткових дробах необхідно ставити крапку.

4. У вікні «довжина хвилі» впишіть значення довжини хвилі в метрах, наприклад $450e-9$, де $450e-9$ програма розуміє як $450 \cdot 10^{-9}$. Примітка: для вводу значень використовувати виключно англійську розкладку клавіатури.

5. Натисніть кнопку «пуск».

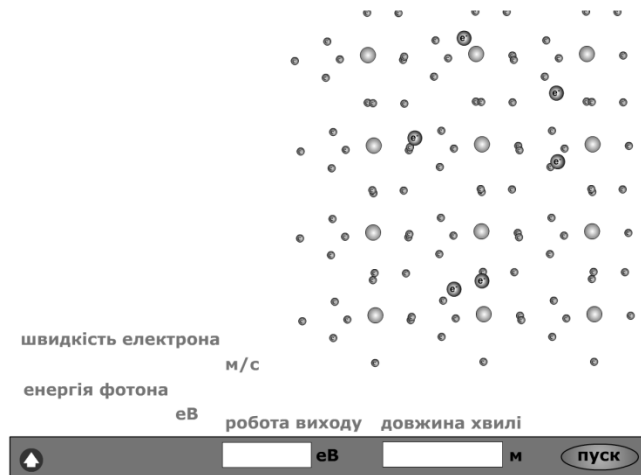


Рис. 2.20. Модель зовнішнього фотоефекту

У результаті роботи з даною моделлю процесу зовнішнього фотоефекту в студентів формується уявлення про сам процес; розширюється кругозір; формується наукова картина світу; пізнавально-інтелектуальна компетентність, як сукупність теоретичних знань, практичних умінь з постановки демонстрацій, навичок в організації експериментальної технології.

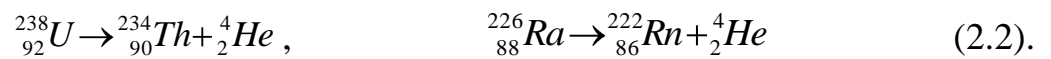
Важливим для формування наукового та матеріалістичного світогляду студентів є вивчення розпаду ядер. Ми пропонуємо розглянути моделі альфа-, бета- та гама-розпадів в ході навчання відповідної теми.

Ми сформували систему дослідів з навчання теми радіоактивний розпад. Вивчення такого розпаду ми пропонуємо з розгляду моделей складових розпаду: альфа-, бета- та гама-випромінювання.

Дослідне вивчення розпадів ядер забезпечуються розробленим нами програмним продуктом.

При радіоактивному розпаді відбуваються такі типи перетворень: α -розпад, β -розпад, електронне захоплення (K -захоплення) і ділення [80, с. 231].

Радіоактивні перетворення відбуваються тільки за умови виконання закону збереження енергії. Будь-яким змінам енергії системи відповідає пропорційна зміна її маси. Тому при радіоактивному розпаді маса материнського ядра має перевершувати масу продуктів розпаду на величину, що відповідає кінетичній енергії системи після розпаду (материнське ядро до розпаду було у спокої). У випадку α -розпаду (2.2) має виконуватись умова – правило зсуву при α -розпаді: при відокремленні α -частинки від ядра його порядковий номер (Z) зменшується на 2, а масове число (A) – на 4. Наприклад:



Час життя α -радіоактивних ядер знаходиться у межах від 10^{17} років (${}^{204}\text{Pb}$) до $3 \cdot 10^{-7}$ с (${}^{212}\text{Po}$).

Альфа-розпад (α -розпад) – це вид радіоактивного розпаду атомних ядер, при якому з ядра вивільняється α -частинка. α -частинка – ядро гелію, що складається з двох протонів та двох нейтронів (${}_2^4\text{He}$). α -випромінювання – потік α -частинок, що випромінюються при радіоактивному розпаді ядра та в результаті ядерних реакцій.

Цей вид радіоактивного розпаду історично був відкритий і досліджений першим. Тому правило зсуву (закономірність перетворення) атомних ядер при α -розпаді було сформульовано досить швидко після відкриття радіоактивності у 1903 році німецьким фізиком К. Фаянсом та англійським фізиком Ф. Содді незалежно одним від одного [81].

Вчитель демонструє на екрані дослід « α -розпад» а студенти мають можливість спостерігати зображення динамічної моделі з автоматичним повторювальним програванням.

Далі повертаємося до демонстрації, яка наочно показує зміст процесу α -розпаду (рис. 2.21). Спочатку на екрані монітора представляємо модель ядра урану 238, яка показує механізм процесу α -розпаду, коли з нього вилітає ядро гелію. Досліджуємо, що відбувається з первинним ядром з вильотом ядра гелію.

Ядро гелію перебуваючи у стані збудження зазнає гама розпад і випромінює фотон.

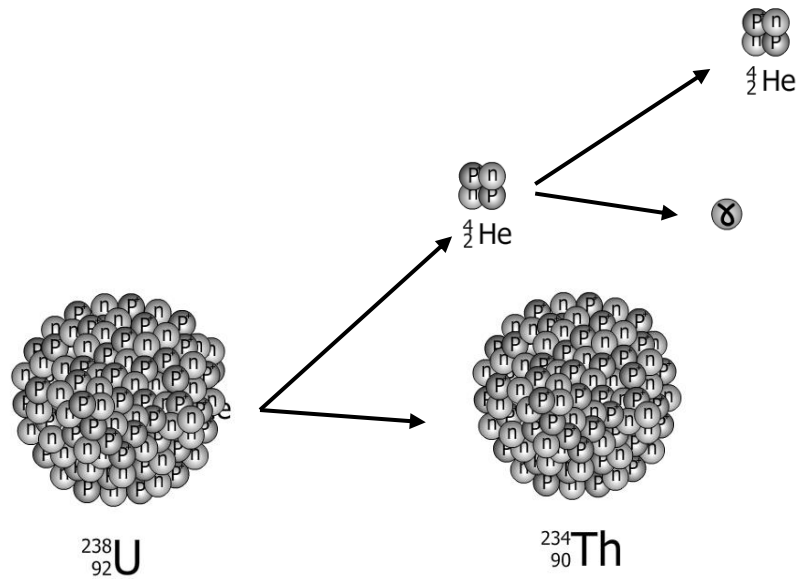


Рис. 2.21. Схема альфа-розпаду

Після дослідного вивчення поняття альфа-розпаду пропонуємо розв'язати експериментальну задачу за розробленим нами алгоритмом такими завданнями:

1. Записати рівняння реакції ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He} + \gamma$, для цього студенти вмикають комп'ютер і спостерігаючи за дослідом записують рівняння реакції альфа-розпаду.

2. Знайдіть дефект мас для реакції ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He} + \gamma$.

3. Обчислити кількість енергії, яка виділилася під час поділу ядра ${}_{92}^{238}\text{U}$.

Ми розробили систему дослідів для комп'ютерного моделювання процесу β -розпаду. Бета-розпад (β -розпад) – це вид радіоактивного перетворення атомного ядра слабкої взаємодії, при якому воно вивільняє високоенергетичний електрон (від'ємний β -розпад) або позитрон (додатній β -розпад чи електронне захоплення). Наголошуємо увагу студентів на трьох різних видах β -розпаду:

${}^M_A\text{X} \rightarrow {}^M_{A+1}\text{Y} + e^- + \bar{\nu}_e$ від'ємний β -розпад (рис. 2.22), ${}^M_A\text{X} \rightarrow {}^M_{A+1}\text{Y} + e^+ + \nu_e$

додатній β -розпад, ${}^M_A\text{P} + e^- \rightarrow {}^M_{A-1}\text{Q} + \nu_e$ електронне захоплення. При розпаді ядра кількість нуклонів у ньому не змінюється, а заряд збільшується на

одиницю. Пояснити таке можна лише тим, що у ядрі відбувається перетворення одного з нейтронів в протон з одночасним утворенням електрона та антинейтрино [80, с. 232].

У першій частині досліду представлений β -розпад на прикладі розпаду нейтрона (рис. 2.22). Нейтрон випромінює електрон і нейтрино електронне та перетворюється на протон.

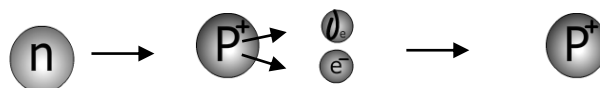


Рис. 2.22. Схема електронного бета розпаду нейтрона

Даний вид β -розпаду здійснюється з використанням розробленої нами комп'ютерної програми. Вчитель демонструє на укрaні динамічну модель « β -розпад нейтрона», студенти спостерігають моделі з автоматичним повторювальним програванням.

Теорія β -розпаду була створена Е. Фермі у 1934 році. Згідно з її положенням розрізняють β^- -розпад (електронний) та β^+ -розпад (позитронний). Електронний (β^-) розпад характерний для ізотопів з надлишковою кількістю нейтронів у порівнянні з енергетично стабільним співвідношенням протонів і нейтронів. При такій ситуації ядро намагається перейти у більш енергетично стабільний стан шляхом перетворення надлишкових нейтронів у протони, електрони та антинейтрино згідно зі схемою. Позитронний (β^+) розпад зустрічається значно рідше, переважно у штучних радіонуклідів. Його причиною є надлишок у ядрі протонів, які розпадаючись на нейтрони (рис. 2.23), позитрони та нейтрино згідно зі схемою, переводячи ядро у більш енергетично стабільний стан. Оскільки позитрони у речовині практично миттєво (за час $\leq 10^{-9}$ с) анігілюють, зустрівшись з нейтронами, на два фотони, потік позитронів як такий не існує. Отже, поняття β -частинки (β -випромінювання) можна віднести тільки до потоку високоенергетичних

електронів, які випромінюються при радіоактивному розпаді ядра та в результаті ядерних реакцій [84].

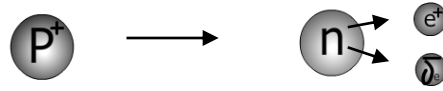
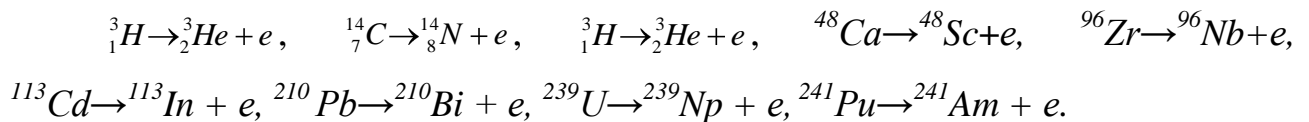


Рис. 2.23. Схема бета-розпаду протона

Даний вид бета розпаду здійснюється з використанням розробленої нами комп'ютерної програми. Вчительдемонструє на екрані комп'ютерну модель з назвою «β-розпад протона», студенти спостерігають зображення динамічної моделі з автоматичним повторювальним програванням.

Правило зсуву β⁻-розпаду вперше теж було сформульовано К. Фаянсом та Ф. Содді: при випромінюванні атомним ядром електрону в результаті перетворення надлишкового нейтрону у протон, його порядковий номер (Z) збільшується на одиницю, а масове число (A) не змінюється [80].

β-розпад зустрічається у легких, середніх і у важких радіонуклідів природного та штучного походження, наприклад:



Ми пропонуємо правило зсуву β⁺-розпаду сформулювати наступним чином: при випромінюванні атомним ядром позитрону (2.3) в результаті перетворення надлишкового протону у нейтрон, його порядковий номер (Z) зменшується на одиницю, а масове число (A) залишається незмінним:



Електронне (e-захоплення) або K-захоплення. Цей тип самовільного ядерного перетворення полягає у захопленні одним з протонів ядра електрона (2.4) одного з найближчих до ядра електронних рівнів з подальшим перетворенням пари «протон-електрон» у нейтрон і випромінюванням нейтрино (рис. 2.24).



Переважно електрон захоплюється з K -рівня, тому часто цей вид ядерного розпаду і називається K -захопленням.

Даний вид бета розпаду здійснюється з використанням розробленої нами комп'ютерної програми. Для постановки дослідів ввімкніть комп'ютер. Після його відкриття відкриваємо папку з назвою «Досліди» підводимо курсор до файлу з назвою «захоплення електрона» двічі натискаємо і одержуємо зображення динамічної моделі з автоматичним повторювальним програванням.

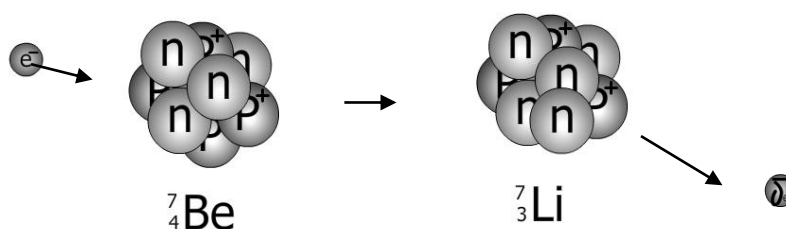


Рис. 2.24. Схема бета-захоплення

Явище e -захоплення підпорядковується усім законам радіоактивного розпаду, хоча і не створює суттєвого іонізаційного випромінювання. Правило зсуву e -захоплення можна сформулювати наступним чином: при захопленні атомним ядром електрону з подальшим перетворенням пари «протон-електрон» у нейтрон і випромінюванням нейтрино його порядковий номер (Z) зменшується на одиницю, а масове число (A) залишається незмінним.



У даній демонстрації наглядно показано зміст процесу β -розпаду (рис. 2.22, 2.23, 2.24).

У другій частині дослідів представлений β -розпад на прикладі розпаду протона (рис. 2.24). Протон випромінює позитрон і антинейтрино електронне та перетворюється на нейтрон.

У першій частині дослідів представлено β -захоплення на прикладі процесу захоплення електрону ядром атома берилій 7 (рис. 2.24). Берилій захоплює електрон та перетворюється на літій.

Крім того цю демонстрацію можна використати як експериментальну задачу із такими завданнями:

1. Записати рівняння реакції бета-розпад протона, бета-розпад нейтрона, K -захоплення використовуючи для цього динамічні моделі даних процесів з розробленого нами програмного забезпечення;

2. Знайти дефект мас реакції бета-розпад протона, бета-розпад нейтрона, K -захоплення згідно написаних у пункті 1 рівнянь;

3. Обчислити кількість енергії, яка виділилася (поглинулася) під час дослідів реакції бета-розпад протона, бета-розпад нейтрона, K -захоплення згідно визначених дефектів мас у пункті 2.

Окреслений нами підхід дозволить формувати у студентів сім ключових компетентностей: уміння вчитися, загальнокультурна, громадянська, підприємницька, соціальна, з інформаційних і комунікаційних технологій, здоров'язберігаюча.

Таким чином, сформована система фізичного експерименту здатна забезпечити супровід вивчення розділу атомна та ядерна фізика за відсутності реального експериментального та демонстраційного обладнання; змоделювати та візуалізувати процеси та явища, що вивчаються в розділі.

Таким чином, методика постановки комп'ютерного експерименту з атомної та ядерної фізики полягає у наступному:

1. В результатів аналізу психолого-педагогічної та спеціальної літератури, педагогічного досвіду виокремлюється система комп'ютерного експерименту, яка забезпечує цифровізацію навчання квантової теорії та фізики атома, ядра, елементарних частинок.

2. Здійснюється порівняння створеної системи експерименту з сучасним станом експериментального дослідження атома, ядра, елементарних частинок.

3. Підбирається система програмування, яка є доступною для викладачів і студентів педагогічних коледжів I-II рівнів акредитації.

4. Створюється програмний продукт системи комп'ютерного експерименту й апробується, вносяться корективи.

5. Рекомендується створена система комп'ютерного експерименту для практичного використання за розробленими методичними рекомендаціями.

Висновки до другого розділу

1. Аналіз закономірних змін у освітніх парадигмах навчання природознавства, технічних та суспільно-гуманітарних дисциплін дав змогу обґрунтувати тезу, що висока мотивація навчання фізики у педагогічних коледжах I-II рівня акредитації буде реальною, коли забезпечаться умови, за яких набуті знання, уміння та навички, що складають основу компетентності студентів з фізики стають безпосередньою продуктивною силою ще за навчання студентів.

2. Здійснений цілісний аналіз традиційних наборів приладів та обладнання фізичних кабінетів для виконання дослідів з атомної та ядерної фізики, атомної та ядерної фізики показав їх застарілість та обмеженість у застосуванні. В цьому зв'язку розглянуто можливості набору фізичного обладнання для виконання експерименту атомної та ядерної фізики, атомної та ядерної фізики фірми «PHYWE», «Vernier».

3. Розроблено комп'ютерні експерименти з атомної та ядерної фізики, які дозволяють формувати наступні компетентності: пізнавально-інтелектуальну, як сукупність теоретичних знань, практичних умінь з постановки демонстрацій, навичок в організації експериментальної технології, досвіду застосування знань з курсу фізики в повсякденному житті, особистісних якостей студента, що дають змогу здійснювати пошукову евристичну діяльність, самостійно здобувати нові знання; діагностичну, як вміння студента здійснювати самооцінку власних здібностей постановки дослідів та виконання лабораторних чи практичних робіт, спрямованих на підтвердження теоретичних знань з фізики; прогностичну, як вміння студента визначати напрямки своєї діяльності на кожному етапі постановки чи виконання дослідів, лабораторних чи практичних робіт, передбачити кінцевий результат; інформаційну, яка виступає головним джерелом наукової та світоглядної інформації, є важливою

складовою поглиблення знань, розширення кругозору, розвитку ерудиції, володіння практичною стороною фізичних знань, що позитивно позначається на формуванні у студентів умінь і навичок; аналітичну, як вміння аналізувати завершене виконання дослідів, лабораторних, практичних робіт; дослідницьку, що передбачає вміння спостерігати й аналізувати кожен підготовчий та наступні етапи досліду, висувати гіпотези, для вирішення кожного етапу експериментальної діяльності, аналізувати інформаційні джерела, оволодіння науковим мисленням.

4. Результати впровадження компетентнісного підходу до реалізації розробленого нами методичного забезпечення [51] постановки дослідницької експериментальної діяльності студентів педагогічних коледжів I-II рівня акредитації з метою розвитку їх мотивації до навчання, активізації пізнавальної діяльності в ході педагогічного експерименту показали високу їх ефективність.

Основні наукові положення розділу викладено в опублікованих працях [50; 51; 52; 53; 54].

Список використаних джерел до другого розділу

1. Атаманчук П. С., Самойленко П. И. Дидактика физики (основные аспекты): монографія. Москва: Московский гос. ун-т технологий и управления, РИО, 2006. 245 с.

2. Атаманчук П. С. Інноваційні технології управління навчанням фізики. Кам'янець-Подільський: Вид. Кам'янець-Подільський держ. ун-т, 1999. 174 с.

3. Багрій В. Н. Критерії та рівні сформованості професійних умінь майбутніх соціальних педагогів. *Зб. наукових праць Хмельницького інституту соціальних технологій Університету «Україна»*. 2012. № 6. С. 10–14.

4. Безсонюк О. О., Лукін В. Є. Нові інформаційні технології навчання як засіб активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. (Київ-Вінниця). 2004. Вип. 5. С. 394–397.

5. Бендес Ю. П. Використання потенціалу інформаційних технологій у процесі викладання фізики в середній школі. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. 2017. Вип. 11, Ч. 3. С. 44–47.

6. Бугаев А. И. Изучение атомной и ядерной физики в школе: пособие для учителей. Киев: Рад. школа 1982. 158 с.

7. Будний Б. Є. Формування фундаментальних фізичних понять (теоретичні основи). Київ: ВТОВ «А.С.К.», 1996. 128 с.

8. Варій М. Й. Загальна психологія: підруч. для студ. вищ. навч. закл. Київ: Центр учбової літератури, 2009. 1007 с.

9. Величко С. П., Костенко Л. Д. Вивчення основ квантової фізики : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2002. 274 с.

10. Головань М. С. Компетенція та компетентність: порівняльний аналіз понять *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології: зб. наук. пр.* (СДУ ім. А. С. Макаренка). 2011. № 8 (18). С. 224–234.

11. Гончаренко С. У., Розенберг М. Й. Методика навчання фізики в середній школі: Коливання і хвилі. Оптика. Теорія відносності. Фізика атомного ядра: посіб. для вчителів. Київ: Рад. шк., 1974. 229 с.

12. Демкова В. О., Хомяковський Ю. Л. Класифікація засобів навчання фізики у вищій школі. *Фізико-математична освіта*. 2018. Вип. 1 (15). С. 187–190.

13. Демонстраційний експеримент з фізики: навч. посіб. / М.І. Шут, В. Ю. Биков, О. М. Кучменко, І. І. Адаменко; Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова, Ін-т засобів навчання АПН України. Київ: 2003. 234 с.

14. Державний стандарт початкової освіти / Постанова КМУ від 24 липня 2019 р. № 688. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-%D0%BF#Text> (дата звернення 02.03.2020).

15. Дробін А. А. Формування фізичних понять у школярів на основі статистичного та імовірнісного підходів: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 /

КДПУ ім. В. Винниченка. Кіровоград, 2012. 325 с.

16. Дудик М. В. Комп'ютерне моделювання фундаментальних дослідів з атомної фізики для лабораторного практикуму. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини*. Умань, 2009. Ч. 1. С. 74–80.

17. Єчкало Ю. В. Теплицький І. О. Комп'ютерне моделювання досліду Резерфорда в середовищі електронних таблиць. *Сучасні технології в науці та освіті*. Кривий Ріг, 2003. Т. 2. С. 56–59.

18. Жалдак М. І., Набочук Ю.К., Сеамещук І. Л. Комп'ютер на уроках фізики: посібник для вчителів. Костопіль: РВП «РОСА», 2005. 228 с.

19. Желюк О. Засоби НІТ у навчальному фізичному експерименті. *Фізика та астрономія в школі*. 2001. № 9. С. 5–7.

20. Жук Ю.О. Проблеми формування навчального середовища сучасної школи. *Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., зб. тез доп.* Київ, 2007. С. 71–77.

21. Закон України «Про освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> (дата звернення 11.10.2020).

22. Закон України «Про загальну середню освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/651-14> (дата звернення 02.06.2020).

23. Закон України «Про вищу освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> (дата звернення 08.06.2020).

24. Калапуша Л.Р. Моделювання у вивченні фізики. Київ: Рад. Шк., 1982 С. 43–78.

25. Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання фізики в школі: посібник / Ю. О. Жук та ін. Київ: Педагогічна думка, 2011. 152 с.

26. Кочарян А. Б. Творчий підхід до використання ІКТ в навчальній діяльності. *Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах*. 2013. № 3 (45). С. 74–79.

27. Krenunskyi B. Correlation between teaching methods and pedagogical technologies and their combination with information and communication technologies in physics education. *Problem space of modern society: philosophical-*

communicative and pedagogical interpretations: collective monograph. Part I. Warsaw: BMT Erida Sp. z o.o, 2019. P. 546–561.

28. Кудрявцев П. С. Курс истории физики: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по физ. спец. изд. 2, испр. и доп. Москва: Просвещение, 1982. 448 с.

29. Кунденко М. П., Прудка О. А., Шинкаренко І. М. Оцінка впливу інфрачервоного випромінювання на біологічні об'єкти. *Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК*. Х., 2016. № 1 (4). С. 59–61.

30. Кучай О. В. Компетенція і компетентність – відображення цілісності та інтеграційної суті результату освіти. *Рідна школа*. Київ: 2009. № 11. С. 44–48.

31. Кучерук І. М., Горбачук І. Т. Загальний курс фізики: у 3 т. Вид. 2-ге випр. / за ред. І. М. Кучерука. Київ: Техніка, 2006. Т. 3: Оптика. Квантова фізика. 518 с.

32. Лазарчук В. В. Тищук В. І. Роль і місце демонстрації фундаментальних фізичних дослідів у поглибленому навчанні фізики. *Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету*. Рівне, 2006. Вип. 9. *Теорія та методика вивчення природничо-математичних і технічних дисциплін*. С. 77–82.

33. Лазаренко Д. С. Методика навчання механіки в профільній школі. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / КДПУ ім. В. Винниченка. Кіровоград, 2015. 310 с.

34. Ландсберг Г. С. Оптика: учеб. пособие для вузов. Изд. 6-е стереот. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2003. 848 с.

35. 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.

36. Мартинюк М. Т. Науково-методичні засади навчання фізики в основній школі: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Нац. пед. ун-т імені М. П. Драгоманова. Київ 1999. 486 с.

37. Нова українська школа: порадник для вчителя / Під заг. ред. Бібік Н. М. Київ: ТОВ «Видавничий дім «Плеяди», 2017. 206 с.

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

39. О работе вырывания электронов из металлов / Д. И. Блохинцев, и др. *Журн. эксперимент. и теорет. физика*. 1933. Т. 3, вып. 1. С. 31–33.

40. Остапчук С. А., Садовий М. І. До проблеми використання платформи Arduino у вивченні робототехніки. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. Кропивницький, 2018. Вип. 168. С. 178–181.

41. Пиаже Ж. Избранные психологические труды. Психология интеллекта. Логика и психология. Москва: Международная педагогическая академия, 1994. 680 с.

42. Подопригора Н. В. Методична система навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук : 13.00.04; 13.00.02 / НПУ ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2016. 44 с.

43. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти / Постанова КМУ від 23 листопада 2011 р. № 1392. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898> (дата звернення 12.06.2020).

44. Про затвердження Концепції розвитку педагогічної освіти / Наказ МОНУ від 16 липня 2018 р. № 776. URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-konceptsiyi-rozvitku-pedagogichnoyi-osviti> (дата звернення: 07.01.2019).

45. Про затвердження типової освітньої програми закладів загальної середньої освіти III ступеня / Наказ МОН від 20 квітня 2018 р. № 408. URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-tipovoyi-osvitnoyi-programi-zakladiv-zagalnoyi-serednoyi-osviti-iii-stupenya-408> (дата звернення: 12.10.2018)

46. Про затвердження типової освітньої програми профільної середньої освіти закладів освіти, що здійснюють підготовку молодших спеціалістів на основі базової загальної середньої освіти / Наказ МОН від 01 червня 2018 р. № 570. URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-tipovoyi-osvitnoyi->

programi-profilnoyi-serednoyi-osviti-zakladiv-osviti-sho-zdijsnyuyut-pidgotovku-molodshih-specialistiv-na-osnovi-bazovoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti (дата звернення: 15.10.2018)

47. Про надання грифу МОН навчальним програмам з фізики і астрономії для учнів 10-11 класів та польської мови для учнів 5-9 та 10-11 класів закладів загальної середньої освіти / Наказ МОН України від 24 листопада 2017 р № 1539. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/MUS29181> (дата звернення: 12.10.2018)

48. Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» / Президент України; Указ від 25 червня 2013 р. № 344/2013. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/344/2013> (дата звернення: 11.09.2018).

49. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року / Розпорядження КМУ від 14 грудня 2016 р. № 988. URL: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/54258/ (дата звернення: 13.12.2018).

50. Руденко Є. В., Садовий М. І. Активізація пізнавального інтересу учнів при навчанні квантової фізики з використанням історичного матеріалу. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. 2017. Вип. 11; Ч. 4. С. 90–93.

51. Руденко Є.В. Методичні рекомендації з навчання атомної та ядерної фізики в педагогічних коледжах / За ред. М.І. Садового Кропивницький, 2018. 120 с.

52. Садовий М. І., Руденко Є.В. Використання мультимедійних технологій у фізичному експерименті з ядерної фізики. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2007. Вип. 72; Ч. 1. С. 279–285.

53. Садовий М. І., Руденко Є.В. Новітні інформаційні технології на сучасному уроці фізики. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету*. 2012. Вип. 99. С. 111–113.

54. Садовий М.І., Руденко Є.В. Застосування прикладного програмного забезпечення на позакласних заняттях із фізики у педагогічних навчальних

зкладах I-II рівня акредитації. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. 2016. Вип. 9; Ч. 3. С. 172–175.

55. Савченко В. Ф. Методика навчання фізики у старшій школі: навч. посібник. Київ: Академія, 2011. 294 с.

56. Садовий М. І. Становлення та розвиток фундаментальних ідей дискретності та неперервності у курсі фізики середньої школи. Кіровоград: Прінт-Імідж, 2001. 396 с.

57. Садовий М.І., Трифонова О.М. Сучасна фізична картина світу: навч. посібн. для студ. пед. вищ. навч. закл. Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2016. 180 с.

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

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

60. Слободяник О.В. Комп'ютерні симуляції при вивченні атомної фізики у закладах загальної середньої освіти. *Наукові записки. Серія: педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. Вип.179. С. 146–151.

61. Словник термінів з філософії. URL: <http://philosophysss.blogspot.com/p/blog-page.html> (дата звернення: 08.15.2018).

62. Слюсаренко В.В. Методика формування експериментальних компетентностей – старшокласників з використанням вимірювального комплексу на уроках фізики: дис. ... к-та пед. наук: 13.00.02 / КДПУ ім. В. Винниченка. Кіровоград 2015. 272 с.

63. Смутьсон М.Л. Проектування дистанційних середовищ саморозвитку в умовах новітніх комп'ютерних технологій. Актуальні проблеми психології. *Психологічна теорія і технологія навчання: зб.наук.пр.* Ін-т психол. ім. Г.С. Костюка НАПН України. Київ, 2010. Вип. 7, Т. 8. С. 215–225

64. Сосницька Н. Л. Удосконалення навчального експерименту з хвильової оптики засобами нових інформаційних технологій: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Бердянський держ. педагогічний ін-т ім. П. Д. Осипенко Бердянськ, 1998. 181 с.

65. Сосницька Н. Л. Формування і розвиток змісту шкільної фізичної освіти в Україні (історико-методологічний контекст) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук: 13.00.02 Київ, 2008. 40 с.

66. Сосницька Н. Л. Дидактичні вимоги до створення програмно-методичного забезпечення з фізики. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. 2005. Вип. № 60. Ч. 2. С. 217–222.

67. Стадніченко С. М. Методика вивчення молекулярної фізики на основі особистісно-орієнтованої технології в умовах профільного навчання : дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / КДПУ ім. В. Винниченка. Кіровоград, 2007. 213 с.

68. Статистичні дані. URL: <http://testportal.gov.ua/stat/> (дата звернення: 02.25.2018).

69. Степанова В. А. Физика. Оптика. Атомная и ядерная физика. *Национальный исследовательский технологический университет МИСиС, Москва*, 2010. С. 21–37

70. Сухомлинський В.О. Вибрані твори: в 5-ти томах. Київ: Радянська школа, 1976. Т. 2. 670 с.

71. Теория и методика обучения физике: учеб. пособие /за ред. Самойленко П. И. Москва: Дрофа, 2010. 332 с

72. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / С. Е. Каменецкий, Н. С. Пурьшева, Н. Е. Вازهевская и др.; под ред. С. Е. Каменецкого, Н. С. Пурьшевой. Москва: Академия, 2000. 368 с.

73. Теорія і методика професійної освіти навч. посіб. / за ред. З. Н. Курлянд. Київ: Знання, 2012. 390 с.

74. Технології (профільний рівень). Програма для 10–11-х класів ЗНЗ
URL: <https://osvita.ua/school/program/program-10-11/58970/> (дата звернення: 17.04.2018).

75. Трифонова О. М. Взаємозв'язки принципів науковості та наочності в умовах кредитно-модульної системи навчання квантової фізики студентів вищих навчальних закладів: дис. ... к-та пед. наук: 13.00.02 / КДПУ ім. В. Винниченка. Кіровоград, 2009. Т. 1. 216 с.; Т. 2: Додатки. 301 с.

76. Український педагогічний словник / С.У. Гончаренко та ін. Київ: Либідь, 1997. 374 с.

77. Фізика. Навчальна програма для вищих навчальних закладів I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку молодших спеціалістів на основі базової загальної середньої освіти (авторський колектив під керівництвом Головка М. В.). URL: <https://vzvo.gov.ua/navchalni-prohramy> (дата звернення: 27.09.2016).

78. Фізика. 10–11 класи. Навчальна програма. Рівень стандарту. Профільний рівень (автор. кол. під кер. Локтева В. М.). URL: <https://base.kristti.com.ua/?p=6180> (дата звернення 20.09.2019).

79. Фізика і астрономія. 10–11 класи. Навчальна програма. Рівень стандарту. Профільний рівень (автор. кол. під кер. Ляшенка О. І.). URL: <https://osvita.ua/school/program/program-10-11/58913/> (дата звернення 20.09.2019).

80. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 11 кл. закл. загал. серед. освіти / за ред. Бар'яхтара В. Г., Довгого С. О. Харків: Ранок, 2019. 272 с.

81. Фізика і астрономія (рівень стандарту, за навч. програмою авт. кол. під керівництвом Ляшенка О. І.): підручник для 11-го кл. закл. заг. серед. освіти / В. Д. Сиротюк та ін. Київ: Генеза, 2019. 368 с.

82. Фізика: підруч. для 11 кл. серед, загальноосв. шк. /за ред. С. У. Гончаренко Київ: Освіта, 2002. 319 с.

83. Фізика: 11 кл. : підручник для загальноосвіт. навч. закл. : рівень стандарту / Є. В. Коршак та ін. Київ: Генеза, 2011. 256 с.

84. Фізика: підручник для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл.: (академічний рівень, профільний рівень) / Т. М. Засекіна та ін. Харків: Сиція, 2011. 336 с.

85. Філософський енциклопедичний словник: енциклопедія / НАН України, Ін-т філософії ім. Г. С. Сковороди; голов. ред. Шинкарук В. І. Київ: Абрис, 2002. 742 с.

86. Фіцула М. М. Педагогіка: навчальний посібник для студентів вищих педагогічних закладів освіти. Київ: Академія, 2002. 528 с.

87. Хомутенко М. В. Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі: дис. ... к-та пед. наук : 13.00.02 / ЦДПУ ім. В. Винниченка. Кропивницький 2018. 397 с.

88. Цодікова С. О. Використання персонального комп'ютера на уроках фізики URL: <http://klasnaocinka.com.ua/uk/article/zastosuvannya--kompjuternikh-tekhnologii--na-uroka.html> (дата звернення: 19.08.2018).

89. Шарко В. Д. Методологічні засади сучасного уроку: посібн. для вчителів і студ. Херсон : Вид-во ХНТУ, 2010. 120 с.

90. Шут М. І. Авторський підручник як інноваційна методична система навчання фізики у 7 класі. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини*. 2015. Вип. 2 (2). С. 487–493.

91. Юрченко А. О. Формування інформаційно-комунікативних компетентностей майбутніх вчителів фізики засобами електронних інтернет-технологій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня: к-та пед. наук : 13.00.02. Суми, 2018. 22 с.

92. PHYWE laboratory experiments physics. Göttingen: Systeme GmbH & Co.KG, 2010 p. 308 с.

РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

3.1. Організація педагогічного експерименту

З метою перевірки Концепції (див. п. 2.2) та принципів (див. п. 1.1) професійно спрямованого інтегративного навчання атомної та ядерної фізики в системі галузей початкової освіти на основі суб'єкт-суб'єктного підходу, методичної системи навчання студентів педагогічних коледжів із використанням принципів цифрової трансформації до формування фізичного експерименту, технології проектування професійно спрямованого навчання фізики в системі галузей початкової освіти проведено педагогічний експеримент та експертна оцінка змістової складової освітнього процесу педагогічних коледжів на предмет професійної спрямованості навчання фізики в системі компетентностей галузей знань визначених Стандартом початкової освіти.

У педагогічному експерименті передбачалося дослідити рівень навчальних досягнень студентів педагогічних коледжів I-II рівня акредитації, якість засвоєння знань, умінь та навичок із атомної та ядерної фізики, розуміння сучасної фізичної картини світу та з'ясувати шляхи їхнього поліпшення за умови впровадження інтегративного підходу формування змісту початкової освіти в педагогічних коледжах, оцифрованих комп'ютерних моделей фізичних явищ і процесів.

Педагогічний експеримент носив психолого-педагогічний характер і складався з констатуючого, формуючого та експериментального етапів і проводився впродовж 20015–2019 років.

У ході експерименту виконувалися наступні завдання: аналізувалися сучасні концепції і перспективи підвищення рівня навчальних досягнень та формування у студентів педагогічних коледжів наукового світогляду на основі формування в них предметної компетентності з фізики; проводився порівняльний аналіз експериментальної бази на предмет відповідності;

досліджувалися нормативні документи на предмет визначення професійної спрямованості навчання фізики в системі компетентностей галузей знань визначених Стандартом початкової освіти; перевірялися теоретико-методологічні засади навчання атомної та ядерної фізики в педагогічних коледжах в умовах професійно спрямованого навчання природничих наук; з'ясовувалися критерії, показники та рівні сформованості предметної компетентності студентів педагогічних коледжів в умовах використання комп'ютерного та віртуального експерименту з атомної та ядерної фізики; перевірялася ефективність методичної системи навчання атомної та ядерної фізики (див. п. 2.3) з використанням інноваційних технологій навчання.

У частині удосконалення фізичного експерименту:

1. Здійснювалася перевірка доцільності створення та застосування комп'ютерних програм моделей фізичних явищ і процесів з атомної та ядерної фізики.

2. Визначалася результативність реалізації у педагогічній практиці методичних рекомендацій [22] з проведення комп'ютерного демонстраційного експерименту з атомної та ядерної фізики для педагогічних коледжів I-II рівня акредитації.

3. З'ясувалися наявна база комп'ютерних програм моделей фізичних явищ і процесів з атомної та ядерної фізики та стан їх використання з метою формування особистісних якостей проблемного бачення професійної спрямованості. Визначалася ефективність таких програм на формування повноти та міцності засвоєння знань умінь та навичок.

У ході проведення педагогічного експерименту також досліджувалися: шляхи підвищення мотивації студентів, відповідність змісту освіти студентів педагогічних коледжів наочності та науковості під час вивчення фізики на прикладі розділу «Атомна та ядерна фізика» у педагогічних коледжах; ефективність використання розроблених нами комп'ютерних демонстрацій та експериментів в експериментальних та контрольних групах за час проходження етапів дослідження.

Перший констатууючий етап експерименту (2015–2017 рр.) полягав у ґрунтовному аналізі Стандарту початкової освіти педагогічних коледжів, навчальних планів, програм [11; 36; 37; 38], наукової, методичної, педагогічної та психологічної літератури [3; 10], підручників з атомної та ядерної фізики, а також фізики елементарних частинок [8; 13; 33; 39]; проводилося спостереження за освітнім процесом; вивчався досвід учителів фізики.

Досліджено структуру навчального матеріалу розділу «Атомна і ядерна фізика» (додаток Л). У підручниках [8; 13; 33; 39] у даному розділі виділено 77 елементів знань з розглянутого розділу (додаток В).

Метою першого етапу дослідження передбачалося дослідити структуру та зміст навчального матеріалу визначеного програмою, а також можливостей комп'ютерного моделювання для візуалізації процесів та явищ, що вивчаються у розділі «Атомна та ядерна фізика».

Об'єм вибірки визначався за методикою П. М. Воловика, за формулою:

$$n = \frac{t^2 pq}{\varepsilon^2} \quad (3.1)$$

де n – об'єм вибірки, t – коефіцієнт Стюдента, p і q – ймовірність правильних і неправильних відповідей, ε – гранично допустима похибка. Ми задали гранично допустиму похибку $\varepsilon = 0,05$, що дає можливість мати ймовірність чи рівень достовірності $P = 0,95$. Тоді за таблицями $t = 1,96$. За таких умов $p = q = 0,5$ і n буде завищеним, але надійним і рівним 384 відповідям [5, с. 118–120].

Спостереження, контрольні роботи, анкетування, співбесіди, тестування проводились у 32 академічних групах і охоплювали 754 студента та 11 викладачів фізики. Вивчення знань здійснювалось на основі поелементного аналізу. Здійснювалося вивчення й аналіз законодавчої та нормативної бази [11].

У процесі вивчення розділу «Атомна та ядерна фізика» студенти ознайомлювались з програмами, змістом і методичним забезпеченням вивчення атомної та ядерної фізики керуючись розробленими нами методичними рекомендаціями [22] з проведення комп'ютерного демонстраційного експерименту з атомної та ядерної фізики [22].

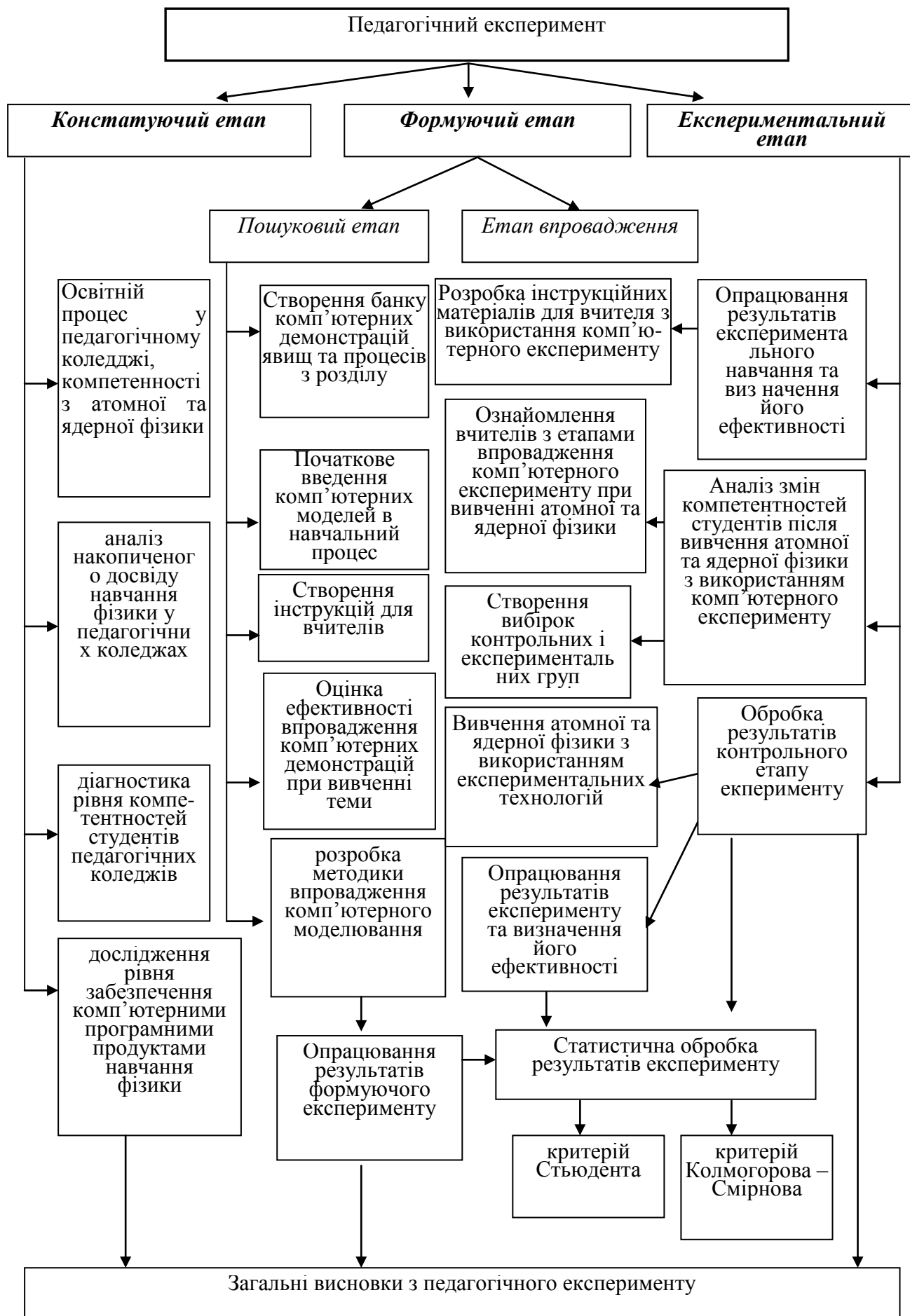


Рис. 3.1. Організація педагогічного експерименту

Для впровадження навчального експерименту попередньо були вироблені умови його здійснення. При цьому ми керувалися такими вимогами: 1) відбір до участі в проведенні експериментального навчання викладачі зі стажем практичної роботи в закладах освіти не менше 5-х років; 2) участь викладачів у педагогічному експерименті як на етапі констатуючого, так і на етапі формуючого педагогічного експерименту за розробленими нами методичними матеріалами.

У педагогічних коледжах, де проводився педагогічний експеримент були виділені експериментальні та контрольні групи студентів. Експериментальні та контрольні групи вибиралися так, щоб успішність на початку експерименту в них була приблизно рівною. Педагогічний експеримент проводився в експериментальних і контрольних групах одночасно.

Різниця в навчанні контрольних та експериментальних груп полягала в тому, що організація освітнього процесу в контрольних групах здійснювалася за традиційною методикою, а в експериментальних – навчання проводилося за розробленою нами вдосконаленою професійно спрямованню інтегративною методикою навчання студентів, де використовується комп'ютерний демонстраційний експеримент з атомної та ядерної фізики [27; 28; 29]. Тут був визначений єдиний критерій до визначення рівня знань і вмінь контрольних зрізів.

Під час проведення експериментальної роботи використовувалися такі методи: спостереження, співбесіди; анкетування та інтерв'ювання; аналіз робочих програм, індивідуальних планів викладачів; спостереження за освітнім процесом та аналіз методики навчання під час відвідування занять; контрольні роботи, тестування; експертне оцінювання.

Запитання для співбесід складались з урахуванням вимог до знань, умінь та навичок студентів згідно навчальних програм [36; 37; 38].

У ході дослідження освітнього процесу аналізувалися, робочі програми викладачів, складені відповідно до вимог навчальної програми, особливості організації та проведення самостійної роботи студентів, організація та

виконання експериментальних завдань, рівень інтересу студентів до експериментувань, оцінка правильності, повноти, усвідомленості результатів експерименту.

Під час складання анкет на базі виділених 77 понять (додаток В) забезпечувалися основні вимоги до їх змісту, зокрема для підвищення надійності й достовірності опитування, до анкети включалося не одне запитання, а група запитань, спрямованих на виявлення думки з приводу певного припущення.

Інтерв'ювання використовувалось як для уточнення результатів анкетування, так і для збирання запланованої від анкетування інформації.

Для перевірки психолого-педагогічної готовності студентів до навчальної діяльності з розділу «Атомна та ядерна фізика» за розробленою нами методикою ми використовували компоненти: цільовий, стимулювально-мотиваційний, змістово-когнітивний, операційно-діяльнісний, контрольньо-регулятивним й оцінювально-результативний (див. п. 1.1).

Критеріями сформованості рівня підготовки студентів слугували результати виконання завдань за визначеною програмою контролю, яка полягала у визначенні знань студентів та рівнем їхніх досягнень.

Передбачалось засобами системного підходу та структурно-логічного аналізу з'ясувати рівень знань студентів з атомної та ядерної фізики та визначити якість засвоєння їх студентами. Нами було виділено 77 елементів знань, які є основою для вивчення атомної та ядерної фізики в педагогічних коледжах, а також потребують науково-методичного та психолого-педагогічного аналізу для визначення можливостей комп'ютерного моделювання процесів і явищ атомної та ядерної фізики. На їхній базі створені тексти контрольних робіт, анкет, запитання для бесід, тестів а також комплекс комп'ютерних моделей процесів та явищ [22] з розділу «Атомна та ядерна фізика». Як елементи знань були розглянуті квантові поняття, явища, закономірності мікросвіту та зв'язки між ними.

На основі наукових досліджень [19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26] здійснено відбір критеріїв оцінювання навчальних досягнень студентів, які покладені в основу педагогічного експерименту. Основними критеріями рівнів сформованості навчальних досягнень в навчальній програмі з фізики [37] є: початковий, достатній, середній, високий. Такі ж рівні ми використали при оцінюванні навчальних досягнень студентів.

Під час **констатуючого** експерименту:

– були досліджені законодавчі та нормативні документи, побудована спрощена структурно-логічна схема навчального матеріалу розділу «Атомна та ядерна фізика»: будова атома, будова ядра, фізики високих енергій підручників та навчальних посібників, що наведено в додатку В. Визначено зміст 77 понять, явищ, закономірностей атомної та ядерної фізики та зв'язків між ними;

– здійснено аналіз відповідності структури знань студентів структурі навчального матеріалу посібників розділу «Атомна та ядерна фізика» курсу фізики, текстам лекцій викладацького складу, що були залучені до педагогічного експерименту [38; 39]. Визначено, що за структурою і змістом знання студентів відповідають структурі і змісту підручників та посібників розділу «Атомна та ядерна фізика» курсу фізики;

– визначено технологію визначення об'єму вибірки педагогічного експерименту.

За результатами констатуючого експерименту (додаток В) здійснено якісний та кількісний аналіз результатів. Встановлено, що знання:

– фотоефекту засвоюються студентами на рівні 20–30 % (виключенням є поняття фотоелементи – 59,69 %);

– понять фотон 30,54 %, маса фотона – 36,39 %, постулати Бора – 32,67 %, нейтрон – 30,71 %, протон – 32,67 %;

– коефіцієнту засвоєння поняття ефекту Комптона – 22,48 %, імпульсу фотона – 28,17 %, властивостей електрона – 26,45 %, люмінесценції – 26,22 %, моделі атома Резерфорда – 24,34 %, невизначеності Гейзенберга – 22,47 %, сильної взаємодії – 27,53 %;

– корпускулярно-хвильового дуалізму складає 19,23 %, формули Бальмера – 19,73 %, поглинання та випромінювання світла – 17,18 %, ядерних сил – 20,15 %, енергетичного виходу ядерних реакцій – 20,54 %, ланцюгових реакцій – 20,60 %, поглинаючих доз випромінювання – 20,56 %, субатомних частинок – 20,55 %, антинейтрино – 19,64 %;

– знань з оптичних приладів складають коефіцієнт засвоєння 30–40 %, приладів з визначення радіоактивності, ядерних реакцій складає – 30,56 %;

– поняття сталих Планка, Стефана-Больцмана, частоти, лазерів, атома, люмінофорів, радіоактивного розпаду студенти знають дещо краще (40–50 %);

– поняття пов'язаних із радіоактивністю мають коефіцієнт засвоєння 22,73 % – 32,17 %;

– група понять з ядерної будови кварки, баріони, мезони, нейтрино, піони мають коефіцієнт засвоєння від 15,61 % до 19,31 %.

В цілому знання студентів з атомної та ядерної фізики має амплітудний розхил від 15 до 55 %, що свідчить про наявність проблем у навчанні студентів понять досліджуваного розділу.

Таким чином, з'ясовано, що по завершенню вивчення розділу «Атомна та ядерна фізика» у свідомості студентів не виникає чітких уявлень про процеси та явища, майже не встановлюються зв'язки між поняттями атомної та ядерної фізики. Студенти засвоюють матеріал в основному на якісному рівні формального запам'ятовування. Зокрема, це стосується навчання ключових понять корпускулярно-хвильовий дуалізм, невизначеності Гейзенберга, принцип відповідності, єдності Всесвіту. Найбільш слабо засвоюються причинно-наслідкові зв'язки, що покладені в основу вказаних понять. 65% студентів, що були залучені до констатуючого експерименту, не виявляли чіткого уявлення про сутність постановки фундаментальних дослідів та їх результатів для з'ясування змісту понять, явищ, процесів атомної та ядерної фізики.

На основі структурно-логічного аналізу понять навчальних програм (див. рис. 2.3, 2.4) з досліджуваного розділу (див. п. 2.3) виділили недоліки у методиці визначених понять (див. п. 2.3). До них відносяться:

1. Навчання явищ природи природничих загальноосвітніх навчальних дисциплін та фізики проводиться відокремлено між собою. Не враховується професійна спрямованість засобами галузей наук природничої освіти.

2. У структурі та змісті навчального матеріалу з розділу «Атомна та ядерна фізика» (додаток Л) не прослідковується логіка розкриття відповідної теорії та концентрації навколо неї фізичних понять (додаток В). Теорії відводиться другорядна роль, що не відповідає принципу їх генералізації.

3. Виходячи з досліджень О. М. Трифонової [35], М. В. Хомуценка [40] навчальний матеріал розділу «Атомна та ядерна фізика» в основному враховує наукові досягнення 50–70-х років минулого століття, не в повній мірі орієнтований на логіку пізнавальної діяльності студентів та активізацію їх розумової діяльності.

4. Є недосконалим модельний експеримент явищ атомної та ядерної фізики (див. п. 2.4).

Розробка методичних завдань організації та проведення констатуючого експерименту базувалась на розумінні ефективності використання комп'ютерного експерименту та забезпечення реалізації дидактичних принципів науковості та наочності.

Констатуючий етап передбачав і виділення елементів знань з атомної та ядерної фізики для навчання студентів згідно діючих програм [37; 38].

На **формуючому** етапі педагогічного експерименту здійснювалось вивчення можливості застосування формування інтегративного підходу до формування компетентностей з фізики у галузях знань початкової освіти, розробки методичних рекомендацій для проведення експериментальної перевірки професійно-орієнтованої методики навчання атомної та ядерної фізики засобами цифровізації комп'ютерних моделей з розділу. Впровадження нових знань у зміст теоретичних основ і відповідного навчального експерименту здійснювалося за

такими основними напрямками:

- організація експериментально-дослідницького навчання з учасниками педагогічного експерименту;

- визначення структурних і змістових одиниць навчального матеріалу та формування методики їхнього навчання, визначення рівня сформованості в студентів знань і експериментальних вмінь;

- аналіз результатів апробації методичних рекомендацій [22] для викладачів у навчальній діяльності студентів під час проведення занять із використанням комп'ютерного демонстраційного експерименту з атомної та ядерної фізики;

- аналіз відповідності розробленої нами професійно-спрямованої методики навчання атомної та ядерної фізики дидактичним принципам науковості та наочності у педагогічних коледжах I-II рівня акредитації.

Головною особливістю обраної організації педагогічного експерименту полягає у тому, що запропоновано удосконалений варіант методики навчання суб'єктів навчання атомної та ядерної фізики засобами системи натурного та модельного фізичного експерименту, впровадження визначених нових компонентів знань, з'ясування обставин, які впливають на підвищення цікавості до предмету та визначення параметрів оцінки такого впливу. У зв'язку з цим виконувалися наступні завдання:

- проводилася діагностична робота з метою виявлення рівня знань студентів з розділу «Атомна та ядерна фізика» та уточнювалися суперечливі моменти;

- виявлялися рівні розвитку предметної компетентності та світоглядних якостей студентів в умовах застосування запропонованих нами програмних засобів для експериментів, поєднання їх з визначеним програмою обсягом змісту розділу;

- обґрунтовувалася система створення оцифрованого комп'ютерного експерименту з розділу «Атомна та ядерна фізика»;

- визначалися статистичні показники, якими оцінювалася

ефективність використання комп'ютерного експерименту з розділу «Атомна та ядерна фізика», якими забезпечувався належний рівень відповідності їх вимогам дидактичних принципів науковості та наочності;

– корегувалися критерії і засоби перевірки сформованості належного рівня теоретичних знань і експериментальних вмінь при вивченні розділу.

На завершальній стадії експериментального етапу було вироблено інтегративний підхід до формування компетентностей з фізики в освітніх галузях початкової освіти. Вироблявся механізм обробки експериментальної й експертної оцінки результатів проведеного педагогічного експерименту:

1. Уточнялася відповідність результатів педагогічного експерименту принципам науковості, доступності та наочності при навчанні атомної та ядерної фізики.

2. Визначалася методика статистичної ефективності розробленого варіанту професійно-спрямованої методики навчання фізики атома та ядра з використанням комп'ютерного демонстраційного експерименту з атомної та ядерної фізики.

3. Оцінювалася ефективність структури та змісту фізичного модельного експерименту та визначалися перспективи його розвитку.

В експериментальних групах навчалися 378 студентів із 16 груп.

По завершенню вивчення розділу проведено два зрізи виявлення структури та змісту знань студентів, проведено тестування, анкетування та співбесіда з ними (табл. 3.1). Це сприяло максимальному уникненню можливих помилок.

Одночасно було проведено зрізи у 16 контрольних групах, в яких навчалось 376 студентів.

Для організації педагогічного експерименту нами були розроблені методичні рекомендації для викладачів [22]. Статистичні розрахунки здійснювались на основі обраної методики в контрольних та експериментальних зрізах.

а) *Коефіцієнт успішності* $K_{усп}$, який характеризує успішність засвоєння визначеного Стандартом освіти рівня знань і сформованості вміння їх експериментального відтворення (V – кількість студентів, які успішно засвоїли визначений навчальний матеріал), від загальної кількості учасників експерименту (N) [5, с. 50]:

$$K_{усп} = \frac{V}{N} 100\% \quad (3.2).$$

б) *коефіцієнт повноти знань теоретичних основ розділу* \bar{K} , що визначається з формули [5, с. 122–133]:

$$\bar{K} = \frac{\sum_{i=2}^N n_i}{n \cdot N} \quad (3.3)$$

де n_i – кількість одиниць основних знань, опанованих i -тим студентом; $\sum_{i=2}^N n$ – кількість елементів основних знань, якими опанували всі студенти; n – повна кількість елементів знань визначених відповідно до вимог реалізації науковості викладання; N – кількість студентів, які брали участь в експерименті.

Письмові роботи складались з двох варіантів контрольних і двох варіантів самостійних робіт, включали 77 елементів знань, які були визначені в ході констатуючого експерименту (додаток В).

Запитання для бесід включали 55 основних елементів знань. Бесіди проводились з метою вибіркової перевірки достовірності результатів письмових робіт.

3.2. Результати педагогічного експерименту

Результати педагогічного експерименту з'ясувались у ході експериментального професійно спрямованого навчання атомної та ядерної фізики з урахуванням принципів НУШ і подані у таблиці 3.1.

Показники знань студентів

	Компоненти	t	$K_{зк}\%$	$P_{рк} 10^{-2}$	$K_{зе}\%$	$P_{ре} 10^{-2}$	$P_{ср} 10^{-2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Фотон	9,74	32,93	2,42	66,37	2,43	3,43
2	Фотоефект	14,62	29,73	2,36	76,63	2,18	3,21
3	Закони фотоефекту	13,76	22,84	2,16	67,42	2,41	3,24
4	Червона межа фотоефекту	9,41	23,46	2,19	55,11	2,56	3,36
5	Фотострум	9,49	27,87	2,31	60,31	2,52	3,42
6	Фотострум насичення	13,07	22,66	2,16	65,31	2,45	3,26
7	Робота виходу	6,76	31,44	2,39	55,13	2,56	3,50
8	Фотоелементи	5,83	63,30	2,49	81,84	1,98	3,18
9	Корпускулярно-хвильовий дуалізм	10,12	21,09	2,10	54,63	2,56	3,31
10	Стала Планка	2,76	56,38	2,56	66,11	2,43	3,53
11	Гіпотеза Планка	6,78	38,09	2,50	62,06	2,50	3,54
12	Енергія кванта	7,69	24,10	2,21	50,15	2,57	3,39
13	Абсолютно чорне тіло	11,86	25,59	2,25	65,05	2,45	3,33
14	Стала Стефана-Больцмана	10,09	27,61	2,31	61,92	2,50	3,40
15	Ефект Комптона	16,75	25,32	2,24	77,37	2,15	3,11
16	Частота	6,85	49,57	2,58	73,15	2,28	3,44
17	Маса фотона	9,73	39,47	2,52	72,63	2,29	3,41
18	Імпульс фотона	10,09	27,61	2,31	61,92	2,50	3,40
19	Тиск світла	7,14	40,40	2,53	65,52	2,44	3,52
20	Люмінесценція	16,75	25,32	2,24	77,37	2,15	3,11
21	Люміноформи	6,25	46,81	2,57	68,74	2,38	3,51
22	Хімічна дія світла	10,61	37,98	2,50	73,77	2,26	3,37
23	Лазери	10,04	41,44	2,54	75,31	2,22	3,37
24	Атом	6,63	44,15	2,56	67,47	2,41	3,52
25	Електрон	10,99	27,55	2,30	64,58	2,46	3,37
26	Модель атома Томсона	9,38	30,48	2,37	62,74	2,49	3,44
27	Модель атома Резерфорда	15,05	25,24	2,24	73,30	2,28	3,19
28	Радіоактивний розпад	9,17	41,90	2,54	73,21	2,28	3,42
29	Невизначеність Гейзенберга	9,76	21,01	2,10	53,37	2,57	3,32
30	Постулати Бора	11,44	35,16	2,46	73,47	2,27	3,35
31	Поглинання та випромінювання світла	12,94	17,18	1,95	58,53	2,53	3,19
32	Формула Бальмера	10,60	19,73	2,05	54,52	2,56	3,28
33	Спектроскоп	12,78	32,66	2,42	74,73	2,24	3,29
34	Спектральний аналіз	8,81	33,46	2,43	64,00	2,47	3,47
35	Спектр випромінювання	4,78	44,79	2,56	61,89	2,50	3,58
36	Спектр поглинання	11,24	31,86	2,40	69,74	2,36	3,37
37	Смугасті спектри	10,29	28,94	2,34	63,95	2,47	3,40
38	Лінійчаті спектри	11,86	17,45	1,96	55,63	2,56	3,22
39	Неперервні спектри	13,07	24,52	2,22	67,36	2,41	3,28
40	Правило Кірхгофа	7,50	38,67	2,51	64,99	2,45	3,51
41	Рентгенівське випромінювання	11,73	26,91	2,29	66,11	2,43	3,34

1	2	3	4	5	6	7	8
42	Протон	9,87	31,54	2,40	65,36	2,45	3,43
43	Нейтрон	10,29	28,81	2,34	63,79	2,47	3,40
44	Нуклони	10,54	25,16	2,24	60,63	2,51	3,36
45	Атомний номер	12,38	42,23	2,55	82,10	1,97	3,22
46	Масове число	8,51	40,00	2,53	69,47	2,37	3,46
47	Ізотопи	15,98	28,24	2,32	78,42	2,12	3,14
48	Ядерні сили	11,26	18,35	2,00	54,90	2,56	3,25
49	Сильна взаємодія	12,19	26,65	2,28	67,15	2,42	3,32
50	Енергія зв'язку ядра	10,93	30,37	2,37	67,33	2,41	3,38
51	Питома енергія зв'язку	11,75	21,44	2,12	60,10	2,52	3,29
52	Радіоактивність	10,79	35,43	2,47	71,90	2,31	3,38
53	Радіоактивне випромінювання	8,88	38,09	2,50	68,78	2,38	3,46
54	α -випромінювання	10,82	22,77	2,16	58,79	2,53	3,33
55	β -випромінювання	9,60	23,83	2,20	56,16	2,55	3,37
56	γ -випромінювання	11,07	18,78	2,01	54,84	2,56	3,26
57	Правило зміщення	14,51	22,66	2,16	69,21	2,37	3,21
58	Період піврозпаду	17,76	21,54	2,12	75,84	2,20	3,06
59	Закон радіоактивного розпаду	12,09	23,99	2,20	64,00	2,47	3,31
60	Ядерні реакції	12,25	31,44	2,39	72,16	2,31	3,32
61	Камера Вільсона	8,23	32,77	2,42	61,42	2,50	3,48
62	Енергетичний вихід з ядерних реакцій	11,52	17,45	1,96	54,58	2,56	3,22
63	Ланцюгова ядерна реакція	10,78	19,31	2,04	54,58	2,56	3,27
64	Ядерний реактор	11,86	28,88	2,34	68,53	2,39	3,34
65	Поглинена доза випромінювання	13,54	22,13	2,14	66,05	2,44	3,24
66	Субатомні частинки	11,65	18,88	2,02	56,74	2,55	3,25
67	Позитрон	7,64	35,16	2,46	61,95	2,50	3,51
68	Антинейтрон	11,33	16,33	1,91	52,58	2,57	3,20
69	Антипротон	10,74	23,94	2,20	59,89	2,52	3,35
70	Нейтрино	9,03	16,12	1,90	44,89	2,56	3,18
71	Піони	13,74	22,13	2,14	66,58	2,43	3,24
72	Анігіляція	8,27	31,33	2,39	60,05	2,52	3,47
73	Антиречовина	12,13	23,19	2,18	63,20	2,48	3,30
74	Лептони	14,59	21,06	2,10	67,68	2,41	3,20
75	Мезони	12,25	19,47	2,04	59,26	2,53	3,25
76	Баріони	11,75	11,60	1,65	47,47	2,57	3,05
77	Кварки	8,48	14,52	1,82	40,94	2,53	3,11

Аналіз одержаних даних свідчить про значне перевищення значень коефіцієнта засвоєння знань у експериментальних групах. Засвоєння студентами понять з тем фотоефекту в експериментальних групах коливається від 55 % до 76 % у порівнянні з 22 %–31 % у контрольних групах, що практично у двічі краще в порівнянні з контрольними групами. Поняття фотон

в експериментальних групах засвоєно на рівні коефіцієнта засвоєння 66,23 %, коли у контрольних 32,93 %, відповідно, маса фотона 72,63 % та 39,47 %, постулати Бора 73,47 % та 35,16 %, нейтрон 63,79 % та 28,72 %, протон 65,36 % та 31,54 %.

Група понять з ефекту Комптона, імпульсу фотона, властивостей електрона, люмінесценції, моделі атома Резерфорда, невизначеності Гейзенберга, сильної взаємодії засвоєно студентами на рівні значення коефіцієнта засвоєння в експериментальних групах близько 70 %, а у контрольних – близько 30 %.

У контрольних групах коефіцієнт засвоєння поняття корпускулярно-хвильового дуалізму складає 21,09 %, в той час за професійно спрямованим навчанням він складає 54,63%, знання формули Бальмера в контрольних групах складає 19,73 %, а у експериментальних – 54,52 %, поглинання та випромінювання світла відповідно 17,18 % і 58,53 %, ядерних сил – 18,35 % і 54,90 %, енергетичного виходу ядерних реакцій – 17,45 % і 54,58 %, ланцюгових реакцій – 20,60 % і 54,58 %, поглинена доза випромінювання – 22,13 % і 66,05 %, субатомних частинок – 18,88 % і 56,74 %, антиречовина – 23,19 % і 63,20 %.

Із 30 %–40 % в контрольних групах до 65 %–70 % зріс коефіцієнт засвоєння знань з оптичних приладів, методів дослідження елементарних частинок, ядерних реакцій.

Фізичний зміст понять сталих Планка, Стефана-Больцмана, частоти, дії лазерів, властивостей атома, люмінофорів, закономірностей радіоактивного розпаду студенти експериментальних груп розуміють на рівні коефіцієнта засвоєння 65 %–70 % в той час коли в контрольних групах цей показник коливається в межах 30 %.

Поняття пов'язані з радіоактивністю мають коефіцієнт засвоєння 22 %–32 % у контрольних групах в порівнянні з 60 %–65 % у експериментальних групах.

Важливі світоглядні поняття з ядерної будови атома, кварки, баріони, мезони, нейтрино, піони у контрольних класах мають коефіцієнт засвоєння від 15 %–19 %, тоді як у експериментальних групах він складає 55 %–60 %

В цілому знання студентів з атомної та ядерної фізики має амплітудний розхил коефіцієнта засвоєння знань у контрольних групах в середньому від 15 % до 35 %, що свідчить про наявність проблем у навчанні студентів понять досліджуваного розділу. Ці проблеми у значній мірі розв'язано у експериментальних групах, про що свідчать дані таблиці 3.3.

На гістограмі (рис. 3.2) приведені вибірково згруповані результати педагогічного експерименту.

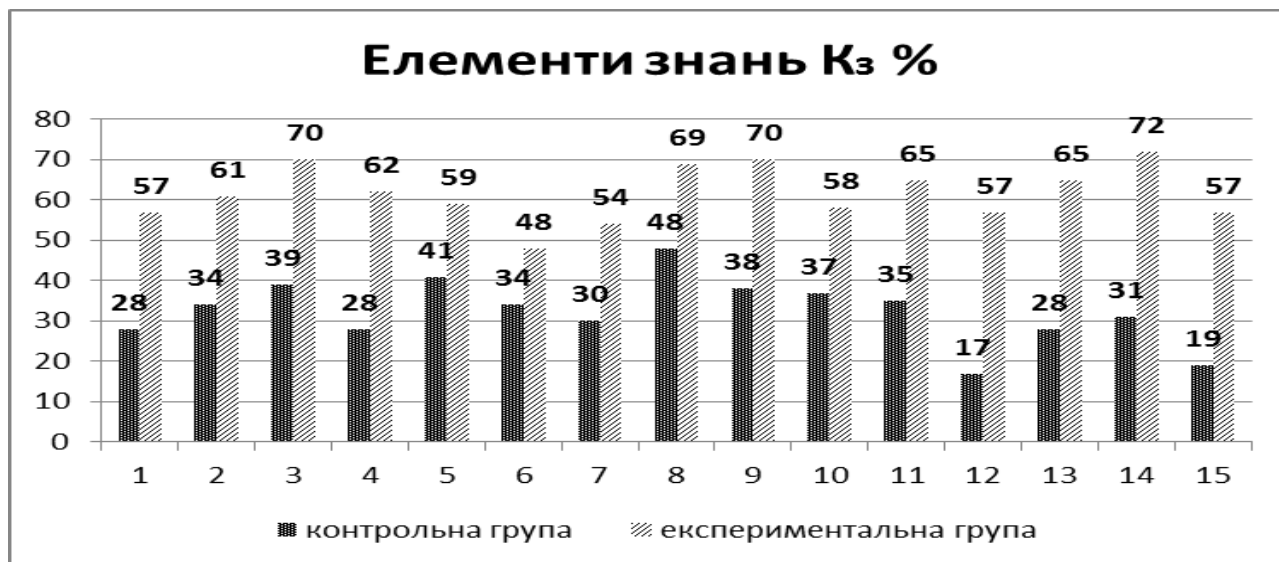


Рис. 3.2. Вибіркова гістограма знань студентів педагогічного експерименту,

де 1 – поняття фотон та його властивості; 2 – фотоефект та його закони; 3 – корпускулярно-хвильовий дуалізм, постулати бора, стала планка; 4 – ефект компотна; 5 – хімічна дія світла; 6 – невизначеність Гейзенберга; 7 – хвилі де Бройля; 8 – протон, нейтрон; 9 – радіоактивне випромінювання; 10 – елементарні частинки; 11 – оптичні прилади, методи реєстрації елементарних частинок; 12 – класифікація елементарних частинок; 13 – властивості електрона; 14 – ядерні реакції; 15 – енергетичний вихід ядерних реакцій

У ході проведення всіх етапів педагогічного експерименту ми систематично обговорювали з його учасниками проміжні результати результати та за необхідності вносили корективи в методику навчання розділу.

Узагальнені результати педагогічного експерименту:

– контрольні групи: кількість студентів; $n=376$, всього елементів $N_0=28200$; відтворено елементів $N=8073$; $K_z = \frac{N}{N_0} \cdot 100 \% = 28,62 \%$.

– експериментальні групи: кількість студентів; $n=378$, всього елементів $N_0=28350$; відтворено елементів $N=18005$; $K_z = \frac{N}{N_0} \cdot 100 \% = 63,51 \%$.

На рівні коефіцієнта засвоєння знань 61,35 % студенти експериментальних груп оволоділи знаннями розділу атомна та ядерна фізика за професійно спрямованим навчанням фізики та використанням знань в освітніх галузях. Коефіцієнти засвоєння змісту фундаментальних світоглядних понять швидкості світла, сталої Планка, сталої Стефана-Больцмана, сутності ефекту Комптона, хвиль де Бройля, закономірності хімічної дії світла, дуалізм, співвідношення невизначеності, види випромінювання, елементарні частинки тощо складають 51–59 %.

У контрольних групах середній коефіцієнт засвоєння вказаних знань нижчий на рівні 28,62 %. Частина студентів не опанувала достатнім обсягом теоретичних знань з атомної та ядерної фізики: невизначеність Гейзенберга, поняття відносності, взаємоперетворень частинок та ін. На гістограмі (рис. 3.2) показана різниця між рівнями засвоєння знань експериментальних і контрольних груп.

Різниця коефіцієнтів засвоєння знань експериментальних і контрольних груп $d = K_{ze} - K_{zk} = 34,89 \%$.

Аналіз приведених вище результатів запровадження у ході педагогічного експерименту професійно орієнтованої методики навчання фізики (на прикладі атомної та ядерної фізики), методичних рекомендацій з упровадження професійно орієнтованого комп'ютерного експерименту з атомної та ядерної

фізики, показав ефективність методичного та наукового рівня запропонованих інновацій. Середній коефіцієнт засвоєння знань студентами в експериментальних групах суттєво різниться від відповідного коефіцієнту в констатуючому експерименті. За такого підходу коефіцієнт засвоєння знань в експериментальних групах у порівнянні з відповідними коефіцієнтами у контрольному та констатуючому експериментах значно зріс.

На результати педагогічного експерименту мали вплив апробовані методичні рекомендації з проведення професійно спрямованого комп'ютерного експерименту з атомної та ядерної фізики. Такий експеримент показав належний рівень науковості та наочності та вказує на його ефективність. Середній коефіцієнт засвоєння знань студентами у експериментальних групах суттєво різниться від відповідного коефіцієнту в констатуючому експерименті.

У констатуючому експерименті середній коефіцієнт якості засвоєння знань складав 28,62 %, а в контрольних групах експериментального навчання становить 29,12 %. В межах похибки результати є однаковими.

За результатами педагогічного експерименту зроблені висновки:

1. Орієнтація на обґрунтоване, наочне відображення процесів та явищ розділу «Атомна та ядерна фізика» сприяє формуванню професійно спрямованого змісту навчального матеріалу розділу, що реалізується в освітніх галузях у наскрізному їхньому вивченні в курсі фізики.

2. Запровадження в освітній процес комп'ютерного професійно спрямованого експерименту з атомної та ядерної фізики, що покращує не лише кількісні показники пізнання змісту покладених в основу тієї чи іншої фундаментальної теорії, а й сприяє оволодінню студентами загальнонауковими способами дій, формує сучасну наукову картину світу.

3. Розширення орієнтації професійно спрямованої методики навчання фізики на концепцію НУШ та застосування комп'ютерного експерименту актуалізує ефективність засвоєння фізичного знання студентами. За візуальної наочності, рівня науковості та наочності навчання змінює характер мотивації пізнавальної діяльності студентів, про що свідчать результати педагогічного

експерименту. Із завершенням формуючого експерименту відбулись зміщення мотивації студентів у бік внутрішніх факторів.

4. Запровадження у навчання елементів пошуково-дослідної діяльності при визначенні співвідношення перервного та неперервного в фізичних явищах за логічною схемою: досліджуй \Rightarrow переконуйся \Rightarrow узагальнюй забезпечує оволодіння методами теоретичного пізнання і підвищує ефективність засвоєння знань.

Оцінка результатів експериментального навчання проводилась на основі: поелементного кількісного та якісного аналізу результатів спостереження за перебігом освітнього процесу; бесід зі студентами стосовно експериментального навчання; визначення доцільності запропонованої модернізованої методики; тестування та використання персональних комп'ютерів при перевірці та закріпленні знань.

Отже, результати педагогічного експерименту показали, що запропоновані нами професійно спрямовані методичні рекомендації з проведення комп'ютерного експерименту з атомної та ядерної фізики відповідно до структури й змісту [21] є ефективними, а запроваджені шляхи її реалізації в експериментальному навчанні фізики дозволяють досягти запланованих результатів.

Ми розрахували середню похибку вибірки в експериментальному навчанні згідно розробленої методики [5, с. 125–128]. Математична ефективність структури навчального матеріалу і методики її вивчення перевірялась через достовірність одержаної різниці коефіцієнтів засвоєння елементів знань.

$$P_{pk} = \sqrt{\frac{K_{zk}(1 - K_{zk})}{n_k}}, \quad P_{pk} = 2,53 \cdot 10^{-2} \quad (3.4)$$

$$P_{pe} = \sqrt{\frac{K_{ze}(1 - K_{ze})}{n_e}}, \quad P_{pe} = 2,14 \cdot 10^{-2} \quad (3.5)$$

де P_{pe} та P_{pk} , K_{ze} та K_{zk} , n_e та n_k – відповідно середні похибки правильних відповідей, коефіцієнти засвоєння знань, кількість студентів у експериментальних та контрольних групах.

Середня імовірність правильних відповідей на запитання розраховується середньою помилкою їх різниці.

$$P_{\alpha} = \sqrt{P_{pe}^2 + P_{pk}^2}, \quad P_{\alpha} = 3,32 \cdot 10^{-2} \quad (3.6)$$

Таким чином, помилка середньої ймовірності правильних відповідей не перевищує 3,32 %. Оцінку імовірності достовірності одержаної різниці проведено за допомогою нормального відхилення

$$t_{\alpha} = \frac{K_{ze} - K_{zk}}{P_{\alpha}} = \frac{d}{P_{\alpha}}, \quad t_{\alpha} = 5,63 \quad (3.7)$$

Так як $t \gg 1,96$, то різниця коефіцієнтів засвоєння знань в експериментальних і контрольних групах є суттєвою і залежить не від випадкових вибірок, а від різниці у організації структури і порядку вивчення змісту атомної та ядерної фізики. За таблицями Стьюдента [5, с. 207] імовірність достовірності одержаної різниці ймовірностей засвоєння знань в експериментальних і контрольних групах рівна 0,9999.

Крім цього ми здійснили детальний аналіз рівня засвоєння студентами виділених понять (77 найменувань) за професійно спрямованою методикою навчання в освітніх галузях початкової освіти і встановили, що за критерієм Стьюдента поняття згрупувалися в 3 групи: критерій Стьюдента 12–15 мають 30 понять, критерій Стьюдента 12–14 складають 32 поняття; 14 понять мають критерій Стьюдента від 6 до 8. Поняття стала Планка має коефіцієнт засвоєння у контрольних групах 56,38%, а у експериментальних – 66,11 %, тому критерій Стьюдента тут рівний 2,76. Таким чином, для кожного елемента знань $t \gg 1,96$ при суттєвій різниці коефіцієнтів засвоєння знань в експериментальній та контрольні групах, що свідчить про незалежність від випадкових вибірок і підтверджує ефективність професійно спрямованого навчання фізики на прикладі атомної та ядерної фізики. Різниця ймовірності достовірності

одержаних результатів за експериментального та контрольного навчання рівна 0,9999.

Педагогічний експеримент проводився з студентами у різних педагогічних коледжах (додаток Н), що не дозволило у однаковій мірі вивчати та аналізувати освітній процес у всіх експериментальних і контрольних групах. Проте результати експериментального навчання виявились практично однаковими. Крім цього, педагогічний експеримент проводився в Олександрійському педагогічному коледжі імені Василя Сухомлинського, де керівництво освітнім процесом здійснювалось безпосередньо автором, показав такі ж результати як у відмічених вище педагогічних коледжах, де навчання проводилось з використанням професійно спрямованої методики навчання фізики через освітні галузі початкової освіти за методичних рекомендацій [22].

3.3. Експертна оцінка професійно спрямованої методики навчання студентів педагогічних коледжів

З метою визначення значущості методики формування компетентності з фізики та природничих навчальних предметів, що інтегруються у змістову складову освітнього процесу педагогічних коледжів на предмет професійної спрямованості навчання фізики в системі компетентностей галузей знань визначених Стандартом початкової освіти проводилося їх експертне оцінювання фахівцями у галузі педагогічної освіти та методистів з фізики. До експертної оцінки були залучені 25 експертів, серед яких 5 докторів наук, 13 кандидатів наук, 7 викладачів педагогічних коледжів (додаток К.1).

Усі експерти достатньо підготовлені, щоб забезпечити високу якість експертизи з обраної проблеми.

Згідно посібника «Оцінки відносної важливості кожної окремо взятої вимоги» [12] забезпечувалися підрахунки ефективності методики формування компетентності з фізики за результатами експертного опитування з мовно-літературної, математичної, природничої, технологічної, інформатичної, соціальної та здоров'язбережувальної, фізкультурної освітніх галузей.

Отримані результати оцінки відносної важливості кожної вимоги оцінювалися за 100 – бальною шкалою відповідно методики, яка використовувалась і в інших науково-методичних дослідженнях [12].

Значущість кожної вимоги визначалася за показниками: рівень змістового узагальнення; коефіцієнт узгодження оцінок експертів; статистичний показник погодженості думок експертів; критерій компетентності та активності експертів.

1. Рівень змістового узагальнення експертів характеризується системою кількісних показників:

а) Середнє арифметичне M_j визначається у балах за формулою [12]

$$M_j = \frac{1}{m_j} \sum_{i=1}^m C_{ij} \quad (3.8)$$

і є експертною оцінкою вимог до компетентності з фізики в освітньої мовно-літературної галузі початкової освіти з урахуванням визначених рекомендацій, де m – кількість експертів за j -ю вимогою; C_{ij} – коефіцієнт відносної важливості для i -го експерта j -тої вимоги.

Згідно даних з додатку К.2 дані оцінки та методики формування предметної компетентності студентів педагогічних коледжів у навчанні фізики через засоби семи освітніх галузей педагогічної освіти [11] для 25 експертів за методикою обрахування [12] дістанемо:

$$\begin{aligned} M_{m-l} &= 1693:25=67,62; & M_m &= 2419:25=96,75; & M_n &= 2456:25=98,23; \\ M_m &= 2361:25=94,43; & M_i &= 2095:25=83,80; & M_{zd} &= 1543:25=61,72; \\ M_{ic} &= 1641:25=65,62, \end{aligned}$$

де M_{m-l} – рівень узгодженості за мовно-літературною освітньою галуззю; M_m – рівень узгодження за математичною освітньою галуззю; M_n – природничою освітньою галуззю; M_m – технологічною освітньою галуззю; M_i – інформатичною освітньою галуззю; M_{zd} – соціально здоров'язбережувальною освітньою галуззю; M_{ic} – громадською та історичною освітньою галуззю.

Згідно одержаних обрахунків висока узгодженість висновків експертів проявлена в математичній, природничій, технологічній освітніх галузях. У

мовно-літературній, соціально здоров'язбережувальній, громадською та історичній освітніх галузях рівень узгодженості знаходиться в межах 60–67. На нашу думку це пояснюється незвичністю запропонованого експертам підходу до аналізу формування компетентностей з фізики та, зокрема атомної та ядерної фізики, студентів педагогічних коледжів.

Результати обрахунку інших показників подані у таблиці 3.2.

б) Частоту максимально можливих оцінок (за групами балів) обраховуємо за формулою:

$$K'_j = \frac{m'_j}{m_j} \quad (3.9)$$

де m'_j – кількість максимально можливих оцінок, що відповідають, зокрема 100 балам за j -ту вимогу, m_j – загальна кількість оцінок за j -ту вимогу обраховується частота максимально можливих оцінок за групами балів j -тої вимогою [12].

$$K'_{m-l}=3:25=0,12; K'_m=6:25=0,23; K'_n=7:25=0,27; K'_m=8:25=0,33;$$

$$K'_{in}=5:25=0,18; K'_{zd}=3:25=0,12; K'_{ic}=4:25=0,16.$$

Оцінка частоти можливих оцінок вище оцінюється в природничо-математичній, інформатичній та технологічній освітній галузі.

Аналогічно здійснено обрахунки для всіх освітніх галузей.

Таблиця 3.2

Результати визначення показника ступеня погодженості думок експертів

Вимоги	Середнє арифметичне, M_j	Дисперсія, D_j	Середнє квадратичне відхилення, σ_j	Коефіцієнт варіації, V_j
1	2	3	4	5
Компетентність з фізики на прикладі атомної та ядерної фізики в мовно-літературній галузі знань початкової освіти				
Відповідність дидактичним принципам	67	68	8,2	0,086
Інформаційно-змістові вимоги	62	55	7,4	0,081
інноваційні вимоги	53	48	6,9	0,078

1	2	3	4	5
Відповідність змісту навчального матеріалу	71	74	5,2	0,068
Компетентність з фізики на прикладі атомної та ядерної фізики в математичній галузі знань початкової освіти				
Відповідність дидактичним принципам	86	58	7,6	0,08
Інформаційно-змістові вимоги	90	40	6,3	0,062
інноваційні вимоги	82	56	7,5	0,084
Відповідність змісту навчального матеріалу	95	74	8,6	0,074
Компетентність з фізики на прикладі атомної та ядерної фізики в природничій галузі знань початкової освіти				
Відповідність дидактичним принципам	97	38	6,1	0,081
Інформаційно-змістові вимоги	88	40	6,3	0,069
інноваційні вимоги	95	56	7,5	0,082
Відповідність змісту навчального матеріалу	90	44	6,6	0,079
Компетентність з фізики на прикладі атомної та ядерної фізики в технологічній галузі знань початкової освіти				
Відповідність дидактичним принципам	87	42	6,5	0,083
Інформаційно-змістові вимоги	90	78	8,8	0,079
інноваційні вимоги	84	42	6,4	0,067
Відповідність змісту навчального матеріалу	94	84	9,1	0,072
Компетентність з фізики на прикладі атомної та ядерної фізики в інформатичній галузі знань початкової освіти				
Відповідність дидактичним принципам	83	34	5,8	0,063
Інформаційно-змістові вимоги	78	63	7,9	0,074
Інноваційні вимоги	68	58	7,6	0,078
Відповідність змісту навчального матеріалу	72	64	8,0	0,077
Компетентність з фізики на прикладі атомної та ядерної фізики в соціально здоров'язбережувальній галузі знань початкової освіти				
Відповідність дидактичним принципам	61	54	7,3	0,063
Інформаційно-змістові вимоги	48	78	8,8	0,084
Інноваційні вимоги	43	66	8,1	0,076

1	2	3	4	5
Відповідність змісту навчального матеріалу	52	54	7,3	0,070
Компетентність з фізики на прикладі атомної та ядерної фізики в громадською та історичною галузі знань початкової освіти				
Відповідність дидактичним принципам	65	34	5,8	0,063
Інформаційно-змістові вимоги	48	43	6,5	0,076
Інноваційні вимоги	52	52	7,2	0,081
Відповідність змісту навчального матеріалу	62	48	6,9	0,069

в) Суму рангів S_j , одержаних за j -тою вимогою, визначено у такій наступності:

– проводилося ранжування за зниженням оцінок, виставлених експертами за кожну вимогу;

– визначалася сума рангів S_j , виставлених експертами оцінок за j -ту вимогу:

$$S_j = \sum_{i=1}^m R_{ij} \quad (3.10)$$

де R_{ij} – ранг оцінки i -тим експертом j -ої вимоги. Внаслідок обчислень дістанемо для кожної освітньої галузі та показниками (в дужках): $S_{м-л}=(134; 141; 128; 114)$; $S_{м}=(155; 148; 132; 144)$; $S_{н}=(156; 151; 164; 162)$; $S_{м}=(141; 134; 137; 143)$; $S_{ін}=(98; 114; 121; 117)$; $S_{зод}=(78; 85; 92; 87)$; $S_{іс}=(65; 76; 84; 73)$.

2. Думку експертів ми визначали за ступенем погодженості використовуючи статистичні показники:

а) коефіцієнт варіації V_j оцінок експертів визначався за j -тою вимогою згідно показників:

– визначалася дисперсія D_j , отримана в j -й вимозі [12]:

$$D_j = \frac{1}{m_j - 1} \sum_{i=1}^m (C_{ij} - M_{ij})^2, \quad (3.11)$$

– визначилося середнє квадратичне відхилення σ_j оцінок визначалася за формулою [12]:

$$\sigma_j = \sqrt{D_j} \quad (3.12)$$

для j – тої вимоги (таблиця 3.3)

Визначався коефіцієнт варіації за j – ту вимогу:

$$V_j = \frac{\sigma_j}{M_j} \quad (3.13)$$

Показники, що характеризують статистику методики формування фізичної компетентності студентів педагогічних коледжів використовуючи освітні галузі відображені в таблиці 3.3.

б) ступінь погодженості думок експертів характеризується коефіцієнтом конкордації W_i є показником про відносну важливість сукупності всіх запропонованих для оцінки вимог до розробленої методичної системи визначався за схемою:

– визначаємо середнє арифметичне суми рангів за усіма освітніми галузями та їх показниками [12]:

$$M[S_j] = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n S_j \quad (3.14)$$

– відхилення d_j суми рангів оцінок, одержаних за j -ту вимогу від середнього арифметичного суми рангів оцінок за усіма освітніми галузями обчислювалися за формулою [12]:

$$d_j = S_j - M[S_j] \quad (3.15)$$

$d_{m-l} = 129,25 - 67,62 = 61,63$; $d_m = 144,75 - 96,75 = 48$; $d_n = 158,25 - 98,23 = 60,02$;
 $d_m = 138,75 - 94,43 = 44,32$; $d_{in} = 112,5 - 83,80 = 28,7$; $d_{30} = 85,5 - 61,72 = 23,78$; $d_{ic} = 74,5 - 65,62 = 8,88$.

– показники T_i рівнів рангів оцінок, призначених i -тим експертом визначалися виходячи з умови, що n рангів оцінок, призначених i -тим експертом різні. Коли в рангах оцінок є зв'язані показники, то $T_i = \sum_{l=1}^L (t_l^3 - t_l)$, де $l = 1, 2 \dots L$; L – кількість груп однакових рангів в l -й групі.

Коефіцієнт конкордації є важливою характеристикою ефективності методичного підходу до формування компетентності з фізики у студентів

педагогічних коледжів засобами кожної з освітніх галузей і обраховувався за формулою [12]:

$$W = \frac{12}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i} \sum_{j=1}^n d_j^2 \quad (3.16)$$

Розрахунки коефіцієнта конкордації відображені в таблиці 3.3.

3. Активність експертів для j -тої вимоги визначався коефіцієнтом за формулою $K_j = \frac{m_j}{m}$ для кожного компоненту $A_{м-л}; A_{м}; A_{п}; A_{т}; A_{ін}; A_{зд}; A_{іс}$.

Для оцінки запропонованого підходу формування компетентності засобами освітніх галузей педагогічних коледжів та методики його запровадження в освітній процес експерти оцінювали всі вимоги формування компетентності з фізики в кожній галузі: $A_{м-л}; A_{м}; A_{п}; A_{т}; A_{ін}; A_{зд}; A_{іс}$.

Таблиця 3.3

Ступінь погодженості суджень дослідників по всім галузями початкової освіти

№	Формування компетентності з фізики на прикладі атомної та ядерної фізики освітніми галузями педагогічних коледжів	Коефіцієнт конкордації, W
1	Методичне забезпечення формування компетентності з фізики на прикладі атомної та ядерної фізики в мовно-літературній галузі початкової освіти	0,022
2	Методичне забезпечення формування компетентності з фізики на прикладі атомної та ядерної фізики в математичній галузі початкової освіти	0,079
3	Методичне забезпечення формування компетентності з фізики на прикладі атомної та ядерної фізики в природничій галузі початкової освіти	0,098
4	Методичне забезпечення формування компетентності з фізики на прикладі атомної та ядерної фізики в технологічній галузі початкової освіти	0,078
5	Методичне забезпечення формування компетентності з фізики на прикладі атомної та ядерної фізики в інформатичній галузі початкової освіти	0,082
6	Методичне забезпечення формування компетентності з фізики на прикладі атомної та ядерної фізики в соціальної і здоров'язбережувальної галузі початкової освіти	0,047
7	Методичне забезпечення формування компетентності з фізики на прикладі атомної та ядерної фізики в громадянській та історичній галузі початкової освіти	0,019

4. Коефіцієнт компетентності експертів визначався з умови середньоквадратичного відхилення (таблиця 3.3). Воно знаходиться у межах визначених за формулою

$$K_k = \frac{K_z + K_a}{2} \quad (3.17)$$

де K_z – коефіцієнт ступеня знайомства з розглянутою проблемою; K_a – коефіцієнт аргументованості.

Коефіцієнт ступеня знайомств K_z визначався нормуванням значення власної оцінки експерта; тобто множенням її на 0,1. Коефіцієнт аргументованості визначався підсумовуванням чисел, відмічених у таблиці джерел аргументації.

Середнє значення коефіцієнта компетентності з'ясовується із середнього значення рівнів узгодженості. Аналогічно обраховуються інші коефіцієнти, які знаходяться в межах 0,91–0,98.

Отже, на основі застосуванні методу експертних оцінок здійснено оцінку добору експертів, бо від них залежить достовірність висновку про ефективність підходу до формування компетентності з фізики у студентів педагогічних коледжів засобами освітніх галузей. З'ясовано, що в ході експертної оцінки виявлена узгодженість думок експертів в оцінці запропонованого підходу. Думки експертів у повній мірі узгоджені в частині доцільності використання професійно спрямованої методики навчання студентів педагогічних коледжів.

Висновки до третього розділу

Статистичне опрацювання результатів педагогічного експерименту засвідчило зміни успішності в опануванні студентами педагогічних коледжів I-II рівня акредитації навчального матеріалу з атомної та ядерної фізики, за рахунок реалізації комп'ютерного демонстраційного експерименту з теми. Дослідження в експериментальних групах можна вважати статистично достовірними.

Для кількісної характеристики результатів педагогічного експерименту було використано методи математичної статистики. Щоб підтвердити ідентичність контрольних і експериментальних груп на початку експерименту щодо рівня підготовки студентів, ми скористались критерієм Стьюдента.

Виявилось, що для всіх виділених категорій значення критерію Стьюдента не перевищують критичне, що свідчить про ідентичність експериментальних і контрольних груп до початку експерименту. Натомість, всі отримані значення критерію Стьюдента перевищують критичне, що підтверджує ефективність запропонованої методики навчання фізики на основі застосування комп'ютерного експерименту з атомної та ядерної фізики в педагогічних коледжах.

Основні наукові положення розділу викладено в опублікованих працях [19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 31].

Список використаних джерел до третього розділу

1. Атаманчук П. С. Інноваційні технології управління навчанням фізики. Кам'янець-Подільський: Вид. Кам'янець-Подільський держ. ун-т, 1999. 174 с.
2. Большев Л. Н., Смирнов Н. В. Таблицы математической статистики Москва: Наука, 1965. 416 с.
3. Бугаев А. И. Изучение атомной и ядерной физики в школе. Пособие для учителей. Киев: Рад. школа 1982. 158 с.
4. Величко С. П., Садовий М. І., Трифонова О. М. Засоби діагностики зі шкільного курсу фізики : навчальний посібник для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. Ч. 1. 136 с.
5. Воловик П. М. Теорія імовірностей і математична статистика в педагогіці. Київ: Радянська школа, 1969. 222 с.
6. Гершунский Б. С. Педагогическая прогностика: методология, теория, практика Київ: Вища школа, 1986. 198 с.
7. Гончаренко С. У. Методика навчання і наукових досліджень у вищій школі Київ: Вища школа, 2003. 323 с.

8. Гончаренко С. У. Фізика: підруч. для 11 кл. серед, загальноосв. шк. К.: Освіта, 2002. 319 с.
9. Грабарь М. И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы. Москва: Педагогика, 1977. 136 с.
10. Демонстраційний експеримент з фізики: навч. посіб. / М. І. Шут, В. Ю. Биков, О. М. Кучменко, І. І. Адаменко. / Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова, Ін-т засобів навчання АПН України. Київ: НПУ ім. М. П. Драгоманова 2003. 234 с.
11. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти / Постанова КМУ від 23 листопада 2011 р. № 1392. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898> (дата звернення 12.06.2020).
12. Добров Г. М. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании. Київ: Наукова думка, 1974. 160 с.
13. Засекіна Т. М. Фізика і астрономія (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Ляшенка О.І.): підруч. для 11 кл. закладів загальної середньої освіти. Київ: Оріон, 2019. 272 с.
14. Кондрашова Л. В. Моральна психологічна готовність студента до вчительської діяльності. Київ: Вища школа, 1987. 55 с.
15. Коршак Є. В., Ляшенко О. І., Савченко В. Ф. Фізика: 11 кл.: підруч. для загальноосвіт. навч. закл.: рівень стандарту. Київ: Генеза, 2011. 256 с.
16. Павлов Ю. В. Статистическая обработка дидактического эксперимента, измерение и оценка знаний. Москва: Знание, 1977. 40 с.
17. Пиаже Ж. Избранные психологические труды. Психология интеллекта. Москва: Международная педагогическая академия, 1994. 680 с.
18. Підласий І. П. Діагностика та експертиза педагогічних проєктів: Навчальний посібник. Київ: Україна, 1998. 343 с.
19. Руденко Є. В., Садовий М. І. Активізація пізнавального інтересу учнів при навчанні квантової фізики з використанням історичного матеріалу. *Наукові*

записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (ЦДПУ ім. В. Винниченка). 2017. Вип. 11; Ч. 4. С. 90–93.

20. Руденко Є. В. Проблеми єдності та суперечливості квантових фізичних процесів і явищ у пізнанні мікросвіту. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. 2018. Вип. 168; С. 193–196.

21. Руденко Є. В. Результати експериментальної перевірки методики навчання квантової фізики в педагогічних коледжах I-II рівня акредитації. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. 2019. Вип. 177; Ч. 2. С. 60–63.

22. Руденко Є. В. Методичні рекомендації з проведення комп'ютерного демонстраційного експерименту з квантової фізики / За ред. М.І. Садового. Кропивницький: ФІРМА БРІЗ, 2018. 140 с.

23. Руденко Є. В., Садовий М. І. Використання на сучасному уроці фізики експериментальних задач на базі новітніх інформаційних технологій. *Сучасні тенденції навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі. зб. матеріалів доп. учасн. II міжнар. наук.-практ. інтернет-конф.*, 15–16 жовт. Кіровоград: КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. С. 56–59.

24. Руденко Є. В., Садовий М. І. Проблеми системного підходу на сучасному уроці фізики *Проблеми та інновації в природничо-математичній і професійній освіті: зб. матеріалів доп. учасн. III міжнар. наук.-практ. онлайн-інтернет конф.*, 17–22 жовт. Кіровоград: КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. С. 84–85.

25. Руденко Є. В. Результати педагогічного експерименту з методики навчання квантової фізики в педагогічних коледжах I-II рівня акредитації. *Проблеми та інновації в природничо-математичній і професійній освіті: зб. матеріалів доп. учасн. VIII міжнар. наук.-практ. онлайн-інтернет конф.* 05–23 квітня. Кропивницький: ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. С. 134–135.

26. Садовий М. І., Руденко Є. В. Поняття квантової механіки в школі: проблеми й перспективи. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2005. Вип. 60; Ч. 1. С. 287–294.

27. Садовий М. І., Руденко Є. В. Історичний огляд теорій класифікацій елементарних частинок. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2004. Вип. 55. С. 325–328.

28. Садовий М. І., Руденко Є. В. Використання мультимедійних технологій у фізичному експерименті з ядерної фізики. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2007. Вип. 72; Ч. 1. С. 279–285.

29. Садовий М. І., Руденко Є. В. Вивчення процесів ядерної фізики у середній школі. *Information Technologies and Learning Tools*. 2010. Вип. 20. № 6. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/391> (дата звернення 10.03.2019).

30. Садовий М. І., Руденко Є. В. Експериментальні задачі з використанням новітніх інформаційних технологій на сучасному уроці фізики. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2015. Вип. 8; Ч. 1. С. 122–126.

31. Садовий М. І., Руденко Є. В., Проценко Є. П., Вергун І. В. Методика висвітлення науково-педагогічної спадщини І.Є.Тамма із застосуванням білінгвального підходу в освітньому процесі з квантової фізики. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. Budapest, Hungary* 2019. Issue: 188, №VII(77). P. 52–54.

32. Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии / СПб. : ООО «Речь», 2003. 350 с.

33. Сиротюк В. Д., Мірошніченко Ю. Б. Фізика і астрономія (рівень стандарту, за навч. програмою авт. кол. під керівництвом Ляшенка О. І.) : підруч. для 11-го кл. закл. заг. серед. освіти. Київ: Генеза, 2019. 368 с.

34. Словник базових понять з курсу «Педагогіка»: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів: вид. 2-ге, доп. і перероб. // Укладач О. Є. Антонова. Житомир: Вид-во ЖДУ імені Івана Франка, 2014. 100 с.

35. Трифонова О. М. Взаємозв'язки принципів науковості та наочності в умовах кредитно-модульної системи навчання квантової фізики студентів вищих навчальних закладів: дис. ... к-та пед. наук : 13.00.02 / КДПУ

ім. В. Винниченка. Кіровоград, 2009. Т. 1. 216 с.; Т. 2: Додатки. 301 с..

36. Фізика. Навчальна програма для вищих навчальних закладів I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку молодших спеціалістів на основі базової загальної середньої освіти (авторський колектив під керівництвом Головка М. В.). URL: <https://vzvo.gov.ua/navchalni-prohramy> (дата звернення: 27.09.2016).

37. Фізика. 10–11 класи. Навчальна програма. Рівень стандарту. Профільний рівень (автор. кол. під кер. Локтева В. М.). URL: <https://base.kristti.com.ua/?p=6180> (дата звернення 20.09.2019).

38. Фізика і астрономія. 10–11 класи. Навчальна програма. Рівень стандарту. Профільний рівень (автор. кол. під кер. Ляшенка О. І.). URL: <https://osvita.ua/school/program/program-10-11/58913/> (дата звернення 20.09.2019).

39. Фізика. 11 клас. Академічний рівень. Профільний рівень: Підручник для загальноосвіт. навч. закл. / за ред. Бар'яхтара В. Г., Довгого С. О. Х.: Ранок, 2011. 320 с.

40. Хомутенко М. В. Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі: дис. ... к-та пед. наук : 13.00.02 / ЦДПУ ім. В. Винниченка. Кропивницький 2018. 397 с.

ВИСНОВКИ

Результати проведеного дослідження дають підстави для наступних висновків:

1. Проаналізовано філософську, психолого-педагогічну, науково-методичну літературу, нормативну освітню базу, визначено сучасні концепції та перспективи підвищення рівня навчальних досягнень і формування у студентів педагогічних коледжів професійно спрямованих предметних компетентностей; здійснено порівняльний аналіз навчальних планів коледжів та ЗЗСО, сучасної матеріально-технічної бази фізичних кабінетів на предмет відповідності компетентнісному підходу НУШ. Визначено особливості реалізації дидактичних принципів наочності, науковості та системності в освітньому процесі з фізики, виявлені умови формування знань, умінь та навичок із фізики в освітніх галузях стандарту педагогічних коледжів і сформовано професійно спрямовані теоретико-методологічні засади навчання фізики (на прикладі наскрізних понять атомної та ядерної фізики), до яких віднесено: виявлення системи алгоритмів, спрямованих на подолання традиційних труднощів навчального та педагогічного аспектів освітнього процесу НУШ через інтегративні способи структурування змісту, інноваційні методи навчання, активізацію самостійної пізнавальної діяльності засобами проблемного навчання, колективної освітньої діяльності та ін.

2. Досліджено структурні складники процесу професійно спрямованого навчання фізики студентів педагогічних коледжів відповідно до вимог освітніх галузей Стандарту фахової передвищої освіти. Здійснено аналіз досліджень з проблем комп'ютерного демонстраційного експерименту з атомної та ядерної фізики у педагогічних коледжах на предмет професійної спрямованості та виявлено його відповідність сучасному рівню розвитку науки фізики, створено систему новітнього фізичного експерименту з атомної та ядерної фізики та фізики елементарних частинок, яку можна реалізувати в зазначених освітніх галузях.

3. Розроблено методичні засади професійно спрямованого навчання атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів відповідно до освітніх галузей Стандарту фахової передвищої освіти. Обґрунтовано структуру психолого-педагогічної готовності студентів із оволодіння предметною компетентністю з фізики в освітніх галузях педагогічної освіти та сформовані методичні засади створення програмного продукту комплексу комп'ютерного демонстраційного експерименту з атомної та ядерної фізики. Обґрунтовано і розвинуто технології формування засобів здобуття нових знань і розв'язання конкретних завдань у процесі навчання фізики.

4. Розроблено та впроваджено методику професійно спрямованого навчання атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів засобами інноваційних освітніх технологій та комп'ютерно цифрового навчального фізичного експерименту. Визначено шляхи формування професійно спрямованої предметної компетентності студентів на основі комплексу комп'ютерного демонстраційного експерименту з атомної та ядерної фізики у НУШ; розроблено методичне забезпечення виконання дослідів за допомогою комп'ютерного демонстраційного експерименту з атомної та ядерної фізики. Встановлено, що впровадження методичних рекомендацій з проведення професійно спрямованого комп'ютерного демонстраційного експерименту навчання атомної та ядерної фізики в педагогічних коледжах сприяє змістовно цілісному розумінню об'єкту пізнання, відображає особистісний аспект пізнання. З цих позицій навчання атомної та ядерної фізики у педагогічних коледжах на принципах НУШ визначено як проблему відшукування таких навчальних конструктів, які забезпечують здатність особистості до встановлення максимальної кількості зв'язків між фундаментальними фізичними явищами, поняттями, що виступають засобами формування предметної компетентності суб'єктів навчання з фізики.

5. Здійснено експериментальну перевірку методики професійно спрямованого навчання атомної та ядерної фізики студентів педагогічних коледжів з метою з'ясування динаміки покращення навчальних досягнень

здобувачів освіти з фізики. Експертною оцінкою підтверджено педагогічну ефективність професійно спрямованої методики формування предметної компетентності студентів з фізики, ефективність методичних рекомендацій з проведення комп'ютерного демонстраційного експерименту з атомної та ядерної фізики, вплив запропонованих методичних розробок на формування професійних компетентностей, що спрямовані на реалізацію дидактичних принципів науковості та наочності.

ДОДАТКИ

Додаток А. Базовий навчальний план початкової освіти

Таблиця А.1

**Базовий навчальний план початкової освіти для закладів загальної
середньої освіти з українською мовою навчання**

Назва освітньої галузі	Кількість годин на рік				
	1 клас	2 клас	3 клас	4 клас	разом
Інваріантний складник					
Мовно-літературна, у тому числі:	315	315	315	315	1260
українська мова і література	245	245	245	245	
іншомовна освіта	70	70	70	70	
Математична	140	140	140	140	560
Природнича	140	175	210	210	735
Соціальна і здоров'язбережувальна					
Громадянська та історична					
Технологічна					
Інформатична					
Мистецька	70	70	70	70	280
Фізкультурна*	105	105	105	105	420
Варіативний складник					
Додаткові години для вивчення предметів освітніх галузей, курси за вибором, проведення індивідуальних консультацій та групових занять	35	70	70	70	245
Загальнорічна кількість навчальних годин, що фінансуються з бюджету (без урахування поділу на групи)	805	875	910	910	3500
Гранично допустиме тижневе/річне навчальне навантаження здобувача освіти	20/700	22/770	23/805	23/805	88/3080

Додаток Б. Перелік компетентностей

Таблиця Б.1

Перелік компетентностей випускника педагогічного коледжу

Інтегральна компетентність
Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у професійно-педагогічній діяльності, що передбачають застосування теоретичних положень і методів педагогіки, психології та окремих методик навчання й характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.
Загальні компетентності
Загальнонавчальна. Здатність навчатися й оволодівати сучасними знаннями, зокрема, інноваційними методичними підходами, сучасними системами, методиками, технологіями навчання, розвитку й виховання учнів початкової школи; чинним нормативним забезпеченням початкової освіти тощо.
Інформаційно-аналітична. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу, систематизації й узагальнення інформації, зокрема професійно-педагогічної, з різних джерел та формулювання логічних висновків.
Дослідницько-праксеологічна. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми, зокрема, в процесі професійно-педагогічної діяльності. Здатність приймати обґрунтовані рішення, працювати автономно.
Комунікативна. Здатність спілкуватися державною мовою на офіційно-діловому рівні; володіти навичками нормативного літературного мовлення (його усною та писемною формою) в різних сферах комунікації.
Громадянська компетентність. Здатність активно, відповідально та ефективно реалізовувати громадянські права й обов'язки з метою розвитку демократичного суспільства. Здатність орієнтуватися у проблемах сучасного суспільно-політичного життя в Україні.
Етична. Здатність діяти на основі принципів і норм етики, правил культури поведінки у стосунках із дорослими й дітьми на основі загальнолюдських та національних цінностей, норм суспільної моралі; дотримуватися принципів педагогічної етики (професійної етики вчителя початкової школи).
Соціокультурна. Здатність застосовувати знання, пов'язані із соціальною структурою та національною специфікою суспільства, з особливостями соціальних ролей; здатність до орієнтування у соціальних ситуаціях, розуміння соціального контексту художніх творів. Здатність діяти соціально відповідально та свідом.
Міжособистісної взаємодії. Здатність до ефективної міжособистісної взаємодії; зокрема, здатність успішно взаємодіяти з керівництвом, колегами, учнями та їхніми батьками; володіння алгоритмами конструктивного вирішення педагогічних конфліктів.
Адаптивна. Здатність до адаптації в професійно-педагогічному середовищі та дії в нових ситуаціях, зокрема тих, що передбачають навчання, розвиток і виховання молодших школярів, спілкування з їхніми батьками, комунікації з адміністрацією школи й колегами.
Рефлексивна. Здатність ефективно та адекватно здійснювати рефлексивні процеси, що сприяє розвитку й саморозвитку учнів, творчому підході до освітнього процесу початкової школи.
Здоров'язберезувальна компетентність. Здатність ефективно вирішувати завдання щодо збереження і зміцнення здоров'я (фізичного, психічного, соціального та духовного) як власного, так і оточуючих.
Інформаційно-комунікаційна. Здатність до застосування сучасних засобів інформаційних і комп'ютерних технологій для розв'язання комунікативних задач у професійній діяльності вчителя початкових класів й у повсякденному житті.

Додаток В. Результати констатуючого експерименту

Таблиця В.1

Показники знань студентів за результатами констатувального експерименту

	Компоненти	$K_{\text{конст}}\%$		Компоненти	$K_{\text{конст}}\%$
1	Фотон	30,54	40	Правило Кірхгофа	34,76
2	Фотоефект	31,43	41	Рентгенівське випромінювання	25,61
3	Закони фотоефекту	21,61	42	Протон	32,67
4	Червона межа фотоефекту	20,86	43	Нейтрон	30,71
5	Фотострум	23,73	44	Нуклони	27,62
6	Фотострум насичення	21,44	45	Атомний номер	41,32
7	Робота виходу	29,14	46	Масове число	42,28
8	Фотоелементи	59,69	47	Ізотопи	26,59
9	Корпускулярно-хвильовий дуалізм	19,23	48	Ядерні сили	20,15
10	Стала Планка	53,85	49	Сильна взаємодія	27,53
11	Гіпотеза Планка	36,39	50	Енергія зв'язку ядра	29,47
12	Енергія кванта	26,33	51	Питома енергія зв'язку	20,33
13	Абсолютно чорне тіло	26,87	52	Радіоактивність	36,93
14	Стала Стефана-Больцмана	25,16	53	Радіоактивне випромінювання	39,91
15	Ефект Комптона	22,48	54	α -випромінювання	32,17
16	Частота	47,31	55	β -випромінювання	22,73
17	Маса фотона	36,39	56	γ -випромінювання	20,18
18	Імпульс фотона	28,17	57	Правило зміщення	24,75
19	Тиск світла	39,97	58	Період піврозпаду	22,76
20	Люмінесценція	26,22	59	Закон радіоактивного розпаду	21,69
21	Люміноформи	48,17	60	Ядерні реакції	33,65
22	Хімічна дія світла	35,66	61	Камера Вільсона	30,56
23	Лазери	40,24	62	Енергетичний вихід з ядерних реакцій	20,54
24	Атом	42,52	63	Ланцюгова ядерна реакція	20,60
25	Електрон	26,45	64	Ядерний реактор	29,18
26	Модель атома Томсона	32,74	65	Поглинена доза випромінювання	20,56
27	Модель атома Резерфорда	24,34	66	Субатомні частинки	20,55
28	Радіоактивний розпад	44,08	67	Позитрон	37,26
29	Невизначеність Гейзенберга	22,47	68	Антинейтрон	19,64
30	Постулати Бора	32,67	69	Антипротон	24,04
31	Поглинання та випромінювання світла	17,18	70	Нейтрино	18,72
32	Формула Бальмера	19,73	71	Піони	19,31
33	Спектроскоп	31,96	72	Анігіляція	33,43
34	Спектральний аналіз	31,64	73	Антиречовина	27,53
35	Спектр випромінювання	46,19	74	Лептони	23,28
36	Спектр поглинання	30,53	75	Мезони	18,22
37	Смуғасті спектри	27,78	76	Баріони	15,61
38	Лінійчаті спектри	19,69	77	Кварки	16,22
39	Неперервні спектри	26,22			

Додаток Д. Змістова наповнюваності посібників (підручників)

Таблиця Д.1

Аналіз змістової наповнюваності посібників (підручників) з атомної та ядерної фізики

№	Поняття / автор	Засєкіна Т.М., Засєкін Д.О.	Сиротюк В.Д., Баштовий В.І.	Бар'яхтар В.Г., Баштовий В.І., Кірюхіна О.О., Кірюхін М.М.	Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф.	Гончаренко С.У.
1	2	3	4	5	6	7
1.	Фотоелектричний ефект	+	+	+	+	+
2.	Фотоелектрон	+	+	+	+	+
3.	Фотострум	+	+	+	+	+
4.	Фотострум насичення	+	+	+	+	+
5.	Закони фотоелектричного ефекту	+	+	+	+	+
6.	Червона межа фотоелектричного ефекту	+	+	+	+	+
7.	Фотон (квант електромагнітного поля)	+	+	+	+	+
8.	Потік фотонів	+	+	+		+
9.	Поглинання світла	+	+	+	+	+
10.	Випромінювання світла	+	+	+	+	+
11.	Рівняння Ейнштейна для фотоелектричного ефекту	+	+	+	+	+
12.	Робота виходу	+	+	+	+	+
13.	Стала Планка	+	+	+	+	+
14.	Фотоелемент	+	+	+		+
15.	Вакуумний фотоелемент	+	+	+		+
16.	Фотореле	+	+	+		+
17.	Зовнішній фотоелектричний ефект	+	+	+	+	+
18.	Внутрішній фотоелектричний ефект	+	+	+		+
19.	Фоторезистори	+	+	+		+
20.	Напівпровідниковий (вентильний) фотоелемент	+	+			
21.	Закон взаємозв'язку маси і енергії	+	+	+	+	+
22.	Маса фотона	+	+	+	+	+
23.	Енергія фотона	+	+	+	+	+
24.	Імпульс фотона	+	+	+		+
25.	Корпускулярно-хвильовий дуалізм	+	+	+	+	+
26.	Неперервність	+	+	+		+
27.	Дискретність	+	+	+	+	+
28.	Квантово-хвильові властивості речовини					
29.	Квантові властивості	+	+	+	+	+
30.	Тиск світла	+	+	+	+	+
31.	Хімічна дія світла	+	+	+		+
32.	Неперервний спектр	+	+	+	+	+
33.	Лінійчатий спектр випромінювання	+	+	+	+	+
34.	Лінійчатий спектр поглинання	+	+	+	+	+

1	2	3	4	5	6	7
35.	Спектральний аналіз	+	+	+	+	+
36.	Досліди Резерфорда	+	+	+	+	+
37.	Ядерна будова атома	+	+	+	+	+
38.	Ядро атома	+	+	+	+	+
39.	Заряд ядра	+	+	+	+	+
40.	Квантові постулати Бора	+	+	+	+	+
41.	Стаціонарні (дискретні) стани атома	+	+	+	+	+
42.	Енергетичні рівні атома	+	+	+	+	+
43.	Збуджений стан атома	+	+	+	+	+
44.	Основний стан атома	+	+	+		+
45.	Досліди Франка і Герца	+	+	+		+
46.	Електронвольт	+	+	+		+
47.	Квантова механіка	+	+	+		+
48.	Спектральний аналіз	+	+	+	+	+
49.	Люмінесценція	+	+	+	+	+
50.	Квантові генератори, лазери	+	+	+	+	+
51.	Вимушене випромінювання	+	+	+	+	+
52.	Голографія	+	+	+	+	+
53.	Радіоактивність	+	+	+	+	+
54.	Альфа-промені	+	+	+	+	+
55.	Бета-промені	+	+	+	+	+
56.	Гама-промені	+	+	+	+	+
57.	Альфа-частинка	+	+	+	+	+
58.	Бета-частинка	+	+	+	+	+
59.	Радіоактивні ядра	+	+	+		+
60.	Природня радіоактивність	+	+	+	+	+
61.	Штучна радіоактивність	+	+	+		+
62.	Закон радіоактивного розпаду	+	+	+		+
63.	Альфа-розпад	+	+	+	+	+
64.	Бета-розпад	+	+	+	+	+
65.	Гама-розпад	+	+	+	+	+
66.	Правила зміщення	+	+	+	+	+
67.	Ізотопи	+	+	+	+	+
68.	Радіоактивний ряд	+	+	+	+	+
69.	Період піврозпаду	+	+	+	+	+
70.	Стала радіоактивного елемента	+	+	+		+
71.	Іонізуючі випромінювання	+	+	+	+	+
72.	Іонізуюча камера	+	+	+		+
73.	Лічильник Гейгера-Мюллера	+	+	+	+	+
74.	Фотоемальсійний метод	+	+	+	+	+
75.	Камера Вільсона	+	+	+	+	+
76.	Треки	+	+	+	+	+
77.	Ядерна реакція	+	+	+	+	+
78.	Штучне перетворення ядер	+	+	+		+
79.	Нейтрон	+	+	+	+	+
80.	Протон	+	+	+	+	+

1	2	3	4	5	6	7
81.	Енергетичний вихід ядерних реакцій	+	+	+	+	+
82.	Трансуранові елементи	+	+	+		+
83.	Іонізуюча здатність	+	+	+	+	+
84.	Поглинена доза випромінювання	+	+	+	+	+
85.	Рентген	+	+	+	+	+
86.	Грей	+	+	+		+
87.	Дозиметр	+	+	+	+	+
88.	Дозиметрія	+	+	+	+	+
89.	Крапельна модель атома	+	+	+	+	+
90.	Ланцюгова реакція	+	+	+	+	+
91.	Миттєві нейтрони	+	+	+		+
92.	Запізнілі нейтрони	+	+	+		+
93.	Коефіцієнт розмноження нейтронів	+	+	+	+	+
94.	Ядерний реактор	+	+	+	+	+
95.	Збагачений уран	+	+	+	+	+
96.	Критична маса	+	+	+	+	+
97.	Термоядерні реакції	+	+	+	+	+
98.	Елементарна частинка	+	+	+	+	+
99.	Взаємоперетворюваність елементарних частинок	+	+	+		+
100.	Античастинка	+	+	+	+	+
101.	Позитрон	+	+	+	+	+
102.	Антипротон	+	+	+	+	+
103.	Антинейтрон	+	+	+	+	+
104.	Антиречовина	+	+	+	+	+
105.	Нейтрино	+	+	+	+	+
106.	Мезони	+	+	+		+
107.	Лептони	+	+	+		+
108.	Баріони	+	+	+		+
109.	Маса спокою	+	+	+	+	+
110.	Період життя частинки	+	+	+		+
111.	Кварки	+	+	+		+
112.	Фундаментальні взаємодії	+	+	+	+	+
113.	Гравітаційна взаємодія	+	+	+	+	+
114.	Електромагнітна взаємодія	+	+	+	+	+
115.	Сильна взаємодія	+	+	+	+	+
116.	Слабка взаємодія	+	+	+	+	+

Додаток Е. Історія розвитку атомної та ядерної фізики в XIX – XX ст.

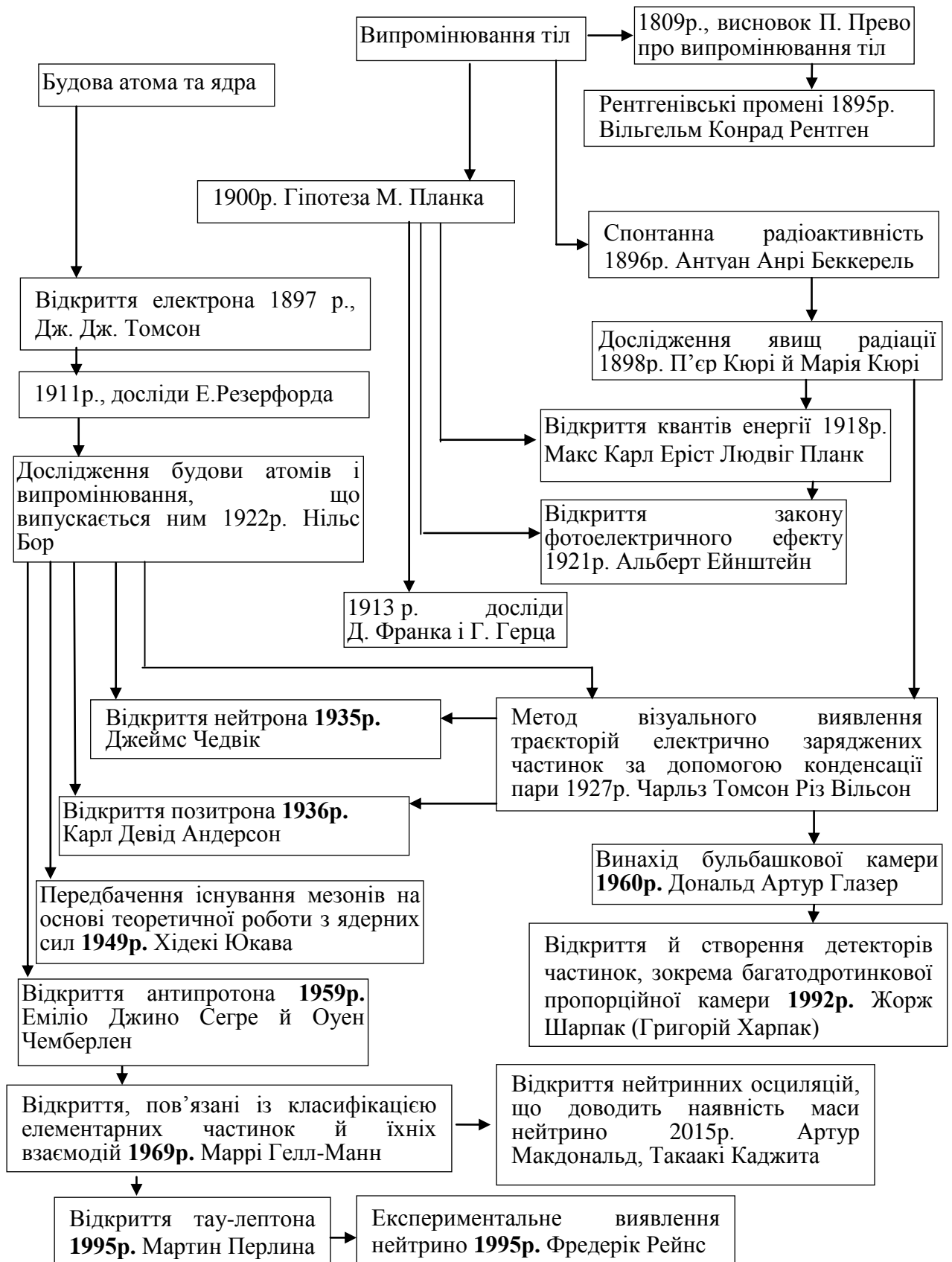


Рис. Е.1. Структурно-логічна схема найважливіших відкриттів у атомній та ядерній фізиці в XIX – XX ст.

Додаток Ж. Елементи знань

Таблиця Ж.1

Елементи знань у атомній та ядерній фізиці

	Елементи знань	Тема	Кількість годин	Кількість понять за одиницю часу
1	2	3	4	5
1	Досліди Резерфорда, ядерна будова атома, ядро атома, заряд ядра, квантові постулати Бора, стаціонарні (дискретні) стани атома, енергетичні рівні атома, збуджений стан атома, основний стан атома, досліди Франка і Герца, електронвольт, електрон	Класичні уявлення про будову атома. Відкриття електрона. Досліди Резерфорда. Ядерна модель атома. Квантові постулати Бора. Поглинання та випромінювання енергії атомом.	2	15/2
2	Неперервний спектр, лінійчатий спектр, спектр випромінювання, спектр поглинання, спектральний аналіз, люмінесценція Квантові генератори, лазери Вимушене випромінювання Голографія	Неперервний і лінійчатий спектри. Спектри поглинання і випромінювання. Спектральний аналіз та його застосування. Створення та застосування квантових генераторів.	2	10/2
3	Нейтрон, протон, нуклони, склад ядра атома, масове число, зарядове число, густина ядра, ядерна реакція, штучне перетворення ядер хімічних елементів, дефект мас, сильна взаємодія, ядерні сили, енергія зв'язку, дефект маси ядра, питома енергія зв'язку, ядерні реакції, закон збереження електричного заряду, закон збереження і перетворення енергії, закон збереження кількості нуклонів, закон збереження імпульсу, закон збереження маси	Склад ядра атома. Енергія зв'язку атомних ядер. Ядерні реакції. Енергетичний вихід ядерних реакцій.	2	21/2
4	Радіоактивність, альфа-промені, бета-промені, гама-промені, альфа-частинка, бета-частинка, радіоактивні ядра, природня радіоактивність, штучна радіоактивність, закон радіоактивного розпаду, альфа-розпад, бета-розпад, гама-розпад, правила зміщення, ізотопи, радіоактивний ряд, період піврозпаду, стала радіоактивного елемента, іонізуючі випромінювання,	Радіоактивність. Альфа-, бета-, гамма-випромінювання. Закон радіоактивного розпаду. Методи реєстрації іонізуючих випромінювань. Одержання та використання радіоактивних ізотопів. Поглинена доза випромінювання та її біологічна дія. Захист від опромінення. Дозиметрія.	2	30/2

1	2	3	4	5
	іонізуюча камера, лічильник Гейгера-Мюллера, фотоемульсійний метод, камера Вільсона, треки, іонізуюча здатність, поглинена доза випромінювання, Рентген, Грей, дозиметр, дозиметрія			
5	Типи ядерних реакцій Реакція захоплення Реакція поглинання і випромінювання Реакція розщеплення на частини Енергетичний вихід ядерних реакцій Трансуранові елементи Крапельна модель атома Ланцюгова реакція Миттєві нейтрони Запізнілі нейтрони Коефіцієнт розмноження нейтронів Ядерний реактор Збагачений уран Критична маса Термоядерні реакції	Поділ ядер урану. Ланцюгова реакція. Ядерні реактори. Термоядерні реакції. Проблеми розвитку ядерної енергетики в Україні. Чорнобильська катастрофа та ліквідація її наслідків. Боротьба за ліквідацію загрози ядерної війни.	2	15/2
6	Елементарна частинка Взаємоперетворюваність елементарних частинок Античастинка Позитрон, антипротон, антинейтрон, антиречовина Нейтрино Мезони Лептони Баріони Маса спокою Період життя частинки Кварки Фундаментальні взаємодії Гравітаційна взаємодія Електромагнітна взаємодія Сильна взаємодія Слабка взаємодія	Елементарні частинки та їх властивості; частинки і античастинки. Взаємоперетворюваність елементарних частинок.	2	19/2

Додаток 3. Предметна компетентність з фізики

Таблиця 3.1

Структура і зміст предметної компетентності з фізики

№	ПП	Зміст поняття
1	П.С. Атаманчук	Предметна компетентність з фізики - це сукупність знань, умінь та навичок у межах предмета, що дозволяє особистості розв'язувати певні завдання через власне ставлення. Предметна компетентність старшокласника з фізики є ознакою високої якості його навчальних умінь можливості установлювати зв'язки між набутими фізичними знаннями та реальною ситуацією, здатності знаходити методи розв'язування, що відповідає проблемі та успішно використовувати свої уміння, сформовані протягом вивчення фізики як навчальної дисципліни в старшій школі.
2	І.А. Чайковська	Структура предметної компетентності з фізики: Когнітивний компонент; Діяльнісний компонент; Особистісний компонент (цілі, мотиви, цінності, рефлексія)
3	А.В. Хуторський	Структурні елементи предметної компетентності з фізики: мотиваційний (готовність до прояву); когнітивний (накопичені знання); діяльнісний (опановані способи діяльності); аксіологічний (ціннісне ставлення до набутих знань, діяльності, особистого зростання)
4	С.Ю. Каменецький	Дослідник розглядає предметну компетентність як готовність і здатність діяти в конкретній предметній галузі. Під здатністю розуміємо «властивість індивіда, яка визначається його можливістю, спроможністю, нахилами до виконання певної діяльності... Здатність зумовлюється рівнем знань, здібностей, навичок, особистісними якостями, розвивається, поглиблюється у процесі практичної діяльності людини»
5	І.О. Зимня	Дослідник вважає, що предметна компетентність містить готовність до прояву (мотиваційний аспект), оволодіння знаннями (когнітивний аспект), уміння проявляти себе у різноманітних ситуаціях (поведінковий аспект), ставлення до змісту компетентності та об'єкту її застосування (ціннісно-смысловий аспект), емоційно-вольову регуляцію процесу, результат прояву компетентності

Додаток II Система демонстраційного експерименту з атомної та ядерної фізики



Рис. II.1. Аналіз системи демонстраційного експерименту з атомної та ядерної фізики в педагогічних коледжах I-II рівнів акредитації

**Додаток К. Матеріали до проведення експертного оцінювання
професійно спрямованої методики навчання атомної і ядерної фізики
студентів педагогічних коледжів**

Додаток К.1. Відомості про експертів

Таблиця К.1.1

Аналітична інформація про експертів

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Вчений ступінь	Посада	Місце роботи	Науково-педагогічний стаж роботи (років)
1.	Стадніченко Світлана Миколаївна	к. пед. н.	доцент кафедри медичної біофізики та інформатики	Державний заклад «Дніпропетровська медична академія Міністерства охорони здоров'я України»	18
2.	Бендес Юрій Петрович	д. пед. н.	кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій	Житомирський державний університет імені Івана Франка	25
3.	Вовкотруб Віктор Павлович	д. пед. н., професор	професор кафедри фізики та методики її викладання, вчитель фізики	ЦДПУ ім. В. Винниченка, Кіровоградський обласний навчально-виховний комплекс (гімназія-інтернат - школа мистецтв)	53
4.	Гаєвський Микола Вікторович	к. ф-м. н.	старший викладач, кафедра статистики та економіки	ЦДПУ ім. В. Винниченка	9
5.	Дробін Андрій Анатолійович	к. пед. н.	методист науково-методичної лабораторії природничо-математичних дисциплін	КЗ КОШЮ ім. В. Сухомлинського	22
6.	Бенедисюк Марія Миколаївна	к. пед. н.	директор школи	Довбиська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів Баранівського району Житомирської області	18
7.	Білецький В'ячеслав В'ячеславович	к. пед. н.	викладач-методист	Державний вищий навчальний заклад «Рівненський коледж економіки та бізнесу»	15
8.	Рацұл Олександр Анатолійович	д. пед. н., професор	завідувач кафедри соціальної роботи, соціальної педагогіки та психології	ЦДПУ ім. В. Винниченка	23

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Вчений ступінь	Посада	Місце роботи	Науково-педагогічний стаж роботи (років)
9.	Сіпій Володимир Володимирович	к. пед. н.	Старший науковий співробітник відділу біологічної, хімічної та фізичної освіти	Інститут педагогіки НАПН України	20
10.	Рябець Сергій Іванович	к. тех. н., доцент	доцент кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності	ЦДПУ ім. В. Винниченка	29
11.	Сірик Едуард Петрович	к. пед. н., доцент	доцент кафедри фізики та методики її викладання	ЦДПУ ім. В. Винниченка	21
12.	Соменко Дмитро Вікторович	к. пед. н.	старший викладач кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності	ЦДПУ ім. В. Винниченка	11
13.	Хомутенко Максим Володимирович	к. пед. н.	Добровеличківський ЗЗСО I-III ступенів №1 Добровеличківської селищної ради Кіровоградської області	ЦДПУ ім. В. Винниченка	7
14.	Трифоновна Олена Михайлівна	д. пед. н., доцент	доцент кафедри природничих наук та методик їхнього навчання	ЦДПУ ім. В. Винниченка	17
15.	Ширбул Олександр Миколайович	к. пед. н.	старший викладач кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності	ЦДПУ ім. В. Винниченка	16
16.	Яременко Людмила Іванівна	к. пед. н., доцент	доцент кафедри прикладної математики, статистики та економіки	ЦДПУ ім. В. Винниченка	26
17.	Засядько Ігор Іванович	к. пед. н.	Викладач фізики	ВНЗ Олександрійський політехнічний коледж	- 26
18.	Подопрігора Наталія Володимирівна	д. пед. н., професор	завідувач кафедри природничих наук та методик їхнього навчання	ЦДПУ ім. В. Винниченка	26

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Категорія	Посада	Місце роботи	Науково-педагогічний стаж роботи (років)
19.	Богун Володимир Іванович	Вища категорія	Викладач фізики	Олександрійський педагогічний фаховий коледж імені В.О. Сухомлинського	35
20.	Летуча Людмила Павлівна	викладач вищої кваліфікаційної категорії,	Викладач фізики	Олександрійський педагогічний фаховий коледж імені В.О. Сухомлинського	39
21	Голець Любов Михайлівна	викладач вищої кваліфікаційної категорії, викладач-методист, відмінник освіти України	Викладач фізики та математики	Педагогічний коледж комунального закладу вищої освіти «Хортицька національна навчально-реабілітаційна академія» Запорізької обласної ради	32
22	Онуфрієнко Олена Григорівна	викладач вищої кваліфікаційної категорії, викладач-методист, відмінник освіти України	Викладач фізики	Педагогічний коледж комунального закладу вищої освіти «Хортицька національна навчально-реабілітаційна академія» Запорізької обласної ради	28
23	Онищук Віктор Володимирович	викладач вищої кваліфікаційної категорії	Викладач фізики	Сарненський педагогічний коледж РДГУ	29
24	Палагута Валерій Іванович	викладач вищої кваліфікаційної категорії	Викладач фізики	Красноградський педагогічний фаховий коледж Комунального закладу «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради	22
25	Мельник Антоніна Андріївна	викладач вищої кваліфікаційної категорії, викладач-методист	Викладач фізики	Кременчуцький педагогічний коледж імені А.С. Макаренка	24

Додаток К.2. Результати експертного оцінювання

Таблиця К.2.1

Експертні оцінки, їх ранги щодо відносної важливості вимог та дані про визначення коефіцієнта конкордації експертних оцінок

№	Дид	Ri	Інф	R2	Наук-тех	R3	Відн	R4	Li	Ti	Ti
1	70	1,4	40	4,0	10	0,3	10	0,3	1	2	6
2	100	0,8	100	0,8	100	1,0	100	0,8	1	2	6
3	60	2,0	70	3,5	30	1,5	70	2,3	0	0	0
4	60	2,0	20	1,0	10	0,3	10	0,3	1	3	24
5	75	7,5	75	2,5	80	0,8	90	1,3	0	0	0
6	85	8,5	90	1,5	90	1,3	95	2,4	0	0	0
7	65	6,5	85	2,8	70	1,4	80	1,1	0	0	0
8	20	1,0	50	0,7	30	1,5	50	0,6	1	2	6
9	80	1,0	70	3,5	85	4,3	80	1,1	0	0	0
10	100	0,8	90	1,5	100	1,0	95	2,4	0	0	0
11	80	1,0	75	2,5	70	1,4	90	1,3	0	0	0
12	100	0,8	100	0,8	80	0,8	100	0,8	1	2	6
13	80	1,0	90	1,5	70	1,4	70	2,3	0	0	0
14	100	0,8	100	0,8	90	1,3	90	1,3	1	2	6
15	100	0,8	100	0,8	100	1,0	100	0,8	1	2	6
16	100	0,8	100	0,8	100	1,0	100	0,8	1	2	6
17	80	1,0	100	0,8	50	1,0	50	0,6	0	0	0
18	90	1,8	80	1,3	100	1,0	100	0,8	0	0	0
19	70	1,4	80	1,3	80	0,8	100	0,8	0	0	0
20	100	0,8	100	0,8	100	1,0	100	0,8	1	2	6
21	30	3,0	100	0,8	40	1,3	50	0,6	0	0	0
22	40	2,0	60	2,0	70	1,4	70	2,3	0	0	0
23	100	0,8	50	0,7	50	1,0	80	1,1	0	0	0
24	100	0,8	50	0,7	50	1,0	50	0,6	0	0	0
25	90	1,8	95	4,8	90	1,3	85	8,5	0	0	0

Таблиця К.2.2

Дані про визначення компетентності експертів

№	Джерело аргументації						Коеф. аргум., K_a	Коеф. знайомс., K_z	Коеф. компет., K_k
	1	2	3	4	5	6			
1	1	1	1	1	0	2	0,3	0,5	0,4
2	3	3	3	3	2	2	0,9	1,0	0,9
3	1	1	1	1	1	2	0,4	0,5	0,4
4	2	3	2	1	2	1	0,6	0,3	0,5
5	2	2	2	2	3	3	0,8	0,8	0,8
6	2	2	2	3	1	2	0,7	1,0	0,8
7	2	2	3	3	1	2	0,7	0,5	0,6
8	1	1	2	1	2	2	0,5	0,4	0,5
9	2	2	2	3	2	2	0,7	0,8	0,8
10	3	3	3	3	2	2	0,9	0,8	0,8
11	2	2	2	2	3	3	0,8	0,8	0,8
12	2	2	2	2	2	1	0,6	0,8	0,7
13	2	3	3	2	2	2	0,8	0,8	0,8
14	2	2	2	2	1	2	0,6	0,9	0,8
15	2	2	3	3	3	1	0,8	1,0	0,9
16	3	3	3	3	3	3	1,0	1,0	1,0
17	3	1	2	2	3	3	0,8	0,5	0,6
18	3	3	2	2	2	2	0,8	1,0	0,9
19	2	3	3	3	3	3	0,9	0,8	0,9
20	3	3	2	2	2	2	0,8	0,8	0,8
21	2	3	3	3	2	2	0,8	0,7	0,8
22	2	2	1	1	2	2	0,6	0,6	0,6
23	2	2	2	2	2	2	0,7	1,0	0,8
24	2	2	2	1	2	3	0,7	0,5	0,6
25	2	3	2	1	2	3	0,7	0,9	0,8

Додаток М. Список публікацій за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації

Додаток М.1. Список опублікованих праць за темою дисертації

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Садовий М. І., Руденко Є. В. Історичний огляд теорій класифікацій елементарних частинок. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2004. Вип. 55. С. 325–328.

2. Садовий М. І., Руденко Є. В. Використання мультимедійних технологій у фізичному експерименті з ядерної фізики. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2007. Вип. 72; Ч. 1. С. 279–285.

3. Садовий М. І., Руденко Є. В. Вивчення процесів ядерної фізики у середній школі. *Information Technologies and Learning Tools*. 2010. Вип. 20. № 6. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/391> (дата звернення 10.03.2019).

4. Садовий М. І., Руденко Є. В. Новітні інформаційні технології на сучасному уроці фізики. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія. Педагогічні науки*. 2012. Вип. 99. С. 111–115.

5. Садовий М. І., Руденко Є. В. Експериментальні задачі з використанням новітніх інформаційних технологій на сучасному уроці фізики. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2015. Вип. 8; Ч. 1. С. 122–126.

6. Садовий М. І., Руденко Є. В. Застосування прикладного програмного забезпечення на позакласних заняттях із фізики у педагогічних навчальних закладах I-II рівня акредитації. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2016. Вип. 9; Ч. 3. С. 172–175.

7. Садовий М. І., Руденко Є. В. Системний підхід у вивченні атомної і ядерної фізики у педагогічних коледжах. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2016. Вип. 10; Ч. 3. С. 83–86.

8. Руденко Є. В., Садовий М. І. Активізація пізнавального інтересу учнів при навчанні квантової фізики з використанням історичного матеріалу. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2017. Вип. 11; Ч. 4. С. 90–93.

9. Руденко Є. В. Проблеми єдності та суперечливості квантових фізичних процесів і явищ у пізнанні мікросвіту. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2018. Вип. 168. С. 193–196.

10. Руденко Є. В. Результати експериментальної перевірки методики навчання квантової фізики в педагогічних коледжах I-II рівня акредитації. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2019. Вип. 177; Ч. 2. С. 60–63.

Публікації у періодичних наукових виданнях інших держав:

11. Садовий М. І., Руденко Є. В., Проценко Є. П., Вергун І. В. Методика висвітлення науково-педагогічної спадщини І.Є.Тамма із застосуванням білінгвального підходу в освітньому процесі з квантової фізики. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. Budapest, Hungary* 2019. Issue: 188, № VII(77). P. 52–54.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

Посібник:

12. Руденко Є. В. Методичні рекомендації з проведення комп'ютерного демонстраційного експерименту з квантової фізики / За ред. М. І. Садового. Кропивницький: ФІРМА БРІЗ, 2018. 140 с.

Матеріали науково-практичних конференцій, тези доповідей:

13. Руденко Є. В., Садовий М. І. Використання на сучасному уроці фізики експериментальних задач на базі новітніх інформаційних технологій. *Сучасні тенденції навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі. зб. матеріалів доп. учасн. II міжнар. наук.-практ. інтернет-конф.*, 15–16 жовт. 2015 р. Кіровоград: КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. С. 56–59.

14. Руденко Є. В., Садовий М. І. Проблеми системного підходу на сучасному уроці фізики *Проблеми та інновації в природничо-математичній і професійній освіті: зб. матеріалів доп. учасн. III міжнар. наук.-практ. онлайн-інтернет конф.*, 17–22 жовт. 2016 р. Кіровоград: КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. С. 84–85.

15. Руденко Є. В. Результати педагогічного експерименту з методики навчання квантової фізики в педагогічних коледжах I-II рівня акредитації. *Проблеми та інновації в природничо-математичній і професійній освіті: зб. матеріалів доп. учасн. VIII міжнар. наук.-практ. онлайн-інтернет конф.* 05–23 квітня 2019 р. Кропивницький: ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. С. 134–135.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

Статті у наукових періодичних виданнях:

16. Садовий М. І., Руденко Є. В. Поняття квантової механіки в школі: проблеми й перспективи. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. 2005. Вип. 60; Ч. 1. С. 287–294.

Додаток М.2. Відомості про апробаціурезультатів дисертації

1. Міжнародна наукова конференція «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (Кіровоград, 2007) очна форма участі;
2. Міжнародна наукова конференція «Сучасні тенденції навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі» (Кіровоград, 2015) очна форма участі;
3. Міжнародна наукова конференція «Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісний і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю» (Кам'янець-Подільський, 2015) дистанційна форма участі;
4. Міжнародна наукова конференція «Сучасні тенденції навчання природничо-математичних та технологічних дисциплін у загальноосвітній та вищій школі» (Кропивницький, 2016) очна форма участі;
5. Міжнародна наукова конференція «Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті» (Кропивницький, 2017) очна форма участі;
6. Міжнародна наукова конференція «Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті» (Кропивницький, 2018) очна форма участі;
7. Міжнародна наукова конференція «Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті» (Кропивницький, 2019) очна форма участі;
8. Міжнародна наукова конференція «Actual Problems of Science and Education APSE – 2019» (Будапешт, 2019) дистанційна форма участі;
9. Всеукраїнська науково-практична конференція «Марафон STEM-уроків» (Кропивницький, 2018) очна форма участі;
10. Всеукраїнська науково-практична конференція «Розвиток сучасної природничо-математичної освіти: реалії проблеми якості, інновації» (Запоріжжя, 2019) дистанційна форма участі;
11. Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених «Наука очима молоді – 2019» (Запоріжжя, 2019) дистанційна форма участі;
12. Міжрегіональна наукова конференція «Теоретико-методичні засади вивчення сучасної фізики та нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах» (Суми, 2015) дистанційна форма участі.

Додаток Н. Довідки про впровадження результатів дисертаційного дослідження



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ КОМУНАЛЬНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД «ЖОВТОВОДСЬКИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ КОЛЕДЖ» ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ»

вул. Франка 5, м. Жовті Воли, 52210, тел./факс (05652) 2-54-16, 2-00-36, E-mail: zvptdkoledzh@gmail.com,
Код ЄДРПОУ 02132964

№ 48 від 30.05 2019

Довідка

про впровадження результатів наукового дослідження з теми «**Методика навчання квантової фізики у педагогічних коледжах I-II рівня акредитації**», проведеного Руденко Євгенієм Володимировичем

Довідка підтверджує, у КВНЗ «Жовтоводський педагогічний коледж» ДОР проводився педагогічний експеримент з впровадження методики навчання атомної та ядерної фізики на основі методичних рекомендацій з проведення комп'ютерного демонстраційного експерименту з атомної та ядерної фізики. У педагогічному експерименті взяли участь студенти другого курсу навчання.

При проведенні педагогічного експерименту активно використовувався викладачами фізики створений Руденко Є.В. комплекс комп'ютерних демонстрацій та методичні рекомендації з проведення комп'ютерного демонстраційного експерименту з атомної та ядерної фізики.

Запровадження у навчальний процес комп'ютерного демонстраційного експерименту з атомної та ядерної фізики перевело навчання на рівень педагогічних технологій спільних досліджень викладачів та студентів; поєднання засобів навчання зменшило час на підготовку до виконання експерименту, і дозволило використовувати комплекс комп'ютерних демонстрацій у будь-який момент навчального заняття та підвищила навчальний інтерес студентів до вивчення фізики.

Директор



С.С. Канівець



**Міністерство освіти і науки України
Полтавська обласна рада
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ КОЛЕДЖ
ІМЕНІ А.С.МАКАРЕНКА**

вул. Лізи Чайкіної, 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39623,
тел., 75-84-70, факс (0536) 75-84-70, E-mail: krem ped k@ukr.net
р/р 35417081036443 ГУ ДКСУ в Полтавській області МФО 831019 Код 02125496

№ 795 від 15.05 2019

ДОВІДКА

Видана Руденко Євгенію Володимировичу в тому, що результати його дисертаційного дослідження на тему: «Методика навчання атомної та ядерної фізики у педагогічних коледжах I-II рівня акредитації» впроваджувались у практику роботи Кременчуцького педагогічного коледжу імені А.С.Макаренка.

Результати дисертаційного дослідження на тему: «Методика навчання атомної та ядерної фізики у педагогічних коледжах I-II рівня акредитації» впроваджувалися у навчально-виховний процес навчального закладу до 2019 р. включно.

До педагогічного експерименту були залучені студенти I-II курсів.

Успішна реалізація методичних рекомендацій з проведення комп'ютерного експерименту з квантової фізики досягалася за дотримання індивідуального підходу до особистості: ергономічності; позитивного зворотного зв'язку. В процесі психологічного розвитку студента висхідною є його навчально-практична діяльність, в процесі якої розвивається мислення.

Важливим фактором діяльності студента при виконанні фізичного експерименту є одержанні результати. Під таким результатом, під час експериментальної перевірки методики навчання квантової фізики на основі комп'ютерного демонстраційного експерименту з квантової фізики, розуміється той ефект його виконання, який показує співвідношення між результатами та потенціальними затратами студента.

Результатом запропонованої методики навчання фізики на основі комп'ютерного експерименту з квантової фізики є задоволеність студентів виконанням експерименту; підвищення рівня навчальних досягнень студентів, підвищення інтересу до вивчення фізики, удосконалення умінь студентів використовувати набуті знання при розв'язуванні практичних та прикладних завдань.

**Голова П(ц)к
математичних дисциплін**

В.о. директора



А.А. Мельник

І.В. Гальченко



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Вищий навчальний комунальний заклад
«Балтське педагогічне училище» Одеської області

66101, Одеська обл., м. Балта, вул. Шевченка, 2, тел., 2-18-86, факс (04866) 2-18-86,
e-mail: pedagogbpu@ukr.net, Код ЄДРПОУ: 36642931

№ 117 від 24.05 2019

Довідка

видана Руденко Євгенію Володимировичу в тому, що результати його дисертаційного дослідження на тему: **«Методика навчання атомної та ядерної фізики у педагогічних коледжах I-II рівня акредитації»** впроваджувались у практику роботи КЗ «Балтське педагогічне училище».

Результати дисертаційного дослідження впроваджувалися у навчально-виховний процес навчального закладу з 2015 по 2018 рр.

На заняттях з фізики використовувався запропонований автором експериментальний комплекс з атомної та ядерної фізики на основі методичних рекомендацій з проведення комп'ютерного демонстраційного експерименту з атомної та ядерної фізики.

До педагогічного експерименту були залучені студенти першого та другого року навчання.

Дослідження показало, що на тих заняттях, де організація навчального заняття була побудована на основі запропонованих автором методичних рекомендацій з проведення комп'ютерного демонстраційного експерименту з атомної та ядерної фізики студенти працювали активніше, що сприяло успішному засвоєнню основ фізичних знань, зменшенню кількості студентів з початковим рівнем навчальних досягнень, підвищенню ефективності та результативності навчально-виховного процесу.

Директор



С.І. Іванніков



КОМУНАЛЬНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ОЛЕКСАНДРІЙСЬКИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ КОЛЕДЖ
ІМЕНІ В.О.СУХОМЛИНСЬКОГО»

пр. Будівельників 39 - А, м. Олександрія, Кіровоградська обл., Україна, 28006
телефони: (05-235) 6-89-62, 6-88-45, e-mail: pedcollege@ukr.net

від 21.03.19 № 49

на № _____ від _____

Довідка

про впровадження результатів наукового дослідження з теми
**«Методика навчання атомної та ядерної фізики у педагогічних коледжах
I-II рівня акредитації»**, проведеного
Руденко Євгенієм Володимировичем

Довідка підтверджує, що. в Комунальному вищому навчальному закладі «Олександрійський педагогічний коледж імені В.О.Сухомлинського» дійсно проводився педагогічний експеримент із впровадження методики навчання квантової фізики на основі методичних рекомендацій щодо проведення комп'ютерного демонстраційного експерименту із квантової фізики.

Перед початком педагогічного експерименту відбулося роз'яснення викладачам фізики: у чому полягає сутність даного підходу до методики навчання фізики, зокрема, викладачам, які взяли участь у педагогічному експерименті, було запропоновано новітнє тлумачення понять, явищ, процесів, законів, суджень із квантової фізики та програмний продукт із натурного та модельного їх демонстрування.

У педагогічному експерименті взяли участь студенти відділень: спеціальності «Початкова освіта» та спеціальності «Фізичне виховання і спорт». Впровадження методики відбувалось під керівництвом вчителя вищої кваліфікаційної категорії Летучої Л.П.

Процес організації навчання з фізики базувався на використанні демонстраційних, дидактичних і програмних матеріалів, за допомогою яких студенти залучались до виконання різних видів діяльності: проведення демонстраційного експерименту із квантової фізики, розв'язування та складання фізичних задач, виконання тестових завдань.

У результаті роботи із впровадження експериментальної методики відбулось підвищення якості навчання студентів, став помітним їх інтерес до вивчення фізики.

Директор



А.В.Литвин



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРТКІВСЬКИЙ ГУМАНІТАРНО-ПЕДАГОГІЧНИЙ КОЛЕДЖ
ІМЕНІ ОЛЕКСАНДРА БАРВІНСЬКОГО**

Тернопільська обл., м. Чортків, вул. Подільська, 41, тел. 2-29-11, тел. – факс 035- 52 – 2-29-11
e-mail: chpu@bigmir.net www.chpu.te.ua

№112 від 28.05.2019 року

ДОВІДКА

Видана Руденку Євгенію Володимировичу в тому, що результати його дисертаційного дослідження на тему: «Методика вивчення атомної та ядерної фізики у педагогічних коледжах I-II рівня акредитації» впроваджувались у практику роботи Чортківського гуманітарно-педагогічного коледжу імені Олександра Барвінського Тернопільської області.

Результат даного дисертаційного дослідження застосовувались у навчально-виховному процесі навчального закладу з 2015 по 2019 рр.

У педагогічному експерименті взяли участь студенти першого та другого курсів.

В процесі впровадження педагогічного експерименту вчителями фізики коледжу активно використовувався створений Руденком Є.В. комплекс комп'ютерних демонстрацій та методичний супровід до них, зокрема методичні рекомендації щодо проведення комп'ютерного експерименту з квантової фізики.

Використання даного авторського комплексу комп'ютерного експерименту стало дієвим засобом оптимізації навчально-виховного процесу з фізики та ефективним методом стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності студентів. Комплекс комп'ютерних демонстрацій викликав жвавий інтерес у вихованців, що дало змогу поглибити знання з фізики, розвинути уміння використовувати набуті знання при розв'язуванні практичних та прикладних завдань, тобто сформуванню життєві компетентності майбутніх педагогів.

Довідка видана за місцем вимоги.

Директор
кандидат педагогічних наук



Р.І.Пахолук