

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

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Хомутенко Максим Володимирович

УДК 373.5.091.33:539.1]:004.77

ДИСЕРТАЦІЯ
МЕТОДИКА НАВЧАННЯ АТОМНОЇ І ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ
СТАРШОКЛАСНИКІВ У ХМАРО ОРІЄНТОВАНОМУ НАВЧАЛЬНОМУ
СЕРЕДОВИЩІ

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.

_____ М. В. Хомутенко

Науковий керівник Трифонова Олена Михайлівна
кандидат педагогічних наук, доцент

АНОТАЦІЯ

Хомутенко М.В. Методика навчання атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі. – 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, 2018.

Розвиток науково-технічного прогресу початку ХХІ ст. ставить нові вимоги до надання освітніх послуг суб'єктам навчання. Освіта має випереджувальний характер і відповідає тенденціям сталого розвитку України. Потужним чинником цього розвитку є її комп'ютерна технологізація, що забезпечує надання освітніх послуг високої якості на сучасному рівні. Застосування інформаційно-комунікаційних та хмарних технологій (ХТ) в освіті спрямовується на всебічний гармонійний розвиток особистості, формування творчості та інноваційності, критичного мислення, вміння розв'язувати проблеми, набувати інформаційної компетентності в інноваційному навчальному середовищі. Провідне місце у цьому процесі належить шкільному курсу фізики, і зокрема фізиці атома і ядра.

В атомній і ядерній фізиці вивчаються закономірності мікросвіту, закони руху елементарних частинок, атомних ядер, атомів, молекул та їх сукупностей; з'ясовується будова атомів і ядер, взаємоперетворення елементарних частинок. Вказаний розділ фізики має широке коло міждисциплінарних зв'язків з іншими науками: астрофізикою, біологією, хімією, теорією квантових комп'ютерів та квантовою криптографією.

Методикою навчання атомної і ядерної фізики у закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО) займались П. С. Атаманчук, О. І. Бугайов, С. П. Величко, М. Т. Мартинюк, М. І. Садовий, І. М. Якименко та ін. В цілому вони визначили три варіанти методики навчання атомної і ядерної фізики: історичний; на основі

радіоактивності та протонно-нейтронної будови ядра; квантових уявлень будови речовини. Значну увагу вченими приділено удосконаленню засобів навчання.

Наприкінці ХХ – початку ХХІ ст. широкого впровадження набули інноваційні, зокрема інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ). Їх розвиток привів до започаткування використання в освітньому процесі ХТ. Міністерство освіти і науки України ініціювало впровадження ряду нормативних документів, зокрема, наказу «Про проведення дослідно-експериментальної роботи за темою «Хмарні сервіси в освіті» на базі загальноосвітніх навчальних закладів України» (наказ № 629 від 21.05.2014). Практичну реалізацію розробки загальних питань використання ХТ в освітньому процесі здійснили С. Г. Литвинова, О. В. Мерзликін, Ю. Г. Носенко, М. В. Попель, С. О. Семеріков, В. П. Сергієнко, О. В. Слободяник, О. М. Спирін, А. М. Стрюк, Ю. В. Триус, М. П. Шишкіна та ін.

Вони розкрили тенденції розвитку інформаційних технологій, хмарних сервісів, показали їх ефективність у вирішенні методичних проблем шкільної освіти, досягнення учнями та вчителем високого рівня мобільності. Успішне використання ХТ потребує формування хмаро орієнтованого навчального середовища (ХОНС). Практика ж роботи ЗЗСО показала, що ще не розроблено належної бази для створення та функціонування такого середовища, а відповідно й методики його впровадження в освітній процес. Це стосується й методики навчання атомної і ядерної фізики. Виникла суперечність між: потенційними можливостями ХТ і ХОНС та станом упровадження їх у методику навчання атомної і ядерної фізики у ЗЗСО.

Окреслені суперечності визначають необхідність розв'язання проблем:

1. Створення ХОНС на базі модернізованого і переструктурованого змісту розділу атомної і ядерної фізики шкільного курсу й новітніх електронних засобів навчання.
2. Формування методики навчання атомної і ядерної фізики та методичного забезпечення для ефективного її функціонування засобами хмаро орієнтованих технологій у ХОНС.

За визначеними проблемами сформульована тема дослідження **«Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі»**.

Мета дослідження полягає в теоретичному та методичному обґрунтуванні доцільності розробки хмаро орієнтованого навчального середовища, створенні методики навчання атомної і ядерної фізики на основі переструктурованого й модернізованого змісту розділу, формуванні методики використання хмаро орієнтованого навчального середовища, апробації доробок в освітньому процесі з фізики.

Відповідно до поставленої мети визначено **завдання дослідження**:

1. Провести аналіз нормативної, психолого-педагогічної, науково-методичної, технічної літератури з теми. Дослідити та проаналізувати зміст і структуру розділу атомної і ядерної фізики, співставити з навчальними програмами рівня стандарт, академічного та профільного рівнів, виявити рівень оптимальності змісту розділу «Атомна і ядерна фізика» в старшій школі; проаналізувати теоретичні аспекти реалізації дидактичних принципів у навчанні атомної і ядерної фізики; дослідити зміст розділу «Атомна і ядерна фізика» у старшій школі на предмет його корегування, щодо доповнення змісту новим матеріалом.

2. Уточнити та сформулювати теоретичні основи, поняття та принципи функціонування хмаро орієнтованого навчального середовища у процесі навчання атомної і ядерної фізики.

3. Розробити хмаро орієнтоване навчальне середовище для організації освітнього процесу з атомної і ядерної фізики в старшій школі. Створити підсистему експерименту для належного комплексного експериментального відображення на базі комп'ютерної техніки та комп'ютерного демонстраційного експерименту процесів і явищ для атомної і ядерної фізики.

4. Розробити та упровадити методику навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі та методичне забезпечення освітнього процесу навчання атомної і ядерної фізики.

5. Провести експериментальну перевірку в закладах загальної середньої освіти методики навчання атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому

навчальному середовищі та експертну оцінку методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі, методичного забезпечення та навчальних матеріалів.

Об'єкт дослідження – освітній процес з фізики у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження полягає в тому, що:

– *уперше*: апробовано і експериментально перевірено сформовані методичні засади методики навчання атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі на основі узагальнених квантових принципів; створено методику навчання атомної та ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі на платформі Moodle;

– *уточнено*: поняття хмаро орієнтованого навчального середовища для атомної і ядерної фізики, зміст діяльнісного, компетентнісного, особистісно зорієнтованого підходів у освітньому процесі атомної і ядерної фізики, що реалізовується в хмаро орієнтованому навчальному середовищі;

– *подальшого розвитку* набули дидактичні принципи науковості, доступності, зв'язку теоретичного матеріалу та практики, наочності, систематичності і послідовності, самостійності і активності у структурі навчання атомної і ядерної фізики учнів старшої школи в хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Практична значущість дослідження: створені та впроваджені в освітній процес навчання атомної і ядерної фізики в закладах загальної середньої освіти комп'ютерні програми «Карта ізотопів» та «Теорія Великого вибуху»; розроблено хмаро орієнтоване навчальне середовище на базі платформ Cloud Physics (cph.moodlecloud.com) та на базі платформи Moodle (moodle.ksru.kr.ua); видано навчально-методичний посібник: «Організація діагностики зі шкільного курсу атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі».

Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел відповідно до розділів (I розділ – 205 найменувань; II розділ – 134 найменування; III розділ – 21 найменування) та 12 додатків. Повний обсяг дисертації – 397 сторінок, основний текст дисертації складає 190 сторінки (8,2 авт. арк.). У дослідженні представлено 16 таблиць, 73 рисунки.

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 дисертації **«Теоретичні основи змісту атомної і ядерної фізики на засадах Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти»** розглянуто проблеми методики навчання атомної і ядерної фізики. Окреслено суперечності між освітніми цілями Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти та результатами їх реалізації в освітньому процесі.

Здійснено аналіз шкільних програм з фізики, який показав, що до 90-х років ХХ ст. поняття атомної і ядерної фізики, фізики елементарних частинок постійно оновлялися у змісті шкільного курсу фізики. У період запровадження гуманітаризації освіти було вилучено зі шкільного курсу ґрунтовні поняття: тиск світла, хімічна дія світла, розвиток поглядів на природу світла. За останні 20 років зменшилася кількість методичних досліджень з розділу: із 1090 проаналізованих авторефератів дисертацій з методики навчання фізики виявлено, що лише 17 з них стосуються методики навчання атомної і ядерної фізики у ЗЗСО. Зміст навчального матеріалу підручників з фізики в основному відповідає рівню розвитку науки фізики 70-х років минулого століття. Це дало змогу на основі історико-генезисного аналізу змісту атомної і ядерної фізики, навчальних програм та підручників визначити підхід до формування нового навчального середовища з атомної і ядерної фізики, у відповідності до

Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти та науково-технічного прогресу через побудову ХОНС та визначення методики його запровадження в освітній процес закладів загальної середньої освіти.

Досліджено особливості формування понять ХТ та ХОНС, як освітнього середовища ХХІ ст., доповнено існуючі характеристики ХОНС, виходячи зі змісту атомної і ядерної фізики: доступність, колективність, різноманітність. Конкретизовано поняття хмаро орієнтованого навчального середовища з фізики. Встановлено, що впровадження ХОНС з фізики в освітній процес ЗЗСО має низку переваг: забезпечує навчальну мобільність, доступність до навчального матеріалу, комунікацію між учителем та учнями, впровадження та поєднання різних навчальних технологій в освітній процес розділу «Атомна і ядерна фізика».

У другому розділі **«Методика навчання атомної і ядерної фізики в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища»** на основі узагальнення праць вчених із методології і методики навчання атомної і ядерної фізики визначено мету та завдання розроблення методики навчання атомної і ядерної фізики в ХОНС, побудовано структуру методики навчання. Методика навчання реалізована на платформі Moodle. Визначено та описано процес створення ХОНС, основні функції та діяльності. Розроблено модель реалізації уроку в ХОНС. Представлена модель уроку відображає форми роботи в ХОНС, що забезпечують отримання знань з різних джерел інформації та якісно розширюють можливості засвоєння навчального матеріалу, сприяючи загальному розвитку учня.

Визначено технологію застосування методів навчання атомної і ядерної фізики в ХОНС для проектної діяльності учнів. Розкрито технологію використання елементів STEM-освіти в ХОНС з атомної і ядерної фізики. Розроблено систему тестових завдань з атомної і ядерної фізики в ХОНС з модулем «Тест» на платформі Moodle, що дозволяє оперативно визначити ступінь засвоєння навчального матеріалу учнями та об'єктивно оцінити результати їх роботи. Створені, апробовані та впроваджені в освітній процес

авторські комп'ютерні програмні продукти «Карта ізотопів» та «Теорія Великого вибуху». Такий підхід забезпечує реалізацію принципу науковості та наочності в ході науково-дослідної роботи учнів на уроках.

У третьому розділі «**Експериментальна перевірка ефективності педагогічного дослідження**» здійснена експериментальна перевірка розробленої методики навчання атомної і ядерної фізики в ХОНС, проведено аналіз статистичних розрахунків отриманих результатів дослідження. В результаті чого встановлено: запропонована методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у ХОНС підтвердила свою якість та доцільність у практичному використанні на уроках фізики.

Після завершення експериментального навчання атомної і ядерної фізики проведено контрольні зрізи знань. В експериментальних класах, де застосовувалася запропонована методика навчання, рівень знань учнів значно вищий, що підтверджує висунуту нами гіпотезу щодо доцільності навчання старшокласників атомної і ядерної фізики в ХОНС. Проведено поелементний аналіз рівня засвоєння знань учнів з атомної і ядерної фізики в контрольних та експериментальних групах. Якість опанування учнями теоретичного матеріалу, вміння застосувати набуті знання на практиці в ході виконання тестових, лабораторних та проектних робіт, як індивідуально, так і в групі значно вища, насамперед за рахунок підвищення мотивації учнів до навчання атомної та ядерної фізики та зацікавленості в опануванні фізичною наукою в цілому.

Експертна оцінка запропонованої методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у ХОНС, методичного забезпечення та навчальних матеріалів показала їх відповідність сучасним інноваційним науково-технічним та дидактичним вимогам, засвідчила ефективність авторської методики навчання атомної і ядерної фізики у старшій школі.

Ключові слова: методика навчання фізики, атомна і ядерна фізика, хмаро орієнтоване навчальне середовище, Moodle, програмне забезпечення, віртуальний фізичний експеримент, освітній процес.

ABSTRACT

Khomutenko M.V. A methodology of teaching senior students atomic and nuclear physics in a cloud oriented learning environment. – In the form of the manuscript.

Thesis for the Candidate Degree in Pedagogical Sciences in specialty 13.00.02 – theory and methodology of teaching (physics) (014 – Secondary education (physics)). – Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University of the Ministry of Education and Science of Ukraine. – Kropivnitsky, 2018.

The development of scientific and technological progress at the beginning of the XXI century. sets new requirements for the provision of educational services to the subjects of study. Education has a pro-active character and corresponds to the tendencies of sustainable development of Ukraine. A powerful factor in this development is its computer technology, which provides high quality educational services at the present level. The use of information and communication technologies and cloud technologies in education is aimed at the comprehensive harmonious development of the individual, the formation of creativity and innovation, critical thinking, the ability to solve problems, acquire information competence in an innovative learning environment. The leading place in this process belongs to the school's physics course, and in particular to the physics of the atom and nucleus.

In atomic and nuclear physics, laws of the microworld, laws of motion of elementary particles, atomic nuclei, atoms, molecules, and their aggregates are studied; The structure of atoms and nuclei, the interconversion of elementary particles is clarified. The given section of physics has a wide range of interdisciplinary connections with other sciences: astrophysics, biology, chemistry, the theory of quantum computers, and quantum cryptography.

P. S. Atamanchuk, O. I. Bugayov, S. P. Velichko, M. T. Martyniuk, M. I. Sadovy, I. M. Yakimenko conducted the method of teaching atomic and nuclear physics at the institutions of general secondary education. In general, they identified three variants of methods of teaching atomic and nuclear physics: historical; on the basis of radioactivity and the proton-neutron structure of the nucleus; quantum representations of the structure of matter. The scientists pay considerable attention to the

improvement of teaching aids.

At the end of the XX – beginning of the XXI century. widespread adoption of innovations, in particular information and communication technologies were acquired. Their development has led to the introduction of cloud technologies in the educational process. The Ministry of Education and Science of Ukraine initiated the implementation of a number of normative documents, in particular, the order «On conducting research work on the topic «Cloud services in education» on the basis of general educational institutions of Ukraine» (Order number 629 dated May 21, 2014). The practical realization of the development of general issues of the use of cloud technologies in the educational process was carried out by S. G. Litvinova, O. V. Merzlikin, Yu. G. Nosenko, M. V. Popel, S. O. Semerikov, V. P. Sergiyenko, O. V. Slobodyany`k, O. M. Spirin, A. M. Stryuk, Yu. V. Trius, M. P. Shishkina and others.

They revealed trends in the development of information technology, cloud services, showed their effectiveness in solving the methodological problems of school education, the achievement of students and high-level teacher mobility. Successful use of cloud technologies requires the formation of a cloud oriented learning environment. The practice in institution of general secondary education work has shown that a proper basis for the creation and operation of such a medium has not yet been developed and accordingly, the methods of its implementation in the educational process. This also applies to methods of teaching atomic and nuclear physics. There was a contradiction between: the potential of cloud technologies and cloud oriented learning environment and the state of their implementation in the methodology of teaching atomic and nuclear physics in institution of general secondary education.

The outlined contradictions determine the need for solving problems:

1. Creation of the cloud oriented learning environment on the basis of the modernized and re-structured content of the section of atomic and nuclear physics of the school course and the latest electronic teaching aids.

2. The formation of teaching methods for atomic and nuclear physics and methodological support for its effective functioning by means of cloud oriented technologies in the cloud oriented learning environment.

According to the identified problems, the topic of the research «**A methodology**

of teaching senior students atomic and nuclear physics in a cloud oriented learning environment» is formulated.

The research objective is to provide theoretical and methodological substantiation of the expediency of developing a cloud oriented learning environment, the creation of a methodology for teaching atomic and nuclear physics on the basis of the re-structured and upgraded content of the section, the formation of a method for the use of cloud oriented learning environment, testing of achievements in the educational process in physics.

To obtain the defined goal the following **research tasks** were defined:

1. To conduct the analysis of normative, psychological and pedagogical, scientific-methodical, technical literature on the topic. To study and analyze the content and structure of the section of atomic and nuclear physics, to compare it with standard level educational programs, academic and profile levels, to determine the optimality of the content of the section «Atomic and Nuclear Physics» in the elementary school; to analyze theoretical aspects of the implementation of didactic principles in the teaching of atomic and nuclear physics; to study the content of the section «Atomic and Nuclear Physics» in high school for the purpose of its correction, in order to add content to the new material.

2. To clarify and formulate theoretical foundations, concepts and principles of the functioning of the cloud oriented learning environment in the process of teaching atomic and nuclear physics.

3. To develop a cloud oriented learning environment for the organization of an educational process on atomic and nuclear physics in high school. To create a subsystem of the experiment for a proper complex experimental display on the basis of computer technology and a computer demonstration experiment of processes and phenomena for atomic and nuclear physics.

4. To develop and implement a methodology for teaching high-school students in the field of atomic and nuclear physics in a cloud oriented learning environment and providing methodological support for the educational process of atomic and nuclear physics.

5. To conduct an experimental examination in the institutions of general secondary education of methods of teaching atomic and nuclear physics in a cloud

oriented learning environment and an expert assessment of the methodology of teaching high-school students atomic and nuclear physics in a cloud oriented learning environment, methodological support and teaching materials.

The **object of research** is the educational process in physics in institutions of general secondary education.

The **subject of the research** is a methodology for teaching high-school students in atomic and nuclear physics in a cloud oriented learning environment.

Scientific novelty of the obtained results comprises the following:

– *for the first time*: the prevailing and methodical principles of the methodology of teaching atomic and nuclear physics in a cloud oriented learning environment based on generalized quantum principles have been tested and experimentally tested; a methodology for teaching high-school students of atomic and nuclear physics in a cloud oriented learning environment on the Moodle platform was created;

– *were specified*: the concept of cloud oriented learning environment for atomic and nuclear physics, the content of activity, competence, personally oriented approaches in the educational process of atomic and nuclear physics, realized in the cloud oriented learning environment;

– *were further developed* of didactic principles of science, accessibility, connection of theoretical material and practice, teaching aids, systematic and consistent work, autonomy and activity in the structure of the teaching of atomic and nuclear physics of high school students in a cloud oriented learning environment.

Practical relevance of the research: created and implemented in the educational process of atomic and nuclear physics training in institutions of general secondary education computer programs «Map of isotops» and «The Big Bang Theory»; cloud oriented learning environment based on CloudPhysics platforms (cph.moodlecloud.com) and based on the Moodle platform (moodle.kspu.kr.ua) is developed; the educational-methodical manual was issued: «Organization of diagnostics from the school course of atomic and nuclear physics in a cloud oriented learning environment».

The dissertation consists of the introduction, three chapters, conclusion to each of them, general conclusion, the list of references to each chapter, appendices. Total volume of the thesis is 397 pages, with body text comprising 190 pages. The paper

suggests 16 tables and 73 pictures.

The introduction states urgency, defines the objective, object, subject, tasks and methods of the research, discloses scientific novelty and practical relevance of the obtained results; provides information about author's personal contribution, as well as about publications and the thesis structure.

The first chapter of the study «**Theoretical foundations of the contents of atomic and nuclear physics on the basis of the State standard of basic and complete secondary education**», the problems of the teaching methodology of atomic and nuclear physics are considered. The contradictions between the educational goals of the State standard of basic and complete general secondary education and the results of their implementation in the educational process are outlined.

The analysis of school programs in physics has been carried out, which showed that by the 90s of the twentieth century. The notion of atomic and nuclear physics, and the physics of elementary particles were constantly updated in the content of the school course of physics. In the period of the introduction of the humanization of education, school concepts were removed from the school course: light pressure, chemical effect of light, development of views on the nature of light. Over the past 20 years, the number of methodological studies on the section has decreased: out of 1090 analyzed abstract dissertations on the methodology of teaching physics revealed that only 17 of them relate to the methods of teaching atomic and nuclear physics in institution of general secondary education. The content of the teaching material and textbooks in physics basically corresponds to the level of development of the science of physics at 70-ies of the last century. That made it possible, on the basis of historical and genesis analysis of the content of atomic and nuclear physics, curricula and textbooks, to determine the approach to the formation of a new learning environment for atomic and nuclear physics, in accordance with the State standard of basic and complete secondary education and scientific and technological progress through construction of cloud oriented learning environment and determination of the methodology for its introduction in the educational process of institutions of general secondary education.

The features of the formation of the concepts of cloud technologies and cloud oriented learning environment, as the educational environment of the XXI century, are researched, the existing characteristics of the cloud oriented learning environment, based on the content of atomic and nuclear physics, accessibility, collectivity, and diversity are supplemented. The concept of the cloud oriented learning environment in physics is conceived. The introduction of the cloud oriented learning environment from physics in the educational process institution of general secondary education has a number of advantages: it provides learning mobility, access to learning material, communication between teacher and students, the implementation and combination of different learning technologies into the educational process section «Atomic and nuclear physics».

In the second chapter «**Methodology of teaching atomic and nuclear physics in the conditions of a cloud oriented learning environment**», based on the synthesis of scientists' work on methodology and methods of teaching atomic and nuclear physics, is determined the goal and tasks of developing a methodology for teaching atomic and nuclear physics in the cloud oriented learning environment and the structure of teaching methods is constructed. The teaching method is implemented on the platform of Moodle. The cloud oriented learning environment creation process, the main functions and activities are determined and described. A model for implementing the lesson in the cloud oriented learning environment is developed. The presented model of the lesson reflects the forms of work in the cloud oriented learning environment, which ensure the acquisition of knowledge from various sources of information and qualitatively expand the possibilities of learning the teaching material, contributing to the general development of the student.

The technology of application of methods of teaching atomic and nuclear physics in cloud oriented learning environment for the project activity of students is determined. The technology of the use of elements of STEM-education in the cloud oriented learning environment on atomic and nuclear physics is developed. A system of test tasks on atomic and nuclear physics in the cloud oriented learning environment with the module «Test» on the platform Moodle has been developed, which allows to quickly determine the degree of mastering the study material by students and objectively evaluate the results of their work. The author's computer software products

«Map of isotops» and «The Big Bang Theory» have been created, tested and implemented in the educational process. This approach ensures the implementation of the principle of scientific work and teaching aids in the course of scientific research work of students at the lessons.

In the third chapter «**Experimental verification of the effectiveness of pedagogical research**» an experimental verification of the developed methodology of atomic and nuclear physics training in the cloud oriented learning environment was carried out, the analysis of statistical calculations of the obtained results of the research was carried out. As a result, it was established: the proposed methodology for teaching atomic and nuclear physics of high school students at the cloud oriented learning environment has confirmed its quality and expediency in practical use in physics classes.

After completion of experimental studies of atomic and nuclear physics, control cuts of knowledge were conducted. In the experimental classes, where the proposed method of teaching was used, the level of knowledge of students is much higher, which confirms our hypothesis about the feasibility of teaching high school students in atomic and nuclear physics in the cloud oriented learning environment. The elemental analysis of pupils' knowledge acquisition of atomic and nuclear physics in control and experimental groups was carried out. The quality of mastering the theoretical material, the ability to apply the acquired knowledge in practice during the performance of test, laboratory and design works, both individually and in group, is much higher, primarily through increased motivation of students to study atomic and nuclear physics and interest in mastering physical science in general.

The expert assessment of the proposed methodology for teaching atomic and nuclear physics of senior pupils in the cloud oriented learning environment, methodological support and teaching materials showed their compliance with modern scientific, technical and didactic requirements, and proved the effectiveness of the author's methodology for teaching atomic and nuclear physics in high school.

Keywords: physics teaching methodology, atomic and nuclear physics, cloud oriented learning environment, Moodle, software, virtual 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. Хомутенко М. В. Проблеми навчання рівноваги на уроках фізики в старшій школі / М. В. Хомутенко, М. І. Садовий, О. М. Трифонова // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технічної освіти : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2014. – Вип. 6, ч. 1. – С. 115–120. – Бібліогр.: 13 назв.

2. Хомутенко М. В. Становлення понять «навчальне середовище» та «хмаро орієнтоване навчальне середовище» / М. В. Хомутенко // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технічної освіти : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2015. – Вип. 8, ч. 4. – С. 111–120. – Бібліогр.: 22 назв.

3. Садовий М. І. Методика формування уявлень про сучасну наукову картину світу в хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. І. Садовий, О. М. Трифонова, **М. В. Хомутенко** // Вісник Черкаського національного університету. Серія: Педагогічні науки : зб. наук. пр. – Черкаси, 2016. – Вип. 7. – С. 8–16. – Бібліогр.: 10 назв.

4. Хомутенко М. В. Віртуальний фізичний експеримент в хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. В. Хомутенко // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технічної освіти : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2016. – Вип. 9, ч. 3. – С. 175–179. – Бібліогр.: 17 назв.

5. Хомутенко М. В. Організація педагогічного тестування з фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. В. Хомутенко // Збірник наукових праць. Педагогічні науки: зб. наук. пр. / Херсонський державний університет. – Херсон, 2016. – Вип. LXXI, Том 1. – С. 177–182. – Бібліогр.: 15 назв.

6. Хомутенко М. В. Полісуб'єктний підхід у навчанні атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. В. Хомутенко // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технічної

освіти : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2016. – Вип. 10, ч. 3. – С. 97–103. – Бібліогр.: 23 назви.

7. Хомутенко М. В. Організація та результати педагогічного експерименту з упровадження методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. В. Хомутенко // Наукові записки. Серія: проблеми методики фізико-математичної і технічної освіти : зб. наук. пр. / ЦДПУ ім. В. Винниченка. – Кропивницький, 2017. – Вип. 11, ч. 4. – С. 113–117. – Бібліогр.: 8 назв.

Публікації у міжнародних виданнях або виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз даних:

8. Садовий М. І. Застосування ІКТ для дослідження систем з найменшою енергією / М. І. Садовий, **М. В. Хомутенко**, О. М. Трифонова // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. І. Огієнка. Серія : педагогічна : зб. наук. пр. – Кам'янець-Подільський, 2013. – Вип. 19 : Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю. – С. 234–237. – Бібліогр.: 10 назв. – (Index Copernicus; ICV 2012: 5.08).

9. Садовий М. І. Формування експериментально-орієнтованого навчального середовища вивчення фізики / М. І. Садовий, В. В. Слюсаренко, О. М. Трифонова, **М. В. Хомутенко** // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – 2014. – П(16), Issue: 33. – Р. 79–83. – Бібліогр.: 10 назв.

10. Хомутенко М. В. Комп'ютерне моделювання процесів в атомному ядрі [Електронний ресурс] / М. В. Хомутенко, М. І. Садовий, О. М. Трифонова // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2015. – Том 45, № 1. – С. 78–92. – Бібліогр.: 19 назв. – (Web of Science; Index Copernicus; ICV 2015: 56,90). – Режим доступу: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1191>.

11. Хомутенко М. В. Застосування хмарних технологій в організації навчального середовища на уроках фізики / М. В. Хомутенко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. І. Огієнка. Серія : педагогічна : зб. наук. пр. – Кам'янець-Подільський, 2015. – Вип. 21 : Дидактика

фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю. – Бібліогр.: 13 назв. – С. 297–300. – (Index Copernicus; ICV 2015: 80,87).

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

Посібники:

12. Хомутенко М. В. Організація діагностики зі шкільного курсу атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі : навч. посіб. / М. В. Хомутенко ; ред. О. М. Трифонової. – Кропивницький : ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2017. – 88 с. – Бібліогр.: с. 83 (10 назв).

Матеріали науково-практичних конференцій, тези доповідей:

13. Хомутенко М. В. Застосування різних програмних середовищ для моделювання фізичних процесів / М. В. Хомутенко // XV Всеукраїнська наукова конференція молодих вчених «Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях молодих вчених «Родзинка – 2013» (18–19 квітня 2013 р., Черкаси) : зб. тез доп. – Черкаси, 2013. – С. 65–67.

14. Садовий М. І. Інформаційно-комунікаційні технології навчання як один із способів моделювання фізичного експерименту / М. І. Садовий, О. М. Трифонова, **М. В. Хомутенко** // Міжнар. наук. конф. «Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю» (1–2 жовтня 2013 р., Кам'янець-Подільський) : зб. тез доп. – Кам.-Под., 2013. – С. 179–182.

15. Хомутенко М. В. Застосування комп'ютерного моделювання при вивченні фізичних процесів / М. В. Хомутенко, М. І. Садовий // V Всеукр. студ. наук. Інтернет-конф. «Комп'ютери у навчальному процесі» (17–18 квітня 2014 р., Умань) : зб. тез доп. – Умань, 2014. – С. 227–231.

16. Хомутенко М. В. Інформаційно-комунікаційні технології як засіб поліпшення якості навчання фізики / М. В. Хомутенко, О. М. Трифонова // II Всеукр. наук.-практ. конф. молод. учен. «Наукова молодь-2014» (11 грудня 2014 р., Київ) : зб. тез доп. – Київ, 2014. – С. 80–83.

17. Хомутенко М. В. Формування базових уявлень про рівновагу з використанням комп'ютерного моделювання / М. В. Хомутенко,

О. М. Трифонова // Всеукр. наук.-практ. конф. студ. та молод. наук. «Фізика. Технології. Навчання» (26 березня 2015 р., Кропивницький) : зб. тез доп. – Кіровоград, 2015. – С. 183–188.

18. Хомутенко М. В. Дослідження методики навчання симетрії у науково-методичних доробках Івана Захаровича Ковальова / М. В. Хомутенко, М. І. Садовий // Міжнар. наук.-практ. конф. «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (22–23 травня 2015 р., Кіровоград) : зб. тез доп. – Кіровоград, 2015. – С. 10–13.

19. Хомутенко М. В. Використання платформи Classroom під час вивчення фізики / М. В. Хомутенко // X Міжнар. наук. конф. «Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технічного профілю» (7–8 жовтня 2015 р., Кам'янець-Подільський) : зб. тез доп. – Кам'янець-Подільський, 2015. – С. 160–161.

20. Хомутенко М. В. Поєднання хмарних технологій та ідей І.Є.Тамма у реалізації наукового розвитку вивчення фізики / М. В. Хомутенко // II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. присвячена 120-річчю від дня народження Ігоря Євгеновича Тамма «Сучасні тенденції навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі» (15–16 жовтня 2015 р., Кіровоград) : зб. тез доп. – Кіровоград, 2015. – С. 73–74.

21. Хомутенко М. В. Організація самостійної діяльності учнів в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища з фізики / М. В. Хомутенко // Всеукр. наук.-практ. конф. «Особливості підвищення якості природничої освіти в умовах технологізованого суспільства» (29 жовтня 2015 р., Миколаїв) : зб. тез доп. – Миколаїв, 2015. – С. 194–197.

22. Хомутенко М. В. Історико-генезисний розвиток уявлень про хмаро орієнтоване навчальне середовище / М. В. Хомутенко, О. М. Трифонова // Всеукр. наук.-практ. конф. студ. та молод. наук. «Фізика. Технології. Навчання» (26 березня 2016 р., Кіровоград) : зб. тез доп. – Кіровоград, 2016. – С. 104–109.

23. Хомутенко М. В. Застосування хмаро орієнтованого навчального середовища при використанні віртуальної наочності в атомній фізиці / М. В. Хомутенко // II Міжнар. наук.-практ. онлайн-Інтернет конф. «Проблеми та

інновації в природничій, технологічній та професійній освіті» (20–23 квітня 2016 р., Кіровоград) : зб. тез доп. – Кіровоград, 2016. – С. 64–67.

24. Садовий М. І. Хмаро орієнтоване навчальне середовище – основа розвитку сучасної наукової картини світу / М. І. Садовий, О. М. Трифонова, **М. В. Хомутенко** // Міжнар. семінар «Хмарні технології в освіті «СТЕ2015» (20 травня 2016 р., Кривий Ріг) : зб. тез доп. – Кривий Ріг, 2016. – Том XIV. – С. 73–74.

25. Хомутенко М. В. Створення тестів за допомогою сервісу Google Forms / М. В. Хомутенко // Міжнар. наук.-практ. конф. «Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі» (15–16 вересня 2016 р., Херсон) : зб. тез доп. – Херсон, 2016. – С. 137–139.

26. Хомутенко М. В. Методика преподавания современных вопросов физики в облачно ориентированной учебной среде / М. В. Хомутенко, Н. И. Садовой, Е. М. Трифонова // Межвуз. науч.-практ. конф. «Профессиональная направленность курсов физических дисциплин при подготовке будущих специалистов в университете» (13–14 октября 2016 г., Брест, Республика Беларусь) : сб. тез. докл. – Брест, 2016. – С. 71–75.

27. Хомутенко М. В. Полісуб'єктний підхід у навчанні фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. В. Хомутенко // III Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. «Сучасні тенденції навчання природничо-математичних та технічних дисциплін у загальноосвітній та вищій школі» (17–22 жовтня 2016 р., Кіровоград) : зб. тез доп. – Кіровоград, 2016. – С. 109–111.

28. Хомутенко М. В. Реалізація комбінованого навчання в хмаро орієнтованому навчальному середовищі з фізики / М. В. Хомутенко, О. М. Трифонова // Всеукр. наук.-практ. конф. студ. та молод. наук. «Фізика. Математика. Комп'ютерні науки. Статистика. Освітні вимірювання. Технології. Навчання» (24 березня 2017 р., Кропивницький) : зб. тез доп. – Кропивницький, 2017. – С. 107–113.

29. Хомутенко М. В. Педагогічний експеримент з упровадження методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. В. Хомутенко // V Міжнар. наук.-практ. онлайн-

Інтернет конф. «Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті» (10–21 квітня 2017 р., Кропивницький) : зб. тез доп. – Кропивницький, 2017. – С. 88–90.

30. Хомутенко М. В. Реалізація STEM-освіти в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища з фізики / М. В. Хомутенко, М. І. Садовий, О. М. Трифонова // II Міжнар. наук.-практ. семінар «STEM-освіта - проблеми та перспективи» (25–26 жовтня 2017 р., Кропивницький) : зб. тез доп. – Кропивницький, 2017. – С. 112–114.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

Статті у наукових періодичних виданнях:

31. Хомутенко М. В. Методика організації «перевернутого» навчання з фізики з використанням хмарних технологій / М. В. Хомутенко // Наукові записки. Серія: проблеми методики фізико-математичної і технічної освіти : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2015. – Вип. 8, ч. 1. – С. 158–162. – Бібліогр.: 12 назв.

32. Хомутенко М. В. Використання фізичних знань у сучасних технологіях медицини / М. В. Хомутенко, М. І. Садовий // Студентський науковий вісник : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2014 – Вип. 13. – С. 253–258. – Бібліогр.: 10 назв.

33. Хомутенко М. В. Роль концепції Г.С. Костюка для розвитку учнів в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища / М. В. Хомутенко // Наукова спадщина Григорія Костюка і сучасні проблеми особистісно орієнтованої освіти (18–29 квітня 2016 р., Кіровоград) : зб. матер. всеукр. наук.-метод. Ін-т. конф. – Кіровоград, 2016. – С. 357–366. – Бібліогр.: 9 назв.

34. Садовой Н. И. Учебный физический эксперимент в облачно ориентированной учебной среде / Н. И. Садовой, Е. М. Трифонова, **М. В. Хомутенко** // Современные образовательные Web-технологии в системе школьной и профессиональной подготовки (25–27 мая 2017 г., Арзамас, Российская Федерация) : сб. науч. тр. междунар. научно-практ. конф. – Арзамас, 2017. – С. 256–265. – Библиогр.: 12 назв.

Авторські свідоцтва:

35. А. с. Комп'ютерна програма «Карта ізотопів» / **М. В. Хомутенко**, М. І. Садовий, О. М. Трифонова (Україна) – № 58666 ; заявка 03.12.2014 № 58846 ; зареєстровано 16.02.2015 ; опублік. 30.04.2015, Бюл. № 36.

36. А. с. Комп'ютерна програма «Теорія Великого вибуху» / **М. В. Хомутенко**, М. І. Садовий, О. М. Трифонова (Україна) – № 67189 ; заявка 10.06.2016 № 67833 ; зареєстроване 11.08.2016 ; опублік. 28.10.2016, Бюл. № 42.

37. А. с. Навчальний посібник «Організація діагностики зі шкільного курсу атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі» / М. В. Хомутенко (Україна) – № 74312 ; заявка 19.08.2017 № 75013 ; зареєстроване 20.10.2017 ; опублік. 26.01.2018, Бюл. № 47.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	25
ВСТУП	26
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ АТОМНОЇ І ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ НА ЗАСАДАХ ДЕРЖАВНОГО СТАНДАРТУ БАЗОВОЇ І ПОВНОЇ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ.....	37
1.1. Еволюція методики навчання атомної і ядерної фізики у закладах загальної середньої освіти України.....	37
1.2. Історико-методологічні засади структурування основ квантової теорії, як механізму опису явищ атомної і ядерної фізики.....	43
1.3. Аналіз програм та змісту підручників розділу атомної і ядерної фізики старшої школи ХХ – на початку ХХІ століття.....	56
1.4. Становлення уявлень про хмаро орієнтоване навчальне середовище	70
1.5. Хмаро орієнтовані навчальні середовища у закладах загальної середньої освіти	81
Висновки до розділу 1	91
Список використаних джерел до розділу 1	93
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА НАВЧАННЯ АТОМНОЇ І ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ В УМОВАХ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА	116
2.1. Реалізація методичної системи в освітньому процесі атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі	116
2.2. Особливості використання платформи Moodle в методиці навчання атомної і ядерної фізики у хмаро орієнтованому навчальному середовищі.....	144
2.3. Форми та методи навчання атомної та ядерної фізики учнів закладів загальної середньої освіти у хмаро орієнтованому навчальному середовищі.....	162
2.3.1. Навчальні проекти з фізики як вид самостійної діяльності в хмаро орієнтованому навчальному середовищі.	162
2.3.2. STEM-освіта в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища..	170
2.3.3. Модернізація системи експерименту в освітньому процесі атомної і ядерної фізики у хмаро орієнтованому навчальному середовищі.	178

2.4. Використання хмаро орієнтованого навчального середовища з атомної і ядерної фізики для оцінювання знань учнів за допомогою тестового контролю знань	190
Висновки до розділу 2.....	206
Список використаних джерел до розділу 2	208
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕДАГОГІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ	225
3.1. Організація педагогічного експерименту	225
3.2. Результати педагогічного експерименту	229
3.3. Експертна оцінка методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі	245
Висновки до розділу 3.....	251
Список використаних джерел до розділу 3	253
ВИСНОВКИ	256
ДОДАТКИ.....	259

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЕОМ – електронно-обчислювальні машини

ЕОР – електронні освітні ресурси

ЗЗСО – заклад загальної середньої освіти

ЗШ – загальноосвітня школа

ІКМ – інформаційно-комунікаційні мережі

ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології

КЗ – комунальний заклад

МНФ – методика навчання фізики

НАПН – Національна академія педагогічних наук

НВО – навчально-виховне об'єднання

ОП – освітній процес

ОС – операційна система

ПЗ – програмне забезпечення

ПК – персональний комп'ютер

ХО – хмарні обчислення

ХОНС – хмаро орієнтоване навчальне середовище

MOODLE – Modular Object Oriented Distance Learning Environment

ВСТУП

Розвиток науково-технічного прогресу початку XXI ст. ставить нові вимоги до надання освітніх послуг суб'єктам навчання. Освіта має випереджувальний характер і відповідає тенденціям сталого розвитку України. Потужним чинником цього розвитку є її комп'ютерна технологізація, що забезпечує надання освітніх послуг високої якості на сучасному рівні. Застосування інформаційно-комунікаційних та хмарних технологій (ХТ) в освіті спрямовується на всебічний гармонійний розвиток особистості, формування творчості та інноваційності, критичного мислення, уміння розв'язувати проблеми, набувати інформаційної компетентності в інноваційному навчальному середовищі. Провідне місце у цьому процесі належить шкільному курсу фізики, і зокрема фізиці атома і ядра.

В атомній і ядерній фізиці вивчаються закономірності мікросвіту, закони руху елементарних частинок, атомних ядер, атомів, молекул та їх сукупностей; з'ясовується будова атомів і ядер, взаємоперетворення елементарних частинок. Вказаний розділ фізики має широке коло міждисциплінарних зв'язків з іншими науками: астрофізикою, біологією, хімією, теорією квантових комп'ютерів та квантовою криптографією.

Методикою навчання атомної і ядерної фізики у закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО) займались П. С. Атаманчук, О. І. Бугайов, С. П. Величко, М. Т. Мартинюк, М. І. Садовий, І. М. Якименко та ін. В цілому вони визначили три варіанти методики навчання атомної і ядерної фізики: історичний; на основі радіоактивності та протонно-нейтронної будови ядра; квантових уявлень будови речовини. Значну увагу вченими приділено удосконаленню засобів навчання.

Наприкінці XX – початку XXI ст. широкого впровадження набули інноваційні, зокрема інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ). Їх розвиток привів до започаткування використання в освітньому процесі ХТ. Міністерство освіти і науки України ініціювало впровадження ряду нормативних документів, зокрема, наказу «Про проведення дослідно-експериментальної роботи за темою

«Хмарні сервіси в освіті» на базі загальноосвітніх навчальних закладів України» (наказ від 21.05.2014 р. № 629). Дослідженням проблеми використання засобів ІКТ та хмарних технологій в освітньому процесі фізики, їх теоретичним і експериментальним обґрунтуванням займалися вітчизняні та зарубіжні вчені, зокрема, В. Ю. Биков, А. В. Касперський, І. О. Теплицький, М. І. Шут, (використання у освітньому процесі комп'ютерних моделей), Б. А. Сусь, В. П. Сергієнко (навчання фізики за допомогою електронних посібників), М. І. Жалдак, Н. В. Морзе, Ю. С. Рамський (використання комп'ютерно орієнтованих засобів навчання математики, фізики та інформатики), Ю. І. Машбиць, В. Ю. Биков, О. С. Мартинюк, О. М. Спірін (навчання у комп'ютерно орієнтованих системах), В. П. Вовкотруб, М. Т. Мартинюк, М. І. Садовий, В. Д. Сиротюк, О. М. Трифонова (використання учителем на уроках фізики комп'ютерної техніки), Ю. П. Бендес, Ю. О. Жук, В. А. Кушнір, М. І. Садовий, В. П. Сергієнко, О. В. Слободяник, О. М. Трифонова (використання інформаційно-комунікаційних технологій в освітньому процесі з фізики); С. Г. Литвинова, О. В. Мерзликін, Ю. Г. Носенко, М. В. Попель, С. О. Семеріков, О. М. Спірін, О. М. Стрюк, Ю. В. Триус, М. П. Шишкіна (хмарні сервіси в освіті), О. В. Мерзликін, М. І. Садовий, О. М. Трифонова (хмарні технології в процесі навчання фізики), В. П. Вовкотруб, О. С. Мартинюк, Н. В. Подопрігора, Д. В. Соменко (використання комп'ютерної техніки в навчальних експериментах з фізики), Л. Ю. Благодаренко, В. П. Вовкотруб, О. І. Ляшенко, М. Т. Мартинюк, О. А. Коновал, М. І. Садовий, В. Д. Шарко, М. І. Шут (удосконалення змістового компоненту фізичної освіти), Б. Г. Кремінський, О. М. Царенко (технології дистанційного навчання фізики) та ін.

Вони розкрили тенденції розвитку інформаційних технологій, хмарних сервісів, показали їх ефективність у вирішенні методичних проблем шкільної освіти, досягнення учнями та вчителем високого рівня мобільності. За цих умов зміст підручника з фізики разом з іншими електронними освітніми ресурсами переноситься у Web-середовище, завдяки чому суттєво розширюється спектр засобів ІКТ для освітнього процесу з фізики. Успішне використання ХТ потребує

формування хмаро орієнтованого навчального середовища (ХОНС). Практика ж роботи ЗЗСО показала, що ще не розроблено належної бази для створення та функціонування такого середовища, а відповідно й методики його впровадження в освітній процес. Це стосується й методики навчання атомної і ядерної фізики. Виникла суперечність між: потенційними можливостями ХТ і ХОНС та станом упровадження їх у методику навчання атомної і ядерної фізики у ЗЗСО.

Окреслені суперечності визначають необхідність розв'язання проблем:

1. Створення ХОНС на базі модернізованого і переструктурованого змісту розділу атомної і ядерної фізики шкільного курсу й новітніх електронних засобів навчання.

2. Формування методики навчання атомної і ядерної фізики та методичного забезпечення для ефективного її функціонування засобами хмаро орієнтованих технологій у ХОНС.

За визначеними проблемами сформульована тема дослідження **«Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі»**.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Напрямок дослідження відповідає тематичному плану наукових досліджень кафедри фізики та методики її викладання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка «Система управління якістю підготовки майбутніх учителів математики, фізики та інформатики на основі інформаційно-комунікаційних технологій» (протокол № 5 від 08.12.2011); є складовою тем: «Теоретико-методичні основи навчання фізики і технологій у загальноосвітніх і вищих навчальних закладах» (держ. реєстр. № 0116U005381) та «Хмаро орієнтована віртуалізація навчального експерименту з фізики в профільній школі» (держ. реєстр. № 0116U005382) Лабораторії дидактики фізики Інституту педагогіки Національної академії педагогічних наук України в Центральноукраїнському державному педагогічному університеті імені Володимира Винниченка (довідка № 268-н 18.12.2017).

Тема дослідження затверджена Вченою радою Центральноукраїнського (Кіровоградського) державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (протокол № 4 від 26.10.2015) й узгоджена в Міжвідомчій раді з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук в Україні (протокол № 8 від 15.12.2015).

Мета дослідження полягає в теоретичному та методичному обґрунтуванні доцільності розробки хмаро орієнтованого навчального середовища, створенні методики навчання атомної і ядерної фізики на основі переструктурованого й модернізованого змісту розділу, формуванні методики використання хмаро орієнтованого навчального середовища, апробації доробок в освітньому процесі з фізики.

Об'єкт дослідження – освітній процес з фізики у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Об'єкт, предмет і мета дослідження зумовили необхідність розв'язання таких завдань:

1. Провести аналіз нормативної, психолого-педагогічної, науково-методичної, технічної літератури з теми. Дослідити та проаналізувати зміст і структуру розділу атомної і ядерної фізики, співставити з навчальними програмами рівня стандарт, академічного та профільного рівнів, виявити рівень оптимальності змісту розділу «Атомна і ядерна фізика» в старшій школі; проаналізувати теоретичні аспекти реалізації дидактичних принципів у навчанні атомної і ядерної фізики; дослідити зміст розділу «Атомна і ядерна фізика» у старшій школі на предмет його корегування, щодо доповнення змісту новим матеріалом.

2. Уточнити та сформулювати теоретичні основи, поняття та принципи функціонування хмаро орієнтованого навчального середовища у процесі навчання атомної і ядерної фізики.

3. Розробити хмаро орієнтоване навчальне середовище для організації освітнього процесу з атомної і ядерної фізики в старшій школі. Створити

підсистему експерименту для належного комплексного експериментального відображення на базі комп'ютерної техніки та комп'ютерного демонстраційного експерименту процесів і явищ для атомної і ядерної фізики.

4. Розробити та упровадити методику навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі та методичне забезпечення освітнього процесу навчання атомної і ядерної фізики.

5. Провести експериментальну перевірку в закладах загальної середньої освіти методики навчання атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі та експертну оцінку методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі, методичного забезпечення та навчальних матеріалів.

Методи дослідження:

– **теоретичні:** проведення аналізу, порівняння, узагальнення, систематизація наукових та науково-методичних, технічних джерел з проблеми дослідження (п. 1.1–1.3); аналіз та дослідження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій навчання фізики з метою обґрунтування доцільності створення хмаро орієнтованого навчального середовища з атомної і ядерної фізики (п. 1.4–1.5);

– **емпіричні:** спостереження, анкетування, тестування з метою констатації стану досліджуваної теми (п. 3.2); педагогічний експеримент з метою апробації розробленої методики навчання атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі (п. 3.2); проведення експертної оцінки запропонованої методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі, методичного забезпечення та навчальних матеріалів (п. 3.3);

– **статистичні:** статистична оцінка експериментальних даних щодо ефективності запропонованої методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі (п. 3.2).

Методологічну основу дослідження становлять наукові та психолого-педагогічні положення процесу пізнання та усвідомлення учнями основ атомної і ядерної фізики, засвоєння основних фізичних понять і законів розділу,

формування наукового світогляду, педагогічні концепції особистісно зорієнтованого, компетентнісного та діяльнісного підходів до навчання, що зазначені в Законах України «Про освіту», «Про загальну середню освіту» та Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти.

Теоретичною основою є дослідження вітчизняних та зарубіжних учених з становлення та розвитку атомної і ядерної фізики (О. І. Бугайов, В. П. Дущенко, Л. Д. Костенко, І. М. Кучерук, Г. Г. Кордун, Б. В. Медведєв, В. В. Мултановський, В. П. Муляр, М. І. Садовий, А. Д. Суханов, І. І. Тичина). Результати досліджень з теорії та методики навчання атомної і ядерної фізики, викладені в працях П. С. Атаманчука, О. І. Бугайова, С. П. Величка, С. У. Гончаренка, Є. В. Коршака, О. І. Ляшенка, М. Т. Мартинюка, А. А. Пінського, В. Г. Разумовського, Л. І. Резнікова, Н. О. Родіної, Н. М. Шахмаєва, М. І. Садового, О. В. Сергєєва, О. М. Трифоновой, Б. М. Яворського; доробки щодо застосування інформаційно-комунікаційних та хмарних технологій викладені в працях В. Ю. Бикова, М. І. Жалдака, Ю. О. Жука, С. Г. Литвинової, Н. В. Морзе, М. В. Попель, Ю. С. Рамського, С. О. Семерікова, А. М. Стрюка, М. П. Шишкіної.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження полягає в тому, що:

– *уперше*: апробовано і експериментально перевірено сформовані методичні засади методики навчання атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі на основі узагальнених квантових принципів; створено методику навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі на платформі Moodle;

– *уточнено*: поняття хмаро орієнтованого навчального середовища для атомної і ядерної фізики, зміст діяльнісного, компетентнісного, особистісно зорієнтованого підходів у освітньому процесі атомної і ядерної фізики, що реалізовується в хмаро орієнтованому навчальному середовищі;

– *подальшого розвитку* набули дидактичні принципи науковості, доступності, зв'язку теоретичного матеріалу та практики, наочності, систематичності і послідовності, самостійності і активності у структурі

навчання атомної і ядерної фізики учнів старшої школи в хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Практична значущість дослідження: створені та впроваджені в освітній процес навчання атомної і ядерної фізики в закладах загальної середньої освіти комп'ютерні програми «Карта ізотопів» та «Теорія Великого вибуху»; розроблено хмаро орієнтоване навчальне середовище на базі платформ Cloud Physics (cph.moodlecloud.com) та на базі платформи Moodle (moodle.kspu.kr.ua); видано навчально-методичний посібник: «Організація діагностики зі шкільного курсу атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі».

Результати дисертаційного дослідження **впроваджені** в освітній процес з фізики у ЗЗСО України: Кіровоградська обл.: Кіровоградського обласного навчально-виховного комплексу (гімназія-інтернат – школа мистецтв) (довідка № 146 від 28.12.2017), Богданівської загальноосвітньої школи (ЗШ) I-III ступенів № 1 ім. І. Г. Ткаченка Знам'янської районної ради (довідка № 58 від 20.06.2017), Богданівської ЗШ I-III ступенів № 2 Знам'янської районної ради (довідка № 63 від 29.05.2017), Володимирівської ЗШ I-III ступенів Знам'янської районної ради (довідка № 68 від 15.05.2017), Дмитрівської ЗШ I-III ступенів № 2 імені Т. Г. Шевченка Знам'янської районної ради (довідка № 76 від 16.06.2017), Добровеличківської ЗШ I-III ступенів № 1 Добровеличківської районної ради (довідка № 8 від 25.01.2018), Добровеличківської спеціалізованої ЗШ-інтернат I-III ступенів Добровеличківської районної ради (довідка № 89 від 20.06.2017), комунального закладу «Навчально-виховне об'єднання № 35 «ЗШ I-III ступенів, позашкільний центр» Кіровоградської міської ради (довідка № 37 від 28.12.2017), комунального закладу «Новгородківський навчально-виховний комплекс «ЗШ I-III ступенів – дошкільний навчальний заклад» (довідка № 23 від 27.12.2017), комунального закладу «Новгородківський навчально-виховний комплекс імені заслуженого вчителя України П. Ф. Козуля «ЗШ I-III ступенів – дошкільний навчальний заклад» (довідка № 9 від 04.10.2017), Мошоринської ЗШ I-III ступенів Знам'янської районної ради (довідка № 17 від 28.12.2017), Перчунівської ЗШ I-III ступенів

Добровеличківської районної державної адміністрації (довідка № 46 від 16.06.2017), Гнатівського навчально-виховного комплексу «Мрія» Добровеличківської районної ради (довідка № 59 від 23.04.2018), Тrepівської ЗШ I-III ступенів Знам'янської районної ради (довідка № 42 від 29.05.2017); комунального закладу «Школа-інтернат II-III ступенів «Рівненський обласний ліцей» Рівненської обласної ради (довідка № 177/01-9 від 17.05.2017), Тячівської ЗШ I-III ступенів № 2 Тячівської міської ради Закарпатської області (довідка № 32 від 03.04.2017).

Авторську методику впроваджено в освітній процес навчання атомної і ядерної фізики на базі платформи Moodle у відповідності до Угоди про співробітництво між Центральноукраїнським державним педагогічним університетом імені Володимира Винниченка та Добровеличківською ЗШ I-III ступенів № 1 Добровеличківської районної ради (№ 143 від 22.01.2017).

Вірогідність отриманих результатів і обґрунтованість висновків дослідження забезпечується: відповідністю основних теоретичних положень дисертації до результатів психолого-педагогічних і дидактичних досліджень; апробацією в закладах загальної середньої освіти та експертною оцінкою теоретичних і практичних положень дослідження у педагогічному експерименті; впровадженням результатів дослідження в освітній процес закладів загальної середньої освіти; позитивною оцінкою педагогів та науковців під час апробації на конференціях та семінарах.

Особистий внесок здобувача в опублікованих у співавторстві працях: автором у публікації «Проблеми навчання рівноваги на уроках фізики в старшій школі» зроблено порівняльний аналіз матеріалів поданих у підручниках фізики старшої школи; у публікаціях «Методика формування уявлень про сучасну наукову картину світу в хмаро орієнтованому навчальному середовищі», «Хмаро орієнтоване навчальне середовище – основа розвитку сучасної наукової картини світу» запропонована методика формування уявлень з атомної і ядерної фізики, як основи сучасної наукової картини світу в хмаро орієнтованому навчальному середовищі; у публікаціях «Застосування ІКТ для дослідження систем з

найменшою енергією», «Комп'ютерне моделювання процесів в атомному ядрі», «Методика преподавания современных вопросов физики в облачно ориентированной учебной среде» та «Учебный физический эксперимент в облачно ориентированной учебной среде» для створених програмних продуктів розроблено та описано методику застосування на уроках фізики з розділу атомної і ядерної фізики; у публікації «Формування експериментально-орієнтованого навчального середовища вивчення фізики» проаналізовано становлення навчальних середовищ з фізики; у публікаціях «Інформаційно-комунікаційні технології навчання як один із способів моделювання фізичного експерименту» та «Застосування комп'ютерного моделювання при вивченні фізичних процесів» обґрунтовано створення ідеалізованих об'єктів, зокрема, долини стійкості ядер, які допомагають у першому наближенні підвищити якість оволодіння знаннями з фізики; у публікації «Інформаційно-комунікаційні технології як засіб поліпшення якості навчання фізики» на основі аналізу показано, що в ЗЗСО під час застосування ІКТ зростає ефективність у навчанні фізики; у публікації «Формування базових уявлень про рівновагу з використанням комп'ютерного моделювання» розроблені пропозиції щодо модернізації навчання фізики внаслідок залучення в освітній процес авторських комп'ютерних моделей; у публікації «Дослідження методики навчання симетрії у науково-методичних доробках Івана Захаровича Ковальова» здійснено аналіз науково-методичних матеріалів І. З. Ковальова з квантової фізики; у публікації «Історико-генезисний розвиток уявлень про хмаро орієнтоване навчальне середовище» розкрито розвиток уявлень про хмаро орієнтоване навчальне середовище; у публікації «Реалізація комбінованого навчання в хмаро орієнтованому навчальному середовищі з фізики» запропоновані форми реалізації комбінованого навчання з атомної і ядерної фізики в ХОНС; у публікації «Реалізація STEM-освіти в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища з фізики» розкрито особливості застосування STEM-технології в освітньому процесі фізики; у публікації «Використання фізичних знань у сучасних технологіях медицини» проаналізовано та визначено навчальний

матеріал, що відображає розвиток науково-технічного прогресу в медичній галузі, який ґрунтується на знаннях з атомної і ядерної фізики; створено програмні продукти «Карта ізотопів» і «Теорія Великого вибуху» та розроблена методика їх використання у навчанні атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Апробація та впровадження результатів дослідження. Основні положення й результати дослідження обговорювалися на різного рівня науково-методичних і науково-практичних конференціях та семінарах: *міжнародних*: «Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю» (Кам'янець-Подільський, 2013), Society for cultural and scientific progress in Eastern Europe «Pedagogy and Psychology In an Era of Increasing Flow of Information – 2014» (Budapest, 2014), «Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю» (Кам'янець-Подільський, 2015), «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (Кіровоград, 2015), «Сучасні тенденції навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі» (Кіровоград, 2015, 2016), «Проблеми та інновації в природничій, технологічній та професійній освіті» (Кіровоград, 2016), «Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі» (Херсон, 2016), «Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті» (Кропивницький, 2017), «Хмарні технології в освіті» (Кривий Ріг, 2016, 2017), «Современные образовательные Web-технологии в системе школьной и профессиональной подготовки» (Арзамас, 2017), «STEM-Освіта – проблеми та перспективи» (Кропивницький, 2017); *всеукраїнських*: «Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях молодих вчених» (Черкаси, 2013), «Наукова молодь-2014» (Київ, 2014), «Комп'ютери у навчальному процесі» (Умань, 2014, 2015), «Навчання фізики і астрономії у загальноосвітніх школах України: традиції і інновації» (Умань, 2015), «Особливості підвищення якості природничої освіти в технологізованому суспільстві» (Миколаїв, 2015), «Фізика. Технології. Навчання» (Кіровоград, 2015, 2016), «Комп'ютерне моделювання та інформаційні технології

в освіті (КМІТО'2016)» (Кривий Ріг, 2016), «Наукова спадщина Григорія Костюка і сучасні проблеми особистісно орієнтованої освіти» (Кропивницький, 2016), «Фізика. Математика. Комп'ютерні науки. Статистика. Освітні вимірювання. Технології. Навчання» (Кропивницький, 2017), «Марафон STEM-уроків» (Кропивницький, 2018); *міжвузівських*: «Професійна направленість курсов фізических дисциплін при підготовке будущих спеціалістів в університете» (Брест, 2016); *регіональних*: «Діяльність методичної служби як умова професійного розвитку педагога. Спрямованість викладання предметів природничо-математичного циклу на розвиток обдарувань учнів: науково-методичне забезпечення» (Кропивницький, 2017) та засіданнях Лабораторії дидактики фізики Інституту педагогіки Національної академії педагогічних наук України в Центральноукраїнському державному педагогічному університеті імені Володимира Винниченка.

Публікації. Результати дослідження відображені в 37 публікаціях, з них 18 написані одноосібно, без співавторів. Основні наукові результати дисертації представлені 11 статтями, з них 7 опубліковано в наукових фахових виданнях України, 1 – у періодичному виданні іноземної держави, 3 – у виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз даних, 1 з яких входить до бази Web of Science. Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації, представлені 1 навчально-методичним посібником та 18 тезами доповідей. Публікації, що додатково відображають результати дослідження, представлені 4 статтями та 3 авторськими свідоцтвами. Загальний обсяг публікацій становить 23,14 авт. арк., з них 17,4 авт. арк. – частка, що належить здобувачеві.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел відповідно до розділів (I розділ – 205 найменувань; II розділ – 134 найменування; III розділ – 21 найменування) та 12 додатків. Повний обсяг дисертації – 397 сторінок, основний текст дисертації складає 190 сторінки (8,2 авт. арк.). У дослідженні представлено 16 таблиць, 73 рисунки.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ АТОМНОЇ І ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ НА ЗАСАДАХ ДЕРЖАВНОГО СТАНДАРТУ БАЗОВОЇ І ПОВНОЇ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

1.1. Еволюція методики навчання атомної і ядерної фізики у закладах загальної середньої освіти України

Запровадження у загальноосвітній школі нових державних стандартів освіти здійснюється у органічному зв'язку з новими вимогами до якості і результатів навчання школярів. Такі вимоги обумовлені викликами ХХІ ст., що передбачає оновлення змісту, форм і методів шкільної фізичної освіти. В свою чергу це викликає удосконалення змісту навчання фізики, запровадженні нових підручників, засобів навчання, нових форм організації навчання, які забезпечать формування компетентностей учнів. Перед методикою навчання фізики постає завдання обґрунтувати особливості пізнавальної діяльності учнів на уроках фізики, що полягає в оволодінні не стільки «портфелем знань і вмінь», скільки «портфелем інструментів» для постійного розвитку цих знань і вмінь впродовж життя.

Дослідження науковців [12; 13; 80] Інституту педагогіки НАПН України показали, що існують суперечності між сучасними освітньо-виховними цілями, окресленими Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти [102], та їх реалізацією в освітньому процесі. Розв'язати вказані суперечності покликана удосконалена методика навчання фізики, яка має ґрунтуватися на концептуальних положеннях сучасної парадигми фізичної освіти.

Нині, у порівнянні з ХХ ст., у суспільстві докорінно змінилися пріоритети, виникло поняття інформаційного суспільства, де громадяни здатні самостійно активно діяти, приймати рішення, гнучко адаптуватися до мінливих умов життя. Відповідно перед методикою навчання фізики (МНФ) постало завдання підготувати компетентних учнів, які відповідали б вимогам часу. Випускники закладів загальної середньої освіти крім опанування системою основних

фізичних понять мають уміти орієнтуватися в науково-технічній інформації, навчитися самостійно і систематично поповнювати знання, навчитися активно, творчо користуватися своїми знаннями.

Вітчизняна історія навчання фізики у закладах освіти нараховує близько трьох століть. Зародження ж початків МНФ ми відносимо до XVIII ст., коли були написані перші елементарні підручники з фізики. Вони були й методичними посібниками для вчителів. Будь-яка наука набуває визнання, коли її рівень досягає теоретичних узагальнень. В цьому зв'язку становлення наукової дисципліни МНФ пов'язують з моментом її розвитку на рівні теоретичних узагальнень. Показниками рівня розвитку методики навчання фізики можна вважати створення ґрунтовних методичних рекомендацій, як результат узагальнених праць, у яких відображено формування й розвиток прогресивних методичних ідей.

Першою формою методичних робіт були передмови до підручників, написаних М. В. Ломоносовим «Мисленні міркування впливають із надійних і багато разів повторених дослідів. Для того початківцям, що починають вивчати фізику наперед пропонуються нині звичайно найпотрібніші фізичні досліди купно із міркуваннями, які із онних безпосередньо і майже очевидно слідують» [77, с. 172]. Такий підхід викладу методичних ідей використали у своїх підручниках М. Є. Головінов (1793), К. Д. Краєвич (його підручник перевидавався 27 разів з 1862 до 1922 р.), Е. Х. Ленц (1839 р. – «Керівництво до фізики»), М. М. Сперанський (1797) та ін. [14].

Першою ґрунтовною узагальненою працею з методики навчання фізики були «Методика фізики» Ф. М. Шведова (1893 р., Одеський університет). Його наукові здобутки започаткували теоретичні основи МНФ, як педагогічної науки, визначили її об'єкт та предмет дослідження, закономірності побудови шкільного курсу фізики.

Його наступниками були Н. В. Кашин «Методика фізики» (1916), В. В. Лермантов (1907) «Методика фізики і утримання приладів в справності».

Цей період можна вважати початком зародження наукової дисципліни, яка називається методикою навчання фізики.

Зародження та розвиток наукової дисципліни МНФ в Україні пов'язано з науковими школами, що сформувалися на теренах вітчизняних закладів освіти та установ. До таких відносяться наукові школи [47]:

- фізиків М. П. Авенаріуса, В. П. Єрмакова, І. І. Косоногова, Г. Г. де Менца, М. М. Шілера, Ф. Н. Шведова, та ін.;
- фізико-математичного товариства (1890) при Київському університеті;
- журналу «Фізичний огляд» професора Г. Г. де Менца (1906–1918);
- професора Київського педінституту Г. Г. де Менца, який видав у 1929 р. першу навчальну книгу «Загальна методика навчання фізики»;
- методистів професорів А. К. Бабенка, С. П. Слюсаревського, доц. В. А. Франківського (20-і роки минулого століття);
- відділу методики фізики у Науково-дослідному інституті педагогіки України (починаючи з 1927 р.), та методичного семінару кафедри методики навчання фізики та астрономії Національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова, де у різний час працювали провідні методисти С. У. Гончаренко, О. І. Бугайов, Є. В. Коршак, Д. Я. Костюкевич, О. І. Ляшенко, М. Й. Розенберг та ін.;
- професора М. С. Білого (Херсонський педінститут);
- збірників наукових статей «Фізика в школі», «Викладання фізики в школі», які започаткували і редагували О. І. Бугайов, С. У. Гончаренко, Є. В. Коршак, Б. Ю. Миргородський, В. К. Мітюров, М. Й. Розенберг (50 – 70-і роки ХХ ст.);
- професора М. Й. Розенберга, який одним із перших вітчизняних методистів-фізиків досліджував проблеми програмованого навчання, а саме питання розроблення та використання технічних засобів навчання, які б забезпечували не тільки групове навчання, а й створювали умови для індивідуалізації освітнього процесу. Дана методика забезпечувала встановлення

оптимального для окремого учня темпу вивчення навчального матеріалу, що відповідає його індивідуальним схильностям, здібностям та рівню підготовки [111];

- професора О. І. Бугайова, котрий є одним із авторів впровадження в освітній процес фізики комп'ютерної підтримки. Колективом науковців лабораторії навчання математики та фізики Інституту педагогіки АПН України на чолі з О. І. Бугайовим на початку 90-х років ХХ ст. було обґрунтовано структуру та зміст фізичної освіти, на основі чого в 1996 р. створена перша вітчизняна програма з фізики для учнів 7–11 класів та розпочато перші кроки щодо створення та впровадження Державного стандарту шкільної фізичної освіти. Працюючи над Державним стандартом шкільної фізичної освіти О. І. Бугайов першим розпочинає досліджувати проблему профільного навчання з фізики та пропонує в 2001 р. концепцію профільного навчання з фізики в системі 12-річної освіти, яка знайшла схвальні відгуки.

Очолюваний ним колектив науковців розробив структуру та зміст, методичний супровід педагогічних програмних засобів: «Фізика–7» (2003); «Фізика–8»; «Бібліотека електронних наочностей. Фізика, 7–9 кл.»; «Віртуальна фізична лабораторія, 7–9 кл.» (2004); «Бібліотека електронних наочностей. Астрономія, 11 кл.» (2007). Наукова школа професора О. І. Бугайова відома своїми досягненнями в галузі теорії та методики навчання фізики, розроблення концептуальних засад шкільної фізичної освіти, проектування структури та змісту профільного навчання в закладах загальної середньої освіти [28].

- академіка С. У. Гончаренка, під керівництвом якого створено першу концепцію середньої загальноосвітньої школи (1991), він є автором чотиритомної методики навчання фізики в середній школі та підручників фізики для 9–11 класів загальноосвітньої школи з поглибленим навчанням фізики, «Українського педагогічного словника» [152], засновник школи дослідників проблем загальної теорії викладання та МНФ;

- академіка О. І. Ляшенка, під керівництвом якого розроблено навчальну програму «Фізика і астрономія» [92]. О. І. Ляшенко є співавтором таких праць

як «Методика і техніка навчального фізичного експерименту в основній школі» [4], «Методика і технології оцінювання діяльності загальноосвітнього навчального закладу» [80] та підручників з фізики для ЗЗСО.

- збірника наукових статей «Фізика та астрономія в школі», який започаткував Є. В. Коршак, В. Д. Сиротюк та ін.

- педагогічних університетів України кінця ХХ ст. початку ХХІ ст. (П. С. Атаманчук, О. І. Бугайов, С. П. Величко, В. П. Вовкотруб, О. А. Коновал, М. Т. Мартинюк, В. Ф. Савченко, М. І. Садовий, В. Д. Сиротюк, В. П. Сергієнко, В. Д. Шарко, М. І. Шут та ін.) [3; 18; 22; 84; 113; 114; 169; 177].

Авторський колектив під керівництвом М. І. Садового, до якого входить В. П. Вовкотруб, О. М. Трифонова підготували та видали навчальний посібник «Вибрані питання загальної методики навчання фізики» на основі компетентнісного підходу до навчання [114].

Дослідження вказаних шкіл в основному були присвячені загальним питанням МНФ та методиці навчання механіки, молекулярної фізики, термодинаміки, електродинаміки, оптики, будови атома. Високо оцінюючи внесок вказаних шкіл у методичну науку аналіз їх діяльності показав, що вони мало торкалися проблем методики навчання атома, атомного ядра та елементарних частинок у відповідності до рівня розвитку науки фізики.

Ми здійснили аналіз розвитку методичної думки в частині методики навчання атомної та ядерної фізики, елементарних частинок, будови Всесвіту.

У середині 60-х років ХХ ст. Л. І. Резніков (Миколаївський педуніверситет) вперше розробив власний, відмінний від традиційного підхід до викладу оптики і атомної фізики в школі, який ґрунтувався на квантових ідеях розвитку науки фізики [109].

О. І. Бугайов вперше в Україні розробив теоретичні основи методики навчання атомної та ядерної фізики; запропонував розпочати навчання фізики з будови атома і на цій основі формувати всі поняття фізики [15].

Методику навчання оптичних явищ на основі квантових уявлень експериментальним методом розробив С. П. Величко [22].

М. І. Садовий сформував методику навчання фізики на основі співвідношення перервного та неперервного у фізиці, видав навчальний посібник з фізичного експерименту оптики, атомної, ядерної фізики та елементарних частинок [114].

Нами здійснено аналіз дисертаційних досліджень з методики навчання атомної і ядерної фізики, квантової фізики, фізики високих енергій і елементарних частинок у закладах освіти починаючи з 1997 року. Зокрема цій проблемі присвячені дисертації Б. Є. Будного, Л. Д. Костенко, О. В. Мерзликіна, В. П. Муляр, О. М. Трифонової та ін. (додаток А.1).

Вітчизняна теорія навчання фізики набула ґрунтовного досвіду особливо з розробки навчально-методичної літератури, де різнобічно окреслено основні проблеми теоретичного і особливо практичного спрямування. Відсутність ґрунтовних розробок з атомної, ядерної фізики сьогодні можна пояснити особливостями історичного розвитку вітчизняної дидактики фізики. Сучасна техніка більше ґрунтується на вирішенні практичних проблем, відповідно шкільна фізична освіта цьому сприяє. Тому є помітним, що значний час впровадження новітніх понять мікросвіту у шкільну практику було недостатнім. Це не суперечить логіці взаємообумовленого розвитку науки та освіти, за якою на деяких етапах розвитку одна може випереджати іншу. МНФ як конкретна дидактика, відповідно, може визначати пріоритети розвитку шкільної фізичної освіти або узагальнювати та обґрунтовувати шляхи її вдосконалення, які відповідають практичним потребам.

Приведений аналіз розвитку методики навчання фізики і, зокрема методики навчання атомної, ядерної фізики, елементарних частинок (додаток А.1), свідчить про значний накопичений досвід теоретичної, експериментальної та практичної роботи й українських вчених-методистів.

Досвід української методичної науки є надзвичайно важливим у контексті визначення закономірностей та логіки розвитку змісту, методів та форм шкільної фізичної освіти, її науково-методичного забезпечення, особливо в умовах модернізації загальної середньої освіти.

Для розробки методики навчання атомної і ядерної фізики в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища ми вважаємо [116] доцільним провести аналіз історико-методологічних засад структурування основ квантової теорії, як механізму опису явищ атомної і ядерної фізики, крім того детального дослідження потребують дослідження уявлень про хмаро орієнтоване навчальне середовище.

Сучасний стан наукової картини світу свідчить, що розвиток ядерної фізики все більше стає пріоритетним напрямком розвитку науки і техніки. Не викликає сумнівів, що названа галузь фізики у XXI ст., як це сталося у XX ст., продовжує визначати реальний прогрес людства. Тому стан розвитку атомної, ядерної фізики, елементарних частинок та їх практичне застосування вивчалось як цілісна система і забезпечувало суб'єктів навчання сучасними знаннями й новітніми науковими методами дослідження природних явищ. Вказана проблема помітна при аналізі методики навчання атомної, ядерної фізики, елементарних частинок в частині визначення структури й змісту розділу, застосуванні новітніх інформаційних систем навчання, створення хмаро орієнтованого навчального середовища.

Виходячи із визначеної проблеми постає необхідність удосконалити існуючу методику навчання на основі аналізу навчальних програм, підручників, методичного забезпечення процесу навчання атомної і ядерної фізики та елементарних частинок.

1.2. Історико-методологічні засади структурування основ квантової теорії, як механізму опису явищ атомної і ядерної фізики

Передбачений Законом України «Про освіту» від 05.09.2017 [48] перехід закладів загальної середньої освіти України на 12-річну освіту має підготувати компетентних випускників, які володіють системою знань, умінь і навичок, цінностями та готові використовувати їх у життєвих ситуаціях, здатні навчатися впродовж усього життя. Ця система має забезпечити учнів всебічним розвитком розумових і фізичних здібностей, бути чутливими до інновацій,

зокрема, комп'ютерних технологій, оперативно реагувати на всі зміни, що відбуваються в науці, техніці. Особливо це притаманно профільній школі, яка покликана забезпечити змістові і ґрунтовні знання з атомної і ядерної фізики у вигляді системи, єдиного цілого.

Фізика є світоглядна навчальна дисципліна, яка визначається розвитком науково-технічного прогресу. «Світогляд покликаний з'ясувати такі питання: що таке зовнішній світ; від чого залежить його розвиток; чи підкоряється він якимось закономірностям, чи в ньому панує хаос, де межа між реальним і ірраціональним; що таке дух, свідомість, чим вони визначаються; чи можна пізнати світ; що відрізняє істину від помилок; чи існує прогрес в історії; що є визначальним у суспільстві (воля окремих осіб, Бога, думка людей, матеріальні умови життя тощо); заради чого варто жити і як треба жити; що таке добро і зло в цьому світі, совість і справедливість, свобода і достоїнство людини тощо. Центральним питанням світогляду, в якому, як у фокусі, відображаються світоглядні проблеми, є питання про відношення людини до світу, в якому вона живе і діє» [87, с. 8].

Як показують дослідження В. К. Альбініна, С. У. Гончаренка, М. С. Білого, М. Й. Розенберга, М. І. Садового [30; 32; 111; 121] особливо важливим з методологічного погляду є правильне й доступне для учнів тлумачення властивостей найскладніших фізичних форм руху матерії, зв'язаних із процесами в електромагнітному полі (в тому числі світловими явищами), внутрішньоатомними й внутрішньоядерними процесами, з явищами взаємного перетворення частинок речовини й поля.

Розгляд еволюції фізичних картин світу від механічної через електродинамічну до сучасної квантово-польової сприяє формуванню основних світоглядних ідей: матеріальності світу, пізнаваності його закономірностей, взаємозв'язку і взаємозумовленості фізичних явищ, методологічних принципів відносності, збереження, дискретності, симетрії тощо [23; 37; 121].

Тому поряд із визначеними підходами у Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти під час навчання фізики у практиці роботи

учителів фізики широко використовується системний підхід, який є методологічною основою курсу фізики.

У соціально-педагогічному словнику вказано, що системний підхід – один із головних напрямків методології спеціального наукового пізнання та соціальної практики, мета і завдання якого полягають у дослідженнях певних об'єктів як складних систем [142, с. 234].

Як показують дослідження М. І. Садового, В. М. Садовського, С. М. Стадніченко, О. М. Трифонові [121; 125; 144; 151] методологічною особливістю системного підходу є те, що метою дослідження об'єкту як класичної, так і квантової фізики є навчання закономірностей утворення складного цілісного об'єкта як системи, що складається з певних елементів. Крім елементів особлива увага звертається на наявність внутрішніх і зовнішніх зв'язків між елементами системи, на технологію об'єднання включених у систему понять (єдину теоретичну структурно-логічну картину), аналіз якої дає можливість виявити сутність всієї системи. Системний підхід, структурно-логічний аналіз, синтез, узагальнення, систематизація складають основу методології змісту навчання та методики формування ключових і предметних компетентностей природознавства.

А. М. Сохор вказував, що системний підхід – це загальнонаукова категорія. Вона багатогранна і має загальне визначення, яке у конкретних методичних науках трактується надто широко і неоднозначно. Дослідники використовують наступні трактування, або визначення системного підходу: інтеграція, синтез розгляду різних сторін явища або об'єкта [141].

Л. Станфорд, М. І. Садовий системний підхід розглядають як адекватний засіб дослідження і розробки не будь-яких об'єктів, що довільно називаються системою, а лише таких, котрі є органічним цілим, зокрема матеріальний світ [123; 145].

В. М. Садовський, О. М. Трифонова системний підхід визначають як вираження процедур подання об'єкта, як системи, включаючи й мікросвіт, та

способів розробки та формування інформаційно-комунікаційної компетентності [125; 151].

Методологічні принципи відносності, збереження, дискретності, симетрії у навчанні фізики забезпечуються внутрішньою логікою історичного розвитку фізики [116].

Принцип історизму у шкільному курсі фізики розглядали К. О. Волошина [25], М. В. Головка [28], М. І. Садовий [114], О. В. Сергєєв [127], Н. Л. Сосницька [139; 140], О. В. Школа [175] та ін.

О. І. Бугайов та М. І. Садовий вивчали проблему дотримання принципу історизму при викладанні законів збереження, зокрема, в атомній і ядерній фізиці [16; 121].

С. В. Бутківська, Н. А. Мисліцька досліджували шляхи реалізації принципу історизму в навчанні квантової фізики [20].

Т. М. Попова, А. І. Павленко аналізували дидактичні закономірності оновлення принципу історизму в сучасних умовах реформування шкільної природничої освіти [98].

Проектуючи освітнє середовище, В. Д. Шарко, А. В. Федоров використовують історизм при навчанні атомної фізики і ядерної енергетики [169].

Таким чином, історико-методологічну основу навчання атомної і ядерної фізики складає фундаментальний принцип діалектичного матеріалізму – невичерпність матерії. За своєю логічною суттю він тісно пов'язаний з принципом матеріальної єдності світу. Єдність світу виражає єдність матерії, з діалектичного погляду ця єдність передбачає якісну різноманітність світу і його якісну нескінченність і невичерпність – дві діалектично пов'язані сторони матеріального світу.

Квантова теорія є провідною фундаментальною теорією сучасної науки. Вона заснована на нових уявленнях, на нових математичних моделях квантових явищ і вивчає процеси, які відбуваються в мікросвіті, ядрі атома та його оболонці; пояснює явище випромінювання атомами світла, а також інші явища,

до яких не можна застосувати закони класичної фізики. Концепція квантової механіки про хвильовий рух дала можливість «примирити» між собою такі суперечливі процеси, як перервність актів поглинання й випромінювання світла та хвильовий характер його поширення в просторі. Встановлено, що під час руху мікрооб'єктів їх хвильові й корпускулярні властивості мають однаковий фундамент [30, с. 119].

Розуміння учнями ідеї корпускулярно-хвильового дуалізму має важливе значення не лише для поглиблення й розвитку їхніх знань про природу електромагнітного випромінювання (у тому числі й світла), а й для формування в них наукового світогляду. Корпускулярно-хвильовий дуалізм відображає одне з основних положень сучасної природничо-наукової картини світу – наявність в об'єкта властивостей, які на перший погляд здаються несумісними, такими, що виключають одна одну. Корпускулярно-хвильовий дуалізм є природничо-науковою ілюстрацією одного з основних принципів марксистської діалектики – єдності протилежностей [30, с. 120].

Вивчаючи тему «Атом і атомне ядро» учні засвоюють зворотний процес перетворення пари електрон-позитрон в два гамма-кванти. На основі цього матеріалу їх підводять до розуміння того, що взаємоперетворюваність двох видів матерії – речовини і поля – є експериментально встановленим фактом, що відмінність між речовиною і полем відносна і має місце лише за певних умов. Речовина є джерелом електромагнітного поля і водночас матерія у вигляді речовини – молекул, атомів тощо – існує лише тому, що існують електромагнітні поля, які утримують електрони в атомах, зв'язують атоми в молекули, а молекули – одну з одною [30, с. 129].

Здавна відомо, що наукові знання – завжди відносна істина. В епоху науково-технічної революції їх обсяг швидко зростає, застарілі теорії й ідеї замінюються новими. Це зростання відбувається в результаті переходу від одного рівня знань до другого і характеризує не слабкість людського розуму, а силу, здатність людини пізнавати макро- і мікросвіт, і водночас свідчить про безмежність світу та невичерпність будь-якого його фрагмента [30, с. 5].

Нерідко світогляд ототожнюють з науковою картиною як формою відображення світу в цілому. Часто завдання школи і вчителя з вироблення наукового світогляду неправомірно вбачають у приведенні в єдину систему, в наукову картину світу всіх здобутих учнями знань. Наукова картина світу як форма відображення дійсності й систематизації наукових знань має, звичайно, багато спільного з світоглядом, однак принципово відрізняється від нього. Вона є лише певною системою наукових знань, тоді як у світогляді, крім науково-пізнавального, досить істотним є оцінювально-нормативний, класовий аспект.

На відміну від наукової картини світу у світогляді виражаються самосвідомість особистості, осмислення нею свого місця у світі, виправдання своїх ідеалів і прагнень, внутрішня переконаність у своїй правоті. Світогляд є тією духовною призмою, через яку людина дивиться на світ і на саму себе [30, с. 10].

Вивчення закону збереження і перетворення енергії створює виключно сприятливі умови для розвитку діалектичного мислення учнів. Через увесь шкільний курс фізики «червоною ниткою» проходить ідея взаємозв'язку і взаємозумовленості явищ природи, перетворення одних форм руху матерії в інші, ідея збереження енергії. Особливо широко мають застосовуватися закон збереження і перетворення енергії і закон взаємозв'язку маси й енергії під час навчання внутрішньоатомних процесів. Вивчаючи матеріал цієї теми, потрібно показати учням діалектичну закономірність розвитку наших знань про будову і властивості матерії; розкрити діалектичну суперечливість збереження і перетворення енергії в явищах мікросвіту; продемонструвати, що боротьба матеріалізму проти ідеалізму проходить через усю сучасну фізику [30, с. 146; 122].

Набула актуальності проблема, що діалектичну єдність понять перервного і неперервного [30; 32; 37], які, здавалося б, взаємовиключають одне одне, стосовно тлумачення природи світла і елементарних частинок розкрив С. І. Вавилов. «Якщо потік світла чи потік електронів, – писав він, – має одночасно властивості хаотичного чергування частинок і ознак регулярних хвиль, то світло і електрони насправді не можуть бути ні частинками, ні

хвилями, повинні бути якимсь діалектичним утворенням, єдиним у протилежностях, науково точно визначити яке можна лише з позицій діалектичного матеріалізму» [30, с. 175].

Атомна і ядерна фізика описується квантовими законами. Особливістю квантової механіки є те, що вона не має ніяких аналогів у класичній механіці. Квантові об'єкти описуються іншими, відмінними від класичних законами, пояснюються іншими принципами, поняттями. Ще до створення квантової теорії було відомо, що: рівноважне випромінювання з часів Л. Больцмана у термодинаміці не підкоряється класичним законам, атом не можна розглядати як ньютонівську матеріальну точку; електромагнітні хвилі, що поширюються у вакуумі згідно рівнянь Максвелла, не можна розглядати як суперпозицію монохроматичних хвиль; є помилковим закон рівномірного розподілу енергії за ступенями вільності, який ґрунтується на законах класичної механіки для речовин та класичної електродинаміки для рівномірного теплового випромінювання.

З точки зору квантової механіки [67] атом, як квантовий об'єкт, розглядається як складна динамічна система і описується змінною динамічною функцією; принцип суперпозиції для такої функції набуває зовсім іншого змісту; квантові об'єкти характеризуються фізичними величинами, які квантуються.

Квантова теорія ґрунтується на поняттях квантових принципів (рис. 1.1). З методологічної точки зору основними квантовими принципами є: квантування, суперпозиції станів, еволюції станів, додатковості, фундаментальної ролі вимірювальних приладів, невизначеності, причинності та незворотності дії у часі. Квантові принципи є підсистемами квантової фізики – як цілісної системи. Аналіз такої системи забезпечується системним підходом та структурно-логічним аналізом.

Основними поняттями системного підходу є: компоненти підсистем, що характеризують частини системи і володіють певними якостями; існують об'єктивні відношення між елементами підсистем; логічна внутрішня структура підсистем показує істотні відношення між складовими системи; функція

цілісної системи не суперечить розвитку елементів та зв'язків підсистем; існує взаємозв'язок підсистем з оточуючим природним середовищем.

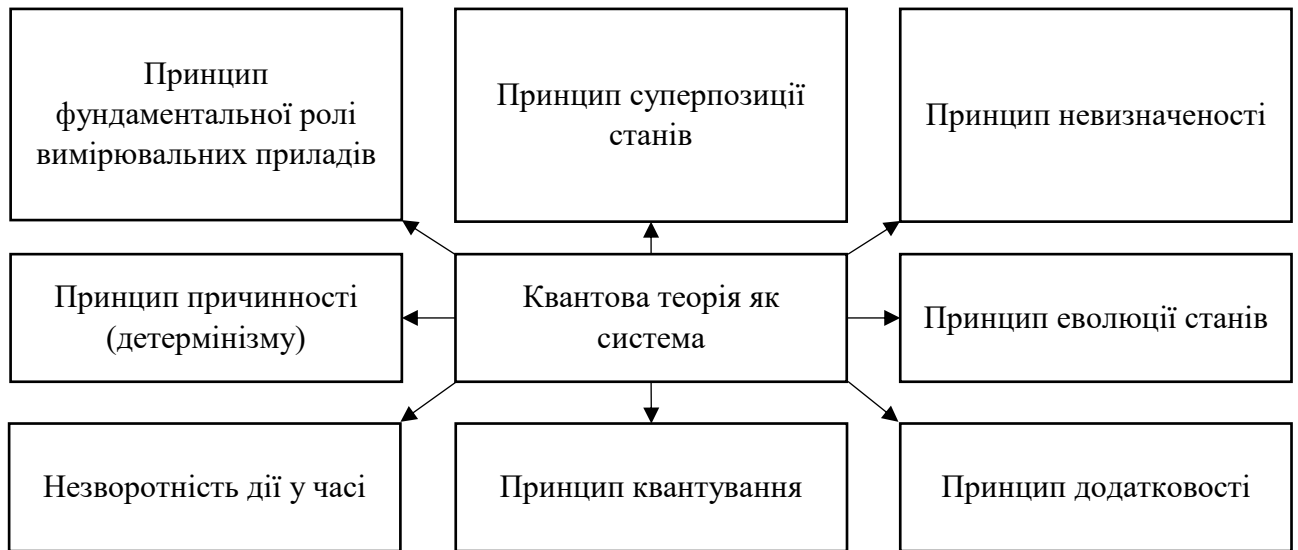


Рис. 1.1. Квантова теорія як система квантових принципів

До об'єкту дослідження структурно-логічний аналіз визначає вимоги: кожний елемент системи описується кількісно визначеними характеристиками; система має упорядковану ієрархію; властивості системи визначаються властивостями елементів та зв'язків і навпаки; цілісна система функціонує за визначених умов її існування; невід'ємною характеристикою системи є її доцільність; джерело перетворення системи знаходиться в самій системі [49; 54; 87; 146].

Д. Х. Рубінштейн [112], М. І. Садовий [121], А. М. Сохор [141] використали теорії графів для створення структури явищ природи, наукової картини світу.

М. І. Садовий [121] розробив технологію формування структури і змісту навчального матеріалу курсу фізики закладу загальної середньої освіти на основі співвідношення безперервного і дискретного та методу складання державного стандарту з фізики.

На основі розробленої М. І. Садовим [121] методики створення структур систем ми створили систему принципів квантової фізики (рис. 1.2) та її підсистем.

У класичній фізиці [66] центральним поняттям є евклідовий часовий простір. У квантовій механіці [67] основним поняттям є матеріальний

квантовий об'єкт, який характеризується фізичними величинами: масою, зарядом, власним механічним та магнітним моментом та ін.

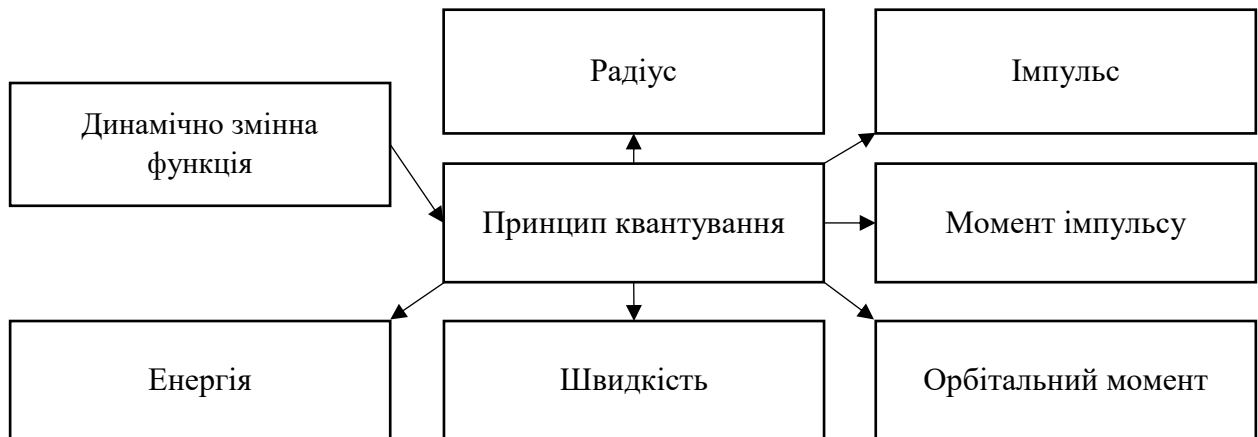


Рис. 1.2. Принцип квантування фізичних величин

Під поняттям принципу квантування неперервної чи дискретної величини розуміють скінчену розбивку на інтервали діапазону її значень [13, с. 6].

В основі принципу суперпозиції (рис. 1.3) лежить поняття невласного стану квантового об'єкта. У квантовій механіці він має відмінний зміст у порівнянні з класичною механікою. Зокрема, якщо квантовий об'єкт має у певному стані імпульс $|p_1\rangle$, а в іншому стані імпульс $|p_2\rangle$, то у квантовій механіці, згідно принципу суперпозиції, квантовий об'єкт може перебувати, наприклад, у стані $|p_1\rangle + |p_2\rangle$. Особливістю квантової механіки є те, що імпульс квантового об'єкта в такому стані є невизначеним. Коли його вимірювати, то можна з однаковою ймовірністю одержати значення як p_1 , так і p_2 . Хвильовий пакет є типовим прикладом невласного стану квантового об'єкта.

Особливістю квантової системи є те, що значення фізичної динамічної змінної може бути невизначеним, можна вказати тільки інтервал її можливих значень, але не можна вказати її певне значення. Така «невизначеність» пов'язана з ймовірнісним характером поведінки квантового об'єкта і об'єктивно вона не пов'язана з неповнотою відомостей про стан об'єкта.

Згідно із означенням принцип суперпозиції – це накладення, «суперпозиція» довільного кінцевого або нескінченного, рахункового або незліченого числа власних станів даного квантового об'єкта, що призводить до виникнення невласного стану; і назад, всякий невласний стан може бути

розкладено безліччю різних способів на власні стани. Математично цей принцип для кінцевого числа власних станів зазвичай виражається так: якщо квантова система може перебувати в станах ψ_1 і ψ_2 , то вона може знаходитися також і в стані $a\psi_1+b\psi_2$, де a та b – будь-які комплексні числа, що задовольняють умови нормування [13, с. 7].

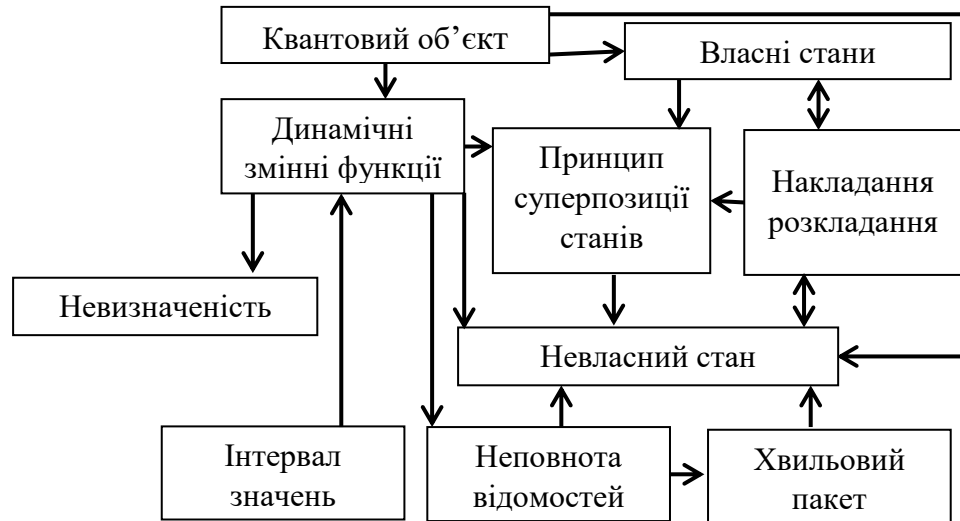


Рис. 1.3. Принцип суперпозиції

У класичній фізиці детермінізм розуміється як установлене правило, за яким все, що діється у світі, має свої причини. Проте у світі, де домінуючими є правила ймовірнісного та статистичного, даний принцип діє із своєю специфікою, має місце квантовий принцип еволюції станів. Зокрема, рівняння першого порядку по часу Шредінгера, як і Гамільтона, є математичним виразом статистичного детермінізму в квантовій механіці. Тут стан системи визначається її наступним станом неоднозначно, а з певною ймовірністю, що задається хвильовою функцією. Рівняння Шредінгера не описує процес вимірювання у квантовій механіці. Воно лінійне, детерміноване і обернене по часу, а процес вимірювання нелінійний, необернений у часі, схоластичний [149]. Принцип еволюції станів (рис. 1.4) інколи називають принципом шредінгерового детермінізму.

Зміна стану може здійснюватися самовільно – «розпливання» хвильового пакету, або із втручанням – вимушено. Принцип еволюції характеризує загальну закономірність самоорганізуючої зміни стану квантового об'єкта під впливом взаємодії його з іншими квантовими об'єктами чи приладом і пов'язаний з

поняттям гамільтоніана квантового об'єкта, співпадає з оператором повної енергії [13, с. 8].



Рис. 1.4. Принцип еволюції станів

Принцип додатковості (рис. 1.5) у дослідженні фізичних явищ сформульований Н. Бором у 1927 р. Це одна із найбільш ґрунтовних філософських та природничонаукових ідей ХХ ст. Роль принципу така, що його можна порівняти з лише принципом відносності або уявленням про фізичне поле. Принцип додатковості вимагає, наприклад, щоб те, що знову розробляється, або раніше відомий текст доповнювали, підвищували об'єктивність, надійність та інші якості методики, а сама методика розглядалася як відкрита система, яку можна було б постійно поліпшувати й удосконалювати [149].

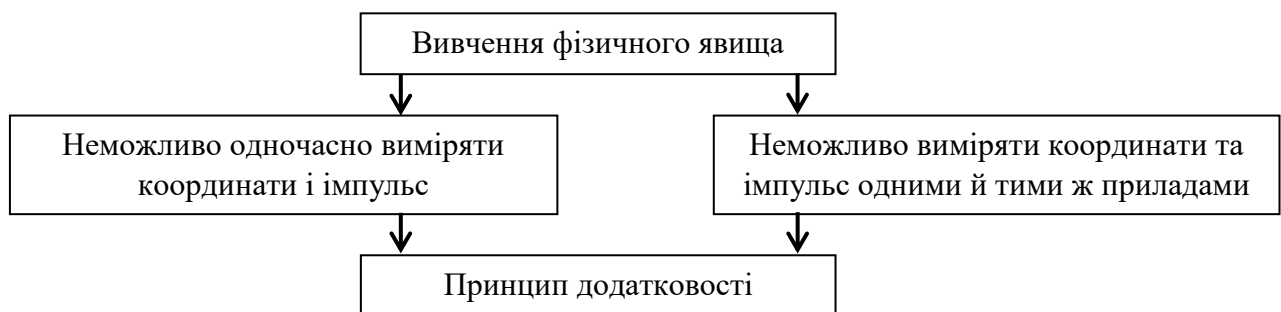


Рис. 1.5. Принцип додатковості у дослідженні фізичних явищ

Н. Бор аналізуючи знамените «співвідношення невизначеностей» Гейзенберга помітив, що координату та імпульс частинки не можна виміряти не лише одночасно, але й за допомогою одного і того ж приладу. Такі вимірювання проводяться різними приладами, які несумісні у визначенні як координат, так і імпульсу частинок, бо властивості у них різні за своєю природою і є несумісними, але необхідними для опису. Квантова механіка описує «поведінку» квантового об'єкта [149].

Інший приклад – світло. Воно проявляє хвильові властивості, зокрема при інтерференції та дифракції, які вивчаються одними приладами, а енергія фотонів – це прояв корпускулярних властивостей світла, яка вимірюється іншими приладами. Вказані властивості доповнюють одна другу в описі явища світла. У квантовій фізиці частинка і хвиля, об’єкт і спостереження є абстракціями.

У квантовій фізиці явища безпосередньо не спостерігаються. Результат досліду не співвідноситься із квантово-механічним об’єктом. Фотографії з треками (слід від елементарних частинок) сторонньому спостерігачу є лише лініями різної довжини та ширини. Тільки спеціалісти, що проектували дослід побачать взаємодію елементарних частинок, порівнюючи з іншими результатами дослідів.

Приведені приклади є свідченням того, що у теоретичній квантовій механіці [67] поняття часу та простору не є фундаментальними, як у класичній механіці. У квантовій механіці основна роль відводиться імпульсно-енергетичним уявленням і локальним калібровочним інваріантам.

У класичній механіці простір є пустим абсолютним з привілейованою системою координат вмістищем, в якому розміщуються досліджувані тіла, що є зовнішніми по відношенню до нього. Час – чиста тривалість будь-якого одиничного явища. Об’єкт локалізований у просторі і часі з високою точністю. Енергія, імпульс і момент імпульсу об’єкта змінюються тільки при фізичному впливі на об’єкт. У випадку, коли результат такого впливу рівний нулю, тоді величини зберігаються. Динамічні закони збереження є наслідком класичного принципу причинності [13, с. 9].

В основі принципу фундаментальної ролі вимірювального приладу (рис. 1.6) лежать два поняття: поняття вимірювального приладу і поняття квантових переходів. Для квантових явищ важливим є точний опис умов досліду. В умови, зокрема, входять і вимірювальні прилади.

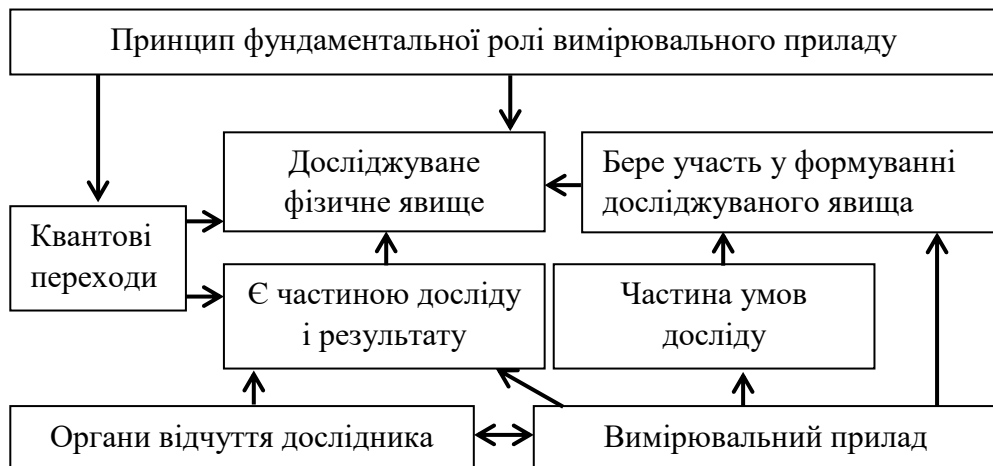


Рис. 1.6. Принцип фундаментальної ролі вимірювального приладу

У класичній механіці вимірювальний прилад реєструє рух, а стан системи при вимірюванні не змінюється. «Вимірювальний прилад» є класичним об'єктом, який має макроскопічні розміри і здатний передавати інформацію про об'єкти певного класу.

У квантовій фізиці вимірювальний прилад, нарівні з іншими складовими явища, бере безпосередню участь у формуванні цього явища і є невід'ємною частиною досліду й результату.

Тому поняття класичного і мікроскопічного, строго кажучи, не збігаються. Властивості мікроскопічного мають бути природними приладу тому, що в силу мікроскопічних людських органів відчуття, він зможе виконати свою функцію передавача інформації, тільки тоді, коли сам буде мікрооб'єктом [13, с. 10].

Таким чином, ми пропонуємо відносно нові погляди на деякі положення квантової фізики. Зокрема, нами запропоновано ряд пропозицій щодо групування змісту квантової фізики, які сприяють формуванню цілісного уявлення суб'єктів навчання про мікросвіт, атомну і ядерну фізику, забезпечують збагачення змісту фізичної освіти та приведення його у відповідність до сучасного рівня розвитку науки, потреб практики, суспільних вимог до випускника закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО). Для реалізації запропонованих нами пропозицій в умовах стрімкого розвитку техніки і технологій XXI століття постала проблема створення нового навчального середовища.

1.3. Аналіз програм та змісту підручників розділу атомної і ядерної фізики старшої школи ХХ – на початку ХХІ століття

Структуру освіти в Україні регламентують Закон України «Про освіту» (2017) [48], Закон України «Про загальну середню освіту» (1999) [45], Постанова Кабінету Міністрів України «Про Державну національну програму «Освіта» («Україна ХХІ століття»))» (1993) [101], Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти (2011) [102].

Освіта – основа інтелектуального, культурного, духовного, соціального, економічного розвитку суспільства і держави.

Метою освіти є всебічний розвиток людини як особистості та найвищої цінності суспільства, розвиток її талантів, розумових і фізичних здібностей, виховання високих моральних якостей, формування громадян, здатних до свідомого суспільного вибору, збагачення на цій основі інтелектуального, творчого, культурного потенціалу народу, підвищення освітнього рівня народу, забезпечення народного господарства кваліфікованими фахівцями [48].

Ми узагальнили основні тенденції розвитку та становлення фізики починаючи з ХХ ст., як навчального предмету (додаток Б.1) і прийшли до висновку, що станом на 80–90-ті рр. ХХ ст. під виглядом гуманітаризації освіти стали інтенсивно вилучатися зі змісту шкільного курсу атомної і ядерної фізики ряд важливих, світоглядних понять.

У програмі 1990 р. (додаток Б.1) в підрозділі «Світлові кванти» додаються нові теми: «Кванти світла. Вакуумний та напівпровідниковий фотоелемент. Корпускулярно-хвильовий дуалізм», а теми «Тиск світла. Досліди Лебедева. Хімічна дія світла та її використання. Розвиток поглядів на природу світла» були вилучені та зменшено кількість годин на вивчення з 12 до 10.

Для підрозділу «Атом і атомне ядро» також характерне зменшення годин – з 20 до 19 годин. Теми «Дослід Резерфорда. Випромінювання та поглинання світла атомом. Неперервний спектр. Спектри випромінювання та поглинання. Спектральний аналіз і його застосування. Лазер. Роль радянських вчених у створенні квантових генераторів» були додані до розділу.

У 1992 році була прийнята програма шкільного курсу фізики (додаток Б.1), де навчальне середовище ґрунтувалося на ідеї гуманізації та демократизації, диференціації освітнього процесу, розвиток особистості та творчих здібностей, завдяки переходу від знанєвої до діяльнісної парадигми.

Перша національна українська концепція 12-річної фізичної та астрономічної освіти [17] була розроблена під керівництвом О.І. Бугайова (2001), в якій враховувались тенденції розвитку вітчизняних та зарубіжних шкіл, які направлялись на формування громадянина незалежної держави та соціокультурне становлення молоді. Відповідно була розроблена нова програма 2001 року (додаток Б). У розділі атомної і ядерної фізики уточнено поняття про будову атомного ядра, елементарні частинки та змінено послідовність вивчення понять.

Процес накопичення фізичного знання в програмах, що відповідав принципам науковості і потребам розвитку суспільства в умовах науково-технічного прогресу, як показує проведений вище аналіз з 1981 р. змінюється на значну гуманітаризацію шкільного курсу фізики, адже з програм вилучаються теми, що не забезпечує, на нашу думку, формування сучасного наукового світогляду, пізнавального інтересу до пізнання явищ природи та суперечить принципу науковості.

Вирішується ця проблема з запровадження профільної програми з фізики для старшої школи.

Так, у 2008 році затверджено програму «Фізика та астрономія» [52] з профільного навчання для закладів загальної середньої освіти.

Чергову програму для ЗЗСО з фізики прийняли в 2010 році [108], де уже не передбачалася 12-річна освіта.

Постановою Кабінету Міністрів України 23 листопада 2011 р. затверджено Державний стандарт повної і базової середньої загальноосвітньої школи (2011) [102]. Він ґрунтується на засадах особистісно зорієнтованого, компетентнісного і діяльнісного підходів, що реалізовані в освітніх галузях і відображені в результативних складових змісту базової і повної загальної середньої освіти (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Педагогічні підходи, задекларовані у Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти

Підхід	Характеристика
Особистісно зорієнтований підхід	Розвиток академічних, соціокультурних, соціально-психологічних та інших здібностей учнів.
Компетентнісний підхід	Формування ключових і предметних компетентностей.
Діяльнісний підхід	Спрямований на розвиток умінь і навичок учня, застосування здобутих знань у практичних ситуаціях, пошук шляхів інтеграції до соціокультурного та природного середовища.

Взаємопоєднання особистісно зорієнтованого, компетентнісного і діяльнісного підходів з формуванням інформаційно-комунікаційної компетентності учнів розкриває широкі перспективи щодо організації та забезпечення навчання фізики у старшій школі у новому освітньому форматі. Фізичний компонент повинен забезпечити усвідомлення учнями основ фізичної науки, засвоєння ними основних фізичних понять і законів, наукового світогляду і стилю мислення, розвиток здатності пояснювати природні явища і процеси та застосовувати здобуті знання під час розв'язання фізичних задач, удосконалення досвіду провадження експериментальної діяльності, формування ставлення до фізичної картини світу, оцінювання ролі знань фізики в житті людини і суспільному розвитку [102].

Із прийняттям Закону України «Про освіту» (2017) [48] запроваджується парадигма переходу на 12-річну освіту. Відповідно розробляються основні вимоги до нової програми з фізики та астрономії для учнів 10-12 класів [105] згідно Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти [102]. В даній програмі [108] виділено елементи змісту розділу атомної, ядерної фізики та фізики елементарних частинок, які складають шість груп.

До першої групи відносяться фізичні явища, ефекти, фундаментальні та класичні досліди (фотоефект, спектральне випромінювання, квантові явища, будова та характеристики атома, ядра, елементарні частинки).

Другу групу складають фундаментальні взаємодії, фізичні сталі (гравітаційна, електромагнітна, слабка (електрослабка), сильна (стандартна модель) взаємодії, швидкість світла та ін.

Судження, закони, гіпотези, теорії для суб'єктів навчання (принцип відносності, принципи квантової фізики) складають третю групу змісту розділу атомної і ядерної фізики.

Моделі – побудова мислительної картини розвитку явища чи фізичної системи на основі фактів, що взяті зі спостережень, узагальнень (матеріальна точка, елементарна частинка, атом, хвиля, поле, промінь та ін.) віднесено до четвертої групи.

Важливе місце у змісті фізики атома та ядра займають аналітичні методи дослідження в освітньому процесі (вимірювання фізичних величин, розшифрування треків).

Шосту групу складають поняття застосування фізичних знань у науці, технологіях, побуті (військова техніка, атомні електростанції, медицина, сільське господарство тощо). Таким чином, актуальними є завдання: а) засвоєння теоретичних досягнень сучасної методичної думки і передової практики; б) пошуки нових шляхів, удосконалювання змісту курсу та методів навчання, більшою мірою відповідних завданням, поставленим перед школою сучасністю.

У старшій школі вивчаються фізичні властивості речовини та поля, квантів, елементарних частинок, корпускулярно-хвильового дуалізму. Організація освітнього процесу спрямовується на забезпечення розуміння основ фізичних теорій класичної механіки, електродинаміки, молекулярної фізики, термодинаміки, атомної і ядерної фізики властивостей речовини і поля. Необхідно уміти застосовувати наукові методи пізнання, для аналізу моделей і законів фізики, для пояснення їх властивостей. Фізичні знання про речовину і поле є визначальними у різних сферах життєдіяльності людини, приймати екологічно виважені рішення, виявляти ставлення та оцінювати прояв фундаментальних взаємодій на різних рівнях фізичного знання; вплив електромагнітного поля на навколишнє природне середовище і організм людини; раціональність використання природних ресурсів та енергії.

Ми проаналізували 1090 авторефератів дисертацій з педагогічних досліджень останніх років і виявили, що лише 17 з них стосуються методики

навчання фізики у загальноосвітньому навчальному закладі: 12 присвячені методиці навчання старшокласників, 6 – процесові навчання фізики в основній школі (додаток А.1).

Узагальнення результатів наукових досліджень ХХ століття (додаток А.5) свідчить про дійсно потужний прорив науки фізики у досягненні результатів досліджень новітніх проблем, у поясненні і застосуванні явищ природи, використанні для полегшення фізичної праці людей. Цій проблемі присвячені дослідження А. А. Дробіна [37], Д. С. Лазаренка [65], О. М. Лунгол [78], М. І. Садового [121], О. М. Трифонової [151]. Аналіз їх праць із співставлення результатів наукових досягнень з фізики ХХ ст. та запровадження їх у шкільний курс фізики привів до висновку, що відбувається все більший відрив і відставання одного від другого, виникає суперечність між ними.

Цьому є вагома причина. Ще тривалий час світова інженерія буде використовувати закони класичної фізики і відповідний освітній простір, а тому основою шкільного курсу фізики буде залишатися класична фізика. Будівництво підприємств, машинобудування, космічні апарати, енергетика ґрунтуються на класичних законах фізики. Проте новітні відкриття все більше звужують визначену суперечність. На нашу думку, причиною визначеної суперечності є недостатня увага аналізу наукового та навчального середовища сучасної школи з її багатогранністю і поліфункціональністю.

У період розвитку інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) [42; 55] учні старшої школи повинні:

- вміти застосовувати комп'ютерне моделювання для описання об'єктів і явищ у різних предметно орієнтованих програмних середовищах;
- володіти комп'ютерно орієнтованими засобами планування;
- прогнозувати результати навчально-пізнавальної і практично зорієнтованої діяльності;
- використовувати різні комп'ютерні програми;
- оцінювати ефективність застосування різних засобів моделювання до реальних об'єктів і процесів;

- оцінювати можливості використання певного засобу (сервісу, послуг).

Вирішення проблеми адаптації змісту науки фізики шкільному курсу фізики в умовах структурного розвитку ІКТ і ХТ бачимо у побудові хмаро орієнтованого начального середовища (ХОНС) та його запровадження в освітній процес ЗЗСО, а отже і наповнення ХОНС відповідним навчальним матеріалом, що дасть змогу внести кардинальні зміни до методики навчання фізики.

Головним завданням є окреслити хмаро орієнтоване навчальне середовище з атомної і ядерної фізики та визначити наукові знання, якими будемо наповнювати ХОНС (рис. 2.2; табл. 2.1). В цілому ХОНС буде використовуватись для формування компетентності випускника закладу загальної середньої освіти з розділу, що досліджується. Компетентність суб'єкту навчання включає:

1. Вимоги до формування ключових та предметних компетенцій з квантової теорії, ядерної, атомної фізики та елементарних частинок.

2. Об'єкти навчання (явища, поняття, закони, теорії, гіпотези, принципи, судження), які кількісно характеризуються і обґрунтовуються з урахуванням закономірностей розвитку кожної вікової групи учнів.

3. Об'єкти навчання є доступними для розуміння та усвідомлення учнями відповідно до визначеного рівня профілізації.

Рівень оволодіння визначений навчальними програмами та змістом підручників забезпечується формуванням у суб'єктів навчання конкретного змісту ключових та предметних компетенцій, насамперед, через використання хмаро орієнтованого навчального середовища з фізики і, зокрема атомної і ядерної фізики. Когнітивна компонента такого середовища формується через створення структури та змісту, який закладено у навчальних програмах й підручниках визначених розділів (додаток Б).

Проведений нами аналіз підручників з фізики (додаток Б.2) дав змогу зробити висновок, що станом на кінець 40-х років минулого століття було підготовлено і апробовано якісні матеріали з фізики для семирічної та середньої школи, в яких зміст розділу атомної і ядерної фізики відповідав науковому

рівню досягнень фізики того часу. На формування змісту новітніх досягнень фізики вплинув І. Є. Тамм. Він, разом із групою фізиків звернувся з листом до Міністерства освіти про перегляд змісту шкільного курсу фізики в частині підвищення його наукового рівня [117].

Впродовж 1941–1956 років у квантовій теорії, атомній і ядерній фізиці було досягнуто великої кількості відкриттів (додаток А.5) та запровадження їх у виробництво. Постала проблема приведення курсу фізики у відповідність до нових вимог науки фізики та науково-технічного прогресу (додаток Б.2).

Проведений аналіз змісту шкільних підручників з фізики (додаток Б.2) кінця ХХ століття показав, що процес навчання атомної і ядерної фізики в основній школі спрямовується на розвиток особистості учня, становлення його наукового світогляду й відповідного стилю мислення, формування предметної, науково-природничої (як галузевої) та ключових компетентностей.

Зміст підручників В. Г. Бар'яхтар [6], В. І. Баштового [129], Ф. Я. Божиної [6], Т. М. Засєкіної [51], М. М. Кірюхіна [6], Є. В. Коршака [57], О. І. Ляшенка [57], В. Ф. Савченка [57], В. Д. Сиротюка [129], в основному включає наступні теми: теорія М. Планка, фотони, фотоефект і його застосування, тиск світла, корпускулярно-хвильовий дуалізм, підбиваємо підсумки розділу «Оптика»; завдання для самоперевірки до розділу «Оптика».

Розділ «Атомна і ядерна фізика» також включає постулати Бора, принцип Паулі, спектри випромінювання атомів і молекул, видиме та рентгенівське випромінювання, нетеплове збудження випромінювання, протонно-нейтронна модель атомного ядра, ядерні сили та їхні особливості, фізичні основи ядерної енергетики, ядерна енергетика та екологія, радіоактивність, ядерні реакції, закон напіврозпаду, активність радіонукліда, методи реєстрації йонізуючого випромінювання, елементарні частинки. Фактично новітніх наукових знань кінця ХХ початку ХХІ століття (додаток А.5) підручники [6; 51; 57; 129] майже не містять.

На основі проведеного історико-генезисного аналізу квантової теорії, фізики атома, ядра та елементарних частинок (додаток А.3) навчальних

програм та підручників ми визначили підхід до формування складових нового освітнього середовища з атомної і ядерної фізики, яке б відповідало запитам сучасного суспільства та вимогам нормативних документів [48; 102]. Таким середовищем на нашу думку (див. п. 1.1) є хмаро орієнтоване навчальне середовище. Якраз окреслені цілі і визначили необхідність побудови ХОНС атомної і ядерної фізики, що призводить до побудови методики навчання та передбачає виникнення нового підходу.

Поняття «підхід» до дослідження певного явища чи процесу ми розглядаємо як комплекс парадигматичних, синтагматичних і прагматичних структур і механізмів у пізнанні та практиці, яким властива конкуруюча стратегія і програма в філософії, науці, політиці, організації життя, діяльності суб'єктів навчання.

За таких визначень системний підхід визначає наукову методологію пізнання природи і забезпечує методологічний аналіз фізичних явищ та процесів: космологічної системи Канта-Лапласа, філософської системи Гегеля, еволюційного вчення Дарвіна, періодичного закону Менделєєва, електромагнітної теорії Максвелла, геліоцентричної системи Коперніка, квантової механіки Шредінгера-Гейзенберга-Дірака, теорії Великого вибуху, психічну систем, як єдиний організм з його внутрішніми та зовнішніми зв'язками та інше.

Систему знань складає зміст розділу чи повного курсу з фізики. Складність відрізка навчального матеріалу встановлювалася через параметри, які характеризують зміст структури навчального матеріалу і час, відведений на його вивчення. Час t є функцією від n – кількості вивчених понять, суджень, явищ $t = f(n)$. Відомо [100], що за 30 хвилин в довготривалу пам'ять учнів може в середньому перейти до 6 нових понять. Тому $t \leq n/5$ ($t = 1$ хв.).

На основі аналізу навчальних програм з фізики затверджених наказом Міністерством освіти і науки України (МОН України) від 14.07.2016 р. № 826 на рівні стандарту відводиться 245 навчальних годин (в основній школі 7 навчальних годин у 7–9 класах, що складає 245 уроків); у 10–11 класах рівень

стандарту 140 навчальних годин, академічний рівень – 210 навчальних годин; профільний рівень – 420 навчальних годин.

Враховуючи психолого-педагогічні дослідження [131] щодо спроможності учнів засвоювати навчальну інформацію в перерахунку на поняття та зв'язки між ними, зміст навчального матеріалу має складати в середньому $374 \times 6 = 2244$ елементів знань.

Відповідно до діючих програм [106; 107; 108] на академічному рівні передбачено 476 годин, що забезпечує засвоєння 2856 елементів знань; а у профільних класах пропонується відвести 663 години, що дозволяє оволодіти 3978 елементами знань. Для спецкласів фізико-математичного – 731 навчальну годину (в класах з поглибленим вивченням фізики) – 4386 елементи знань.

У 1982 р. фізику вивчали протягом 436 уроків і засвоювали 3252 елементи знань.

Згідно нині діючої програми з фізики [106; 107; 108] для 10–11 класів закладів загальної середньої освіти передбачається вивчення цього навчального предмету за рівнем стандарту, профільним та академічним рівнями, що передбачають різну кількість годин (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Порівняльний аналіз обсягу годин на вивчення фізики за різними рівнями (рівень стандарту, академічний, профільний)

	Рівень стандарту	Академічний рівень	Профільний рівень
Всього годин, год.	70	105	210
Годин на тиждень, год.	2	3	6
Резервний час, год.	4	3	6
Кількість годин на вивчення атомної і ядерної фізики, год.	10	15	32
Відсоткове представлення навчального матеріалу з атомної і ядерної фізики, %	14,28	14,28	15,24

На навчання розділу «Атомна і ядерна фізика» за профільним, академічним та рівнем стандарту навчання відводиться 32, 15 та 10 годин відповідно. Представивши кількість годин, яка відводиться на навчання розділу «Атомна і ядерна фізика» за відповідними рівнями, у відсотковому представленні від загальної кількості годин отримали, що для рівня стандарту та академічного це 14,28 %, а для профільного – 15,24 %. З чого слідує, що розділ

«Атомна і ядерна фізика» складає ~ 15 % від всього матеріалу, який виноситься на вивчення з фізики в 11 класі. В цілому проведений аналіз (табл. 1.2) показав, що кількість годин, яка виділяється на вивчення розділу є достатньою, щоб в належній мірі розкрити зміст навчального матеріалу. Аналіз представлення змістової компоненти атомної і ядерної фізики у відповідності до чинних програм з фізики [106; 107; 108] представлений у додатку А.3.

В додатку А.3 питання, які наведені в дужках (+) згідно навчальної програми [106; 107; 108] можуть бути винесені на огляд або самостійне опрацювання, домашнє завдання за розсудом вчителя. В цілому аналіз показав, що найбільш повно зміст атомної і ядерної фізики представлений у програмі профільного рівня, у програмі академічного рівня структура даного розділу в цілому витримана, а програма рівню стандарту має найменшу кількість навантаження навчального матеріалу, що пояснюється малою кількістю годин, які виділяються на вивчення даного розділу за різними рівнями. Із підвищенням рівня збільшується кількість навчального матеріалу, так порівняно із рівнем стандарту в академічному додано 12 тем та 1 лабораторну роботу, а порівнюючи академічний та профільний – 10 тем. Крім цього, в програмах є деякі розбіжності: так в програмі рівня стандарту відображена тема «Радіоактивний захист людини», яка в програмах академічного та профільного рівнів звучить як «Захист від йонізуючого випромінювання». Також у програмі рівня стандарту виноситься на розгляд тема «Взаємозв'язок маси та енергії», яка не відображена в програмах академічного та профільного рівнів. Схожа ситуація з темою «Методи реєстрації йонізуючого випромінювання», яка знайшла відображення в програмі академічного рівня, а в програмі профільного рівня є відсутньою. Як показав аналіз програм (додаток А.3) основна тенденція для програм – це із підвищенням рівня збільшення навчального матеріалу та кількості годин, а не вилучення чи упущення тем.

Засобом, що відповідає за організаційно-змістову наповненість фізичної освіти, дає можливість ознайомитись з науковими фактами, оволодіти понятійно-термінологічним апаратом, застосовувати здобуті знання для

розв'язування фізичних задач, засвоїти знання та усвідомити суть основних законів і закономірностей, що передбачені змістом навчального матеріалу, передбаченого програмою з фізики, є підручник.

Підручник – це основна навчальна книга з певного предмету, створена для навчання, виховання і розвитку учнів певного віку [35].

Міністерством освіти і науки України на 2015 – 2016 н.р., 2016 – 2017 н.р., 2017 – 2018 н.р. рекомендовано для використання у старшій школі підручники: Фізика 11 (рівень стандарту) (підручник) – автори В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий [129]; Фізика 11 (рівень стандарту) (підручник) – автори Є. В. Коршак, О. І. Ляшенко, В. Ф. Савченко [57]; Фізика 11 (академічний рівень, профільний рівень) (підручник) – автори Т. М. Засєкіна, Д. О. Засєкін [51]; Фізика 11 (академічний рівень, профільний рівень) – автори В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна, М. М. Кірюхін [6].

Проведений нами аналіз змісту навчального матеріалу, що відображений у даних підручниках з фізики, дав нам змогу скласти перелік наукових понять з атомної і ядерної фізики, які входять до підручників, рекомендованих для використання в старшій школі (додаток А.3).

Як показали проведені нами дослідження (додаток А.3) у підручниках, які рекомендовано МОН України для використання у старшій школі, відображена різна кількість змістових елементів з атомної і ядерної фізики: Т. М. Засєкіної [51] – 160 понять, В. Д. Сиротюка [129] – 81, В. Г. Бар'яхтар [6] – 78, Є. В. Коршака [57] – 36 понять. Рівень запровадження понять у шкільний курс фізики ми визначали за трьома рівнями: 1) запроваджено у повній мірі, 2) частково запроваджено, 3) не запроваджено (додаток А.3).

На основі аналізу (додаток А.3) змісту шкільного навчального матеріалу з атомної і ядерної фізики нами визначено, що найбільш повно розкрито зміст розділу «Атомна і ядерна фізика» у підручнику Т. М. Засєкіної (2011) [51], дещо менше у підручниках В. Д. Сиротюка (2011) [129] та В. Г. Бар'яхтар (2011) [6], а підручник Є. В. Коршака (2011) [57] має найменшу кількість понять.

Аналізуючи програми рівня стандарту, академічного та профільного рівня [106; 107; 108] та підручники [6; 51; 57; 129] з курсу старшої школи нами встановлена кількість навчальних годин та кількість понять, які виносяться на вивчення атомної і ядерної фізики (табл. 1.2; табл. 1.3; додаток А.3).

Психолого-педагогічні дослідження [131] вказують на те, що старшокласники за один урок мають змогу опрацювати в середньому 6 понять, які в результаті переходять до довготривалої пам'яті. Проведений аналіз підручників (додаток А.2; додаток А.3; додаток А.4), показав, що розподіл навчальної інформації за підручниками не є рівномірним. При цьому з таблиці 1.3 слідує, що для профільного та академічного рівня навчання відводиться достатня кількість годин для навчання розділу «Атомна і ядерна фізика» в старшій школі за підручниками Т. М. Засекіної [51] та В. Г. Бар'яхтар [6], а для рівня стандарту підручник В. Д. Сиротюка [129] має незначне переобтяження термінами. Підручник Є. В. Коршака [57] для рівня стандарт має 36 понять, що з розрахунку 6 понять на урок потребує лише 6 годин на вивчення розділу «Атомна і ядерна фізика», коли програмою рівня та стандарт заплановано 10 годин. З чого можна дійти висновку, що даний підручник не забезпечить вивчення навчального матеріалу передбаченого програмою в повній мірі.

Проведені нами дослідження (табл. 1.2 та 1.3), показали, що за профільним рівнем програма визначає достатню кількість годин для вивчення понять, явищ, суджень, законів, принципів, теорії, чому в цілому відповідає підручник Т. М. Засекіної [51]. У даному підручнику також передбачена достатня кількість матеріалу на додаткове розв'язування задач, виконання творчих та дослідницьких завдань.

За підручником Т. М. Засекіної [51] знання з атомної і ядерної фізики викладені на високому теоретичному рівні. Параграфи підручника в достатній мірі проілюстровані. Після кожного параграфа наводяться питання для самоперевірки. Також наводяться приклади розв'язування задач із поясненнями та перелік задач для самостійного опрацювання. В кінці розділу авторами запропонована коротка викладка найголовнішого з відповідної теми.

Таблиця 1.3

Кількість навчальних годин на опанування атомної і ядерної фізики

Автори підручників	Рівень підручника	АТОМНА І ЯДЕРНА ФІЗИКА				
		Всього понять	Кількість годин необхідних на опанування передбаченого у підручнику навчального матеріалу (з розрахунку 6 понять на урок), год.	Програми		
				АР, год.	ПР, год.	РС, год.
Засєкіна Т.М., Засєкін Д.О.	АР та ПР	160	27	15	32	10
Сиротюк В.Д., Баштовий В.І.	РС	81	14	15	32	10
Бар'яхтар В.Г., Божинова Ф.Я., Кірюхіна О.О., Кірюхін М.М.	АР та ПР	78	13	15	32	10
Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф.	РС	36	6	15	32	10

де АР – академічний рівень, ПР – профільний рівень, РС – рівень стандарту.

Особливістю підручника В. Г. Бар'яхтар [6] є чітке розділення параграфів на пункти та опис дослідів з демонстраціями, які супроводжуються зображеннями та схемами, що добре унаочнює вивчене. Також, наявні приклади розв'язання задач. Формули, основні поняття та їх визначення виділяються в тексті, що дозволяє швидко визначити головне для учнів. Після параграфів наводяться питання для закріплення вивченого та перелік рекомендованих для розв'язання задач. Кожен параграф закінчується коротким узагальненням всього наведеного в ньому навчального матеріалу. В кінці розділу побудована структурно-логічна схема з основних понять, що дозволяє учням швидко переглянути навчальний матеріал розділу та забезпечує систематизацію знань учнів. Узагальнення розділу забезпечується рекомендованими завданнями для розв'язання.

У підручнику В. Д. Сиротюка [129] немає чіткого розділення в параграфі, виділені лише основні поняття, на які слід звернути увагу учнів (виділяються в тексті жирним шрифтом, або іншим кольором). Зображення у підручнику мало інформативні так, як не мають підписів. Після параграфу наводяться завдання та запитання, приклади розв'язання задач, після яких надається перелік різнорівневих задач, що дозволяє реалізувати особистісно зорієнтований підхід

до учнів, які мають різні нахили та здібності так, як завдання передбачені якісні та кількісні. В кінці розділу наводиться перелік основних понять розділу. Учням після вивчення розділу пропонується виконання тестових завдань для перевірки вивченого, що є доцільним як одним із видів підготовки до зовнішнього незалежного оцінювання.

Підручник Є. В. Коршака [57] рівня стандарту має чітко виділені основні поняття, які учні повинні запам'ятати. Підручник проілюстрований в меншій мірі, ніж інші проаналізовані вище. Кожен параграф закінчується питаннями для самоконтролю. Наводиться перелік задач для розв'язання, але немає прикладів розв'язання. Розділ завершується розглядом основних понять, явищ, суджень, законів, принципів, теорії.

Проаналізувавши підручники з курсу фізики в старшій школі [6; 51; 57; 129], ми дійшли висновку, що викладений в них матеріал не відповідає в повній мірі сучасному рівню розвитку науки фізики (додаток А.5). У підручнику Є. В. Коршака [57] значна кількість понять, яка зустрічається в підручниках інших авторів випущена. Так, підручники В. Г. Бар'яхтар [6] та В. Д. Сиротюка [129] мають такий же недолік. Тому ми зробили висновок, що новітні поняття та явища, які відкриті останні 25 років, учнями не вивчаються, що не сприяє реалізації принципу науковості під час навчання атомної і ядерної фізики у старшій школі.

Отже, потрібно удосконалювати методику навчання атомної і ядерної фізики, шукаючи нові засоби навчання і ресурси, на основі яких слід будувати нове навчальне середовище, яке б забезпечувало сучасні потреби як учнів, так і вчителя, а саме: 1) забезпечення доступу до електронних ресурсів навчального середовища; 2) створення умов для підвищення якості навчальних ресурсів, що призведе до появи кращих зразків та їх масового застосування; 3) забезпечення умов колективної роботи над створенням та використанням електронних ресурсів для організації освітнього процесу.

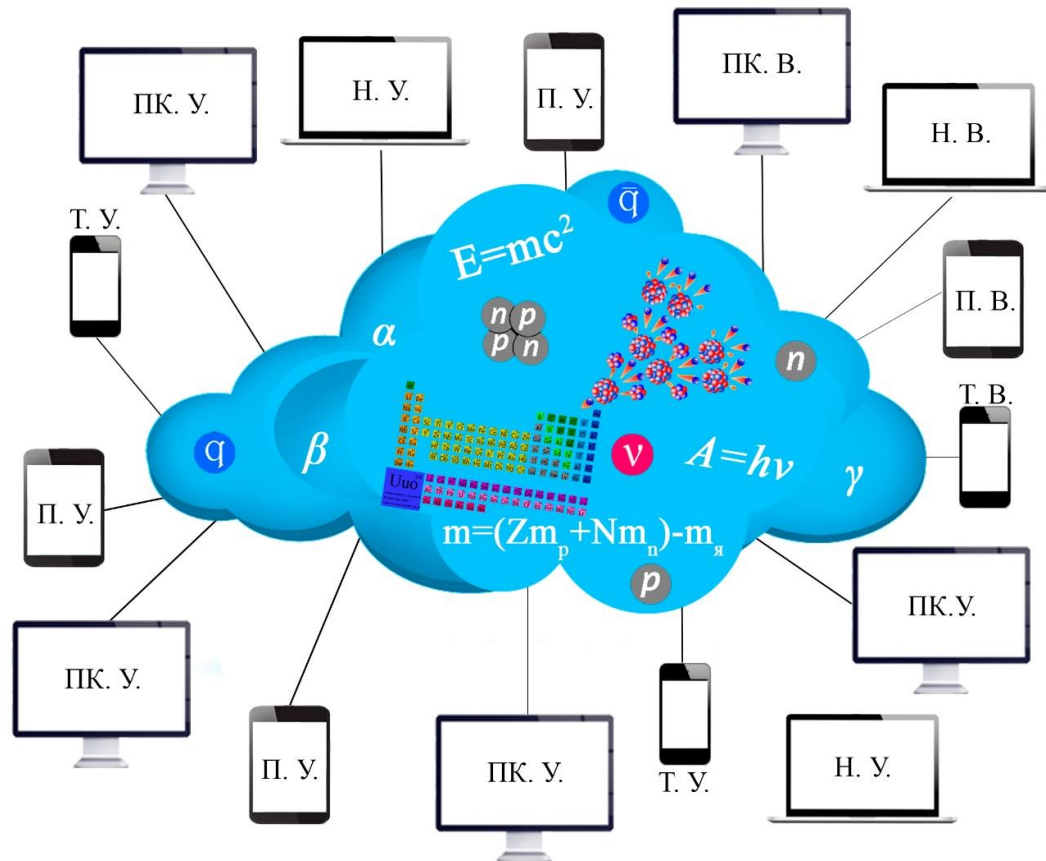
1.4. Становлення уявлень про хмаро орієнтоване навчальне середовище

Побудова інформаційного суспільства передбачає швидку зміну освітніх парадигм. Запровадження інформатики та обчислювальної техніки у 60-і роки минулого століття змінилося на інформаційно-комунікаційні технології. Спочатку інформаційні технології передбачалися як засіб роботи з інформацією, її створенням, редагуванням, зберіганням та передачею.

У 2014 р. стартував Всеукраїнський проект «Хмарні сервіси в освіті» (наказ МОН України від 21.05.2014 № 629) (наказ про розширення експерименту від 02.07.2015 № 707) на базі 18 ЗЗСО (8 – у м. Київ, інші – у Вінницькій, Житомирській, Сумській, Дніпропетровській, Хмельницькій та ін. областях України). Мета проекту: розробити, обґрунтувати та експериментально перевірити модель використання хмаро орієнтованого навчального середовища закладу загальної середньої освіти [93].

На початку ХХІ ст. в освіті відбувається зміна акцентів від ІКТ до хмарних технологій (рис. 1.7). Спрямованість на всебічний гармонійний розвиток особистості в сучасному розумінні передбачає, навчити творчості та інноваційності, критичного мислення, умінню розв'язувати проблеми, оволодіти інформаційними, предметними та ключовими компетентностями в новому навчальному середовищі, яке склалося в ХХІ ст., що є основним напрямком роботи сучасної школи. Тому постає проблема дослідження особливостей формування та розвитку хмаро орієнтованого навчального середовища.

Прототипом хмарних технологій стали «комунальні обчислення» (utility computing), про які у своїй доповіді до 100-річчя Массачусетського технологічного інституту інформував Дж. МакКарті (1961): «Комп'ютерні ресурси можуть бути організовані як комунальні послуги на зразок телефонної системи. ... Кожному абоненту такої послуги необхідно сплачувати лише за спожите, проте він буде мати доступ до усіх мов програмування на великій кількості систем. ... Деякі абоненти також можуть надавати послуги іншим. ... Комунальні обчислення мають стати основою нової та важливої індустрії» [192, с. 189]. Питаннями надання «комп'ютерних послуг, як комунальних обчислень» починаючи з 1959 р. займалися



Т. У. - телефон учня; Т. В. - телефон вчителя;
 П. У. - планшет учня; П. В. - планшет вчителя;
 Н. У. - ноутбук учня; Н. В. - ноутбук вчителя;
 ПК. У. - персональний комп'ютер учня; ПК. В. - персональний комп'ютер вчителя.

Рис. 1.7. Хмаро орієнтоване навчальне середовище

закордонні науковці М. Грінбергер (Martin Greenberger), Д. МакКарті (John McCarthy), А. О. Манн, Ф. Паркхілл (Douglas F. Parkhill), М. М. Флуд (Merrill M. Flood). Через 35 років ідеї А. О. Манна щодо надання комп'ютерних послуг як комунальних реалізувались Інтернет-провайдерами, а ще через 15 років ідеї М. Грінбергера стосовно надання спеціалізованих комп'ютерних інформаційних послуг (зокрема, з комп'ютерного моделювання) через мережі зв'язку трансформувались у хмарні технології, основою яких є хмарні обчислення (cloud computing) [196].

У подальшому дослідженням та впровадженням застосувань хмарних обчислень займалися іноземні науковці Т. Гранц (Timothy Grance), Херб Грош (Herb Grosch), П. Мелл (Peter Mell), Д. Сігле (Del Siegle), Р. М. Шор (R. M. Shor) та ін [196].

Історично термін «хмара» має декілька витоків, а саме протягом 60-х років минулого століття для пояснення терміну «Remote job entry» (віддалене

введення завдань) – введення завдань до комп'ютера через канали зв'язку, яке було реалізоване на комп'ютерах IBM. В 1990-х роках застосовувався в телефонії, коли телекомунікаційні компанії для оптимального використання каналів зв'язку перейшли на надання послуг через віртуальні приватні мережі (VPN) замість схеми передачі «точка-точка». А 2006 року американська компанія Amazon запускає проєкт Elastic Computing Cloud, майже одночасно з яким з'являється і термін «cloud computing» [193]. Сьогодні найбільшими розповсюджувачами послуг з хмарних обчислень є Google, Amazon, Microsoft, IBM, Sun, Ubuntu.

Хмара відкриває новий підхід до обчислень, коли обладнання чи програмне забезпечення не належать підприємству. Замість цього провайдер надає замовнику вже готовий сервіс в оренду.

За визначенням О. М. Маркової, С. О. Семерікова, А. М. Стрюка: «Хмарні технології (хмарні ІКТ) як різновид ІКТ можна визначити як сукупність методів, засобів і прийомів, використовуваних для збирання, систематизації, зберігання та опрацювання на віддалених серверах, передавання через мережу і подання через клієнтську програму всеможливих повідомлень і даних. Витоки хмарних технологій навчання містяться у застосуванні концепції комп'ютерної послуги до освітнього процесу, зокрема, надання місця для зберігання електронних освітніх ресурсів та мобільного доступу до них» [83].

Поняття «середовище» досить широке, що включає в собі всі сфери людської життєдіяльності. Академічний тлумачний словник української мови [134] визначає, що середовище – це 1) речовина, тіла, що заповнюють який-небудь простір і мають певні властивості; 2) сфера; 3) сукупність природних умов, у яких проходить життєдіяльність якого-небудь організму; 4) соціально-побутові умови, в яких проходить життя людини; оточення; 5) сукупність людей, зв'язаних спільністю життєвих умов, занять, інтересів.

Енциклопедичний словник [40] поняття середовища трактує як оточення людини громадські, матеріальні та духовні умови її життя і діяльності. Середовище в широкому сенсі (макросередовище) охоплює економіку,

громадські інститути, громадську свідомість та культуру. Соціальне середовище у вузькому сенсі (мікросередовище) включає безпосереднє оточення людини – сім'ю, трудову, навчальну та інші групи [40].

Відповідно до філософського словника [154] середовищем є фізичне, моральне, інтелектуальне і соціальне оточення, в якому ми живемо. Отже, середовище, в якому перебуває людина, впливає на формування її моральних, фізичних, інтелектуальних та громадських якостей, разом з тим вона є суб'єктом середовища і впливає на розвиток даного середовища, тобто особистість формується під впливом середовища, а середовище змінюється з розвитком особистості.

Поява перших електронно-обчислювальних машин (ЕОМ) у 50-х роках ХХ ст. та застосування їх у освітньому процесі започаткували підґрунтя інформатизації освіти, а разом з тим суттєве оновлення навчального середовища. У 1984 р. академіками А. П. Єршовим та Є. П. Веліховим був розроблений курс «Основи інформатики та обчислювальної техніки» для загальноосвітніх шкіл [55]. Інформаційна модернізація школи була започаткована рішенням квітневого Пленуму ЦК КПРС (1984) та в подальшому затверджена Постановою Центрального Комітету Компартії України і Ради Міністрів Української РСР від 30 квітня 1985 р. № 185 «Про заходи по забезпеченню комп'ютерної грамотності учнів середніх навчальних закладів і широкого впровадження електронно-обчислювальної техніки в навчальний процес» [103]. Далі інформатизація вітчизняної системи освіти відбувається відповідно до Законів України «Про Національну програму інформатизації» [47] та «Про Концепцію Національної програми інформатизації» [46].

У витоків створення інформаційного навчального середовища стояли М. І. Жалдак [43], який започаткував створення шкільних предметних лабораторій, розробки і запровадження методик навчання усіх загальноосвітніх предметів на основі навчальних досліджень з ІКТ підтримкою у відповідних предметних освітніх середовищах, видаються найбільш виваженими, доцільними, перспективними і прогресивними, та Н. В. Морзе [90] – одна з

перших науковців-розробників навчально-наукового електронного освітнього середовища.

Як зазначив В. Г. Кремень [60], саме поява навчальних кабінетів, обладнаних комп'ютерами, створила передумови виникнення нового навчального середовища, яке ми наразі називаємо «комп'ютерно орієнтованим».

Разом з тим сьогодні набувають поширення відкриті навчальні середовища, які базуються на комп'ютерно орієнтованих засобах та системах навчання за умови їх підключення до мережі Інтернет. Такі навчальні середовища дозволяють реалізувати дистанційні форми навчальної діяльності, для якої характерними є доступ до необмежених інформаційних ресурсів, більша можливість реалізації особистісно-спрямованої освіти [44].

На думку В. В. Лапінського [68], достатньо широке поширення електронних засобів навчання в галузі освіти, зокрема в закладах загальної середньої освіти України, дозволяє дійти висновку, що відбувається створення нового навчально-виховного середовища, ознакою якого є використання інформаційно-комунікаційних технологій. У цьому середовищі до системи навчально-виховних впливів додаються впливи, які суттєво відрізняються від традиційних своєю інтенсивністю і багатомодальністю. Проникнення ІКТ в особисте життя, неперервність і досить велика інтенсивність взаємодії людини з ними не тільки в процесі суспільного виробництва, навчання, але й у приватному житті, спричинюють зміни у сфері інтерперсональної комунікації, внаслідок чого виникає необхідність пошуку нових методик, методів і прийомів навчання та виховання, адаптованих до потреб і можливостей сучасної особистості.

За визначенням В. Ю. Бикова [8] навчальне середовище – це штучно побудована система, структура і складові якої створюють необхідні умови для досягнення освітнього процесу. Структура навчального середовища визначає його внутрішню організацію, взаємозв'язок і взаємозалежність між його елементами, з одного боку, як його атрибути, чи аспекти розгляду, що визначають змістову і матеріальну наповненість навчального середовища, а, з іншого боку, як ресурс навчального середовища, що включаються у діяльність

учасників освітнього процесу, набуваючи при цьому ознак засобів навчання і виховання. Доцільно говорити про навчальне середовище як про оточуюче середовище відносно інтелектуальних складових педагогічної системи – складових, які наділені природним або штучним інтелектом. Як природні інтелектуальні складові педагогічної системи виступають люди, яких визначають як учасників освітнього процесу. Як штучні інтелектуальні складові педагогічної системи можуть виступати засоби навчання, в яких реалізується принципи штучного інтелекту і які, завдяки цьому, здатні до самоорганізації, адаптації і само- або зовні спрямованого навчання. Для цих складових може бути визначене відповідне навчальне середовище, як зазначає В. Ю. Биков.

Нині в комп'ютерно орієнтованому навчальному середовищі викристалізувалися окремі його види:

– закрите комп'ютерно орієнтоване навчальне середовище – ІКТ-навчальне середовище педагогічних систем, у якому окремі дидактичні функції передбачають педагогічно доцільне використання комп'ютерних і комп'ютерно орієнтованих засобів навчання, електронних освітніх ресурсів, а також засобів і сервісів локальних інформаційно-комунікаційних мереж (ІКМ) закладу освіти [9, с. 10];

– закрите комп'ютерно інтегроване навчальне середовище – ІКТ-навчальне середовище педагогічних систем, у якому окремі дидактичні функції, а також принципово деякі важливі функції управління освітнім процесом, передбачають педагогічно доцільне координоване та інтегроване використання комп'ютерних і комп'ютерно орієнтованих засобів навчання, електронних освітніх ресурсів, а також засобів і сервісів локальних ІКМ закладу освіти [9, с. 10];

– відкрите комп'ютерно орієнтоване навчальне середовище – ІКТ-навчальне середовище педагогічних систем, у якому окремі дидактичні функції передбачають педагогічно доцільне використання комп'ютерних і комп'ютерно орієнтованих засобів навчання й електронних освітніх ресурсів, що входять до

складу ІКТ-системи закладу освіти, а також засобів, ресурсів і сервісів відкритих ІКМ (Інтернет) [9, с. 10];

– відкрите комп'ютерно інтегроване навчальне середовище – ІКТ-навчальне середовище педагогічних систем, у якому переважна більшість дидактичних функцій, а також принципово, деякі важливі функції управління освітнім процесом, передбачають педагогічно доцільне координоване та інтегроване використання комп'ютерних і комп'ютерно орієнтованих засобів навчання й електронних освітніх ресурсів, що входять до складу ІКТ-системи закладу освіти, а також засобів, ресурсів і сервісів відкритих ІКМ (Інтернет). Персоніфіковане комп'ютерно інтегроване навчальне середовище – відкрите комп'ютерно інтегроване навчальне середовище педагогічних систем, у якому забезпечується налаштування ІКТ-інфраструктури (у тому числі віртуальної) на індивідуальні інформаційно-комунікаційні, інформаційно-ресурсні та операційно-процесуальні потреби учасників освітнього процесу [9, с. 10], що і є практично визначенням хмаро орієнтованого навчального середовища.

Особливість вище перерахованих освітніх середовищ полягає у тому, що на кожному етапі їх розвитку, основа, принципи, методи їх формування залишаються незмінними, лише додаються накопичені нові результати досліджень. Ці основи, принципи, методи набувають нових характеристик, підходів до розвитку, інтегруються з новітніми засобами навчання (мультимедійні дошки, планшети, смартфони, ноутбуки) та ІКТ. ХОНС якісно змінює освітнє середовище нинішньої як середньої, так і вищої школи, та сприяє розвитку на принципах доповнення й розширення.

Науковець С. Г. Литвинова зазначає, що під хмаро орієнтованим навчальним середовищем слід розуміти спеціально створене середовище для організації освітнього процесу з використанням різноманітного програмного забезпечення як послуги [76, с. 207]. У подальшому С. Г. Литвинова дає більш деталізоване визначення хмаро орієнтованого навчального середовища: «Під хмаро орієнтованим навчальним середовищем ми розуміємо штучно побудовану систему, що за допомогою хмарних сервісів забезпечує навчальну мобільність,

групову співпрацю педагогів та учнів для ефективного, безпечного досягнення дидактичних цілей» [71, с. 12] та визначає його основні характеристики.

С. Г. Литвиною виділено такі характеристики ХОНС:

1. *Гнучкість* – учень може взаємодіяти з учителем індивідуально, займатися у зручному для себе місці у своєму власному темпі і ритмі, приділяти кожній темі (уроку) стільки часу, скільки потрібно для засвоєння навчального матеріалу.

2. *Структурованість* – систематизація навчальних матеріалів, відповідно до навчальних планів і програм.

3. *Інтерактивність* – використання ЗК-технологій (комунікації, співпраці, кооперації) для обміну та опрацювання різноманітних даних.

4. *Персоналізація* – все навчання зорієнтоване на розвиток індивідуальних особливостей та потреб учня.

5. *Вмотивованість* – учень має бути мотивований, працьовитий, мати вміння і бажання працювати самостійно.

6. *Нова роль вчителя* – координатора персоналізованого розвитку учня та неперервного особистого розвитку.

7. *Інноваційна діяльність учня* – активна, динамічна, розумова і емоційна діяльність учня з використанням хмарних технологій як під час навчання, так і під час виконання домашніх робіт [71, с. 26-27].

Виходячи зі змісту атомної і ядерної фізики (див. п. 1.3) ХОНС навчання атомної і ядерної фізики нами доповнено наступними характеристиками (рис. 1.8):

1. *Доступність* – надання освітнього контенту здобувачам освітніх послуг у будь-який час, будь-якому місці, з будь-якого пристрою.

2. *Колективність* – групова, парна робота.

3. *Різноманітність* – наявність різних видів освітнього контенту (теоретичний матеріал, презентації, тести, лабораторні роботи, комп'ютерні моделі, навчальні комп'ютерні програми з атомної і ядерної фізики).

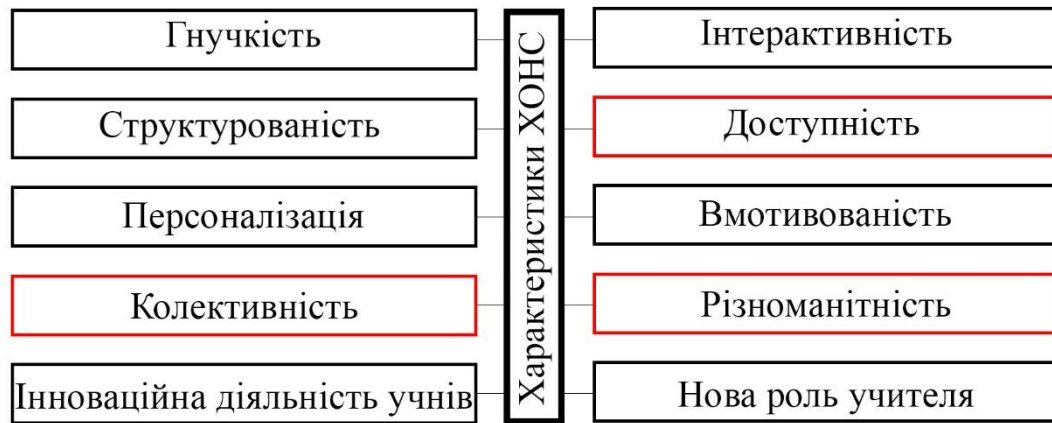


Рис. 1.8. Характеристики хмаро орієнтованого навчального середовища

Разом з тим, хмаро орієнтованому навчальному середовищі повинні бути притаманні наступні якості:

- інноваційність, підтримувати всі нові тенденції розвитку сучасної освіти;
- відкритість для всіх учасників освітнього процесу;
- конфіденційність;
- створюватися за потребою навчання та відповідати меті;
- забезпечувати необхідні комунікації між учителем та учнями;
- забезпечувати всебічний і гармонійний розвиток учня;
- забезпечувати навчальну діяльність учня;
- доступність в будь-який час в будь-якому місці до навчальних ресурсів;
- забезпечувати різноманітність в навчанні;
- колективність використання даних;
- підтримувати складну архітектуру.

Дослідження В. Ю. Бикова [9], М. І. Жалдака [44], Ю. Г. Запорожченко [50], Н. В. Морзе [90], З. С. Сейдаметової [126], О. М. Спіріна [143], М. П. Шишкіної [173] та результати використання хмарних технологій, викладених у зарубіжних публікаціях Н. Антонополус [180], М. Армбруст [181], С. Беккер [182], Б. Батлер [186] дають змогу зробити висновок, що поява поняття хмаро орієнтованого навчального середовища для освітнього процесу історично обумовлена як педагогічним, так і науковим інтересом. Такий висновок зроблено у зв'язку з широким упровадженням в освітній процес хмарних обчислень;

прискореним розвитком хмарних технологій, що використовуються в освітньому процесі суб'єктів навчання; якісним програмним забезпеченням; виникненням відкритої системи освіти на основі застосування хмарних технологій.

Ми поділяємо думку С. Г. Литвинової [74], що передумовами формування хмаро орієнтованого навчального середовища були: виникнення освітньої наочності, яка сприяла формуванню класно-урочної системи Я. А. Коменського (XVI – XVII ст.), де інформація накопичувалася і концентрувалася у діяльності учителя; поняття освітнє середовище стали використовувати з розвитком наукових узагальнень, що сталися у 20-х та 30-х роках минулого століття; виникнення теорії систем, кібернетики, нелінійної фізики привело до утвердження поняття освітнього (навчального) середовища (1995); революція у технологіях виробництва електронно-обчислювальних машин долучила до освітнього процесу поняття інформаційне середовище (1998); забезпечення закладів освіти персональними комп'ютерами сприяло виникненню поняття Інтернет середовища (2004); психолого-педагогічні та спеціальні дослідження, зокрема в Інституті інформаційних технологій і засобів навчання, привели до обґрунтованого запровадження в освітній процес поняття мережевого середовища (2006); розвиток методики навчання природничих наук та теорії і практики необоротних, нерівноважних процесів сприяли виникненню понять віртуального середовища (2008); обмеженість традиційної форми організації освітнього процесу в закладах освіти об'єктивно привело до необхідності формування поняття мобільного (2010) та хмаро орієнтованого середовища (2011) [71, с. 35].

За останнє десятиліття значних успіхів набули теоретичні розробки в області хмарних обчислень, відповідно зростають вимоги і до освітнього середовища. Таке середовище покликане створити ефективні умови для освіти всім категоріям учнів шкільного віку. Завдання полягає в забезпеченні доступу до освітніх ресурсів як у навчальних приміщеннях, так і будь-яких місцях знаходження суб'єктів навчання, де є доступ до комп'ютера, чи іншого девайсу з підключенням до мережі Інтернет. У зв'язку з цим виникає проблема створення

засад технології створення такого ХОНС та впровадження його у життя [71, с. 41].

З психологічної точки зору [131] навчання в хмаро орієнтованому навчальному середовищі сприяє розвитку в суб'єктів навчання мислення, асоціації, рефлексії, ідентифікації, активності, самоактуалізації та ін. У хмаро орієнтованому навчальному середовищі більш комфортно перебувають суб'єкти навчання, в яких домінує зорове сприйняття інформації, тому навчання в даному середовищі буде індивідуалізоване за даною ознакою. Доцільно зазначити, що в ХОНС відбувається інтенсифікація освітнього процесу, завдяки практичному навчанню з додаванням емоційних складових та висвітленню мисленевих процесів на дисплеях гаджетів, швидшому виявленню помилки та її виправленню, що сприяє зниженню психологічного дискомфорту в суб'єктів навчання, як при виявленні помилки вчителем.

Користувачеві при використанні хмарних обчислень надається програмне забезпечення, з яким він працює, він має доступ до власних даних, але не може ними управляти і не повинен піклуватись про програмне забезпечення і операційну систему, з якими працює [162].

Ефективно організована навчальна діяльність у віртуальному освітньому просторі характеризується самостійним знаннєвим пошуком у гіпертексті, конструюванням власного освітнього середовища та індивідуальної освітньої траєкторії, самостійною постановкою (вибором) навчальних задач, необхідністю прийняття рішень щодо використання потенційностей середовища, перебиранням на себе функцій управління власною освітньою діяльністю тощо. Все це безумовні психологічні умови для інтелектуального розвитку [137, с. 222].

При цьому забезпечується освітня мобільність учня. Вона полягає у вільному доступі до засобів комунікації, не залежить від місця перебування та типу комп'ютерної техніки, часу входження у мережу, з метою виконати освітні завдання та забезпечити всебічний розвиток особистості.

Розрізняють поняття освітньої мобільності вчителя. Сутність його полягає у доступі незалежно від часу та місця, комп'ютерної техніки до засобів комунікації, співпраці та кооперації, з метою досягнення дидактичних цілей.

Поняття навчальної комунікації розуміється як освітній процес з формування взаємодії суб'єктів навчання з метою обміну даними, виховання та розвитку особистості учня.

Таким чином, нами конкретизовано поняття хмаро орієнтованого навчального середовища з фізики, як відкритого навчального середовища, в якому за допомогою хмарних сервісів забезпечується навчальна мобільність, зручність та впорядкованість, самостійна та кооперативна робота суб'єктів навчання направлена на навчально-експериментальну діяльність для ефективного досягнення дидактичних цілей.

У нашому дослідженні хмаро орієнтоване навчальне середовище виступає засобом формування компетентного випускника закладу загальної середньої освіти. У такому середовищі компетентність ми розглядаємо як інтегративну характеристику особистості, що відображає готовність і здатність суб'єктів навчання мобілізувати набуті знання, уміння, навички і способи діяльності та поведінки для ефективного вирішення завдань, які виникають перед нею в процесі освітньої діяльності.

Поняття хмаро орієнтованого навчального середовища є порівняно новим для методики навчання фізики, що вносить у педагогічну науку новий напрямок дослідження.

1.5. Хмаро орієнтовані навчальні середовища у закладах загальної середньої освіти

XXI століття характеризується новими інформаційними змінами, що ведуть до суттєвих змін інформаційно-комунікаційних технологій, які застосовуються в навчанні. Згідно досліджень американського вченого К. Бонка [184], викладених в книзі «Світ відкритий: Як Веб-технології революціонізують освіту» виокремлені ІТ-тренди, які суттєво впливають на освітній простір сьогодення (рис. 1.9).

Зазначений процес революційних змін в процесі організації освіти в сучасній школі нерозривно пов'язаний з хмарними технологіями та хмарними обчисленнями.

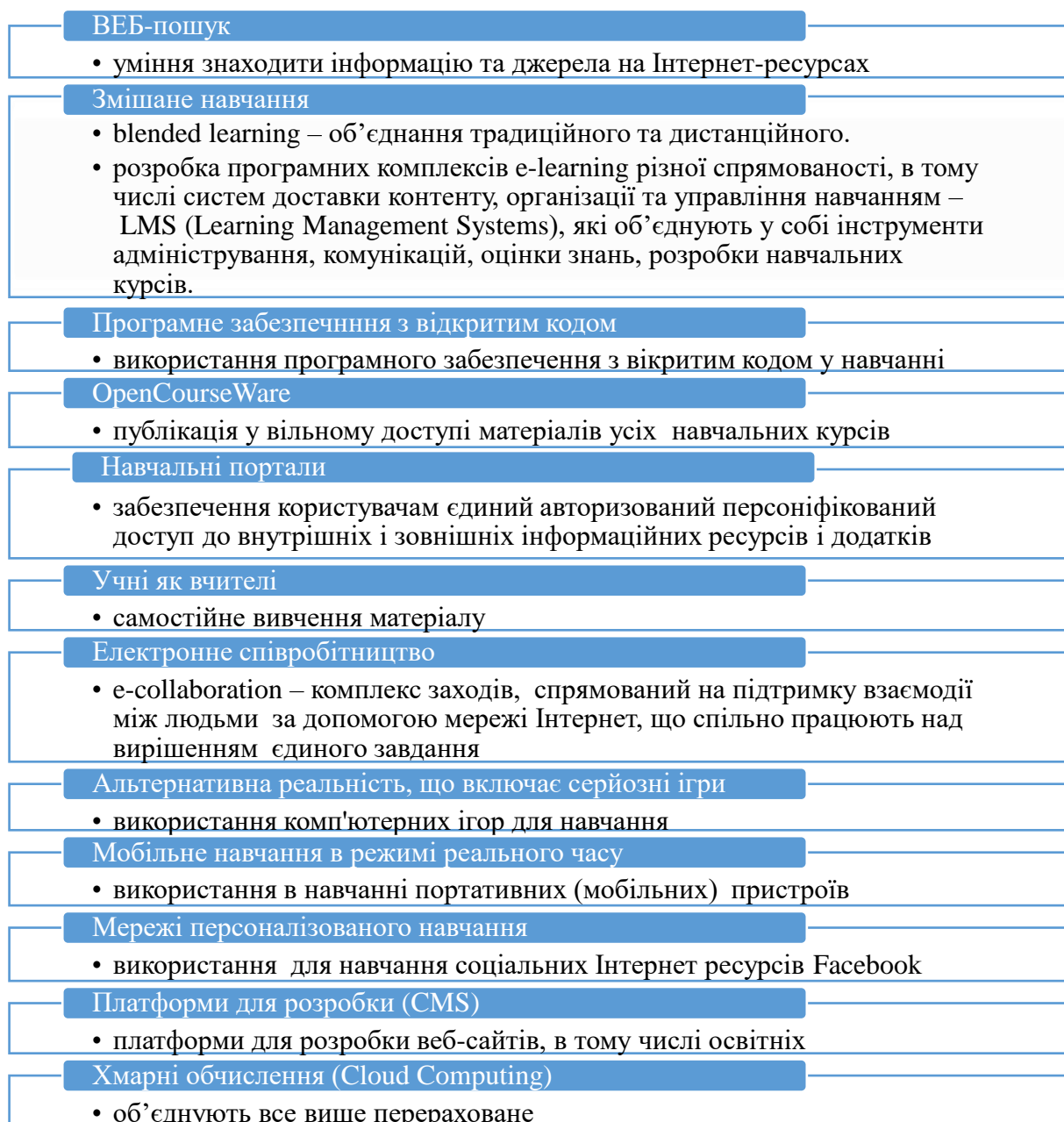


Рис. 1.9. ІТ-тренди, які суттєво впливають на освітній простір

Хмарні сервіси застосовують для того, щоб надавати користувачеві електронні освітні ресурси, що складають змістовне наповнення хмаро орієнтованого навчального середовища, а також забезпечити процеси створення і постачання освітніх сервісів. Хмарні сервіси – це сервіси, призначені для того, щоб робити доступними користувачеві прикладне програмне забезпечення, простір для зберігання даних та обчислювальні потужності через Інтернет [174].

Комп'ютерне обладнання можна використовувати різних видів: ноутбуки, нетбуки, стаціонарні персональні комп'ютери (ПК), планшети, смартфони. Слід

зазначити, що у ХОНС можливо організувати роботу з усіма комп'ютерними та мобільними пристроями незалежно від того, яка операційна система (ОС) використовується будь-то ОС Windows, ОС Linux чи ОС Android. Таке широке використання гаджетів, як зазначає С. Г. Литвинова [73] є суттєвою перевагою в організації навчальної діяльності учнів.

Засобами навчання у ХОНС виступають такі електронні об'єкти: презентації, текстові документи, відео- та аудіофайли, віртуальні лабораторії, електронні освітні ресурси (ЕОР), енциклопедії тощо. Будемо розглядати ЕОР з позицій комплементарності традиційним засобам навчання, ефективно використовувати ЕОР у освітньому процесі, якщо відсутні можливості представлення навчального матеріалу іншим способом.

За цих умов головна мета навчання фізики в середній школі полягає в розвитку особистості учнів засобами фізики як навчального предмета, зокрема, завдяки формуванню в учнів 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 [29]. Оскільки фізика – експериментальна наука, то ця її риса визначає низку специфічних завдань шкільного курсу фізики, спрямованих на засвоєння наукових методів пізнання. Завдяки навчальному фізичному експерименту учні оволодівають досвідом практичної діяльності людства в галузі здобуття фактів та їхнього попереднього узагальнення на рівні емпіричних уявлень, понять і законів. За таких умов фізичний експеримент виконує функцію методу навчального пізнання, завдяки якому в свідомості учнів утворюються нові зв'язки та відношення, формується суб'єктивно нове особистісне знання. Саме через навчальний фізичний експеримент найефективніше здійснюється діяльнісний підхід до навчання фізики. З іншого боку, навчальний фізичний експеримент дидактично забезпечує процесуальну складову навчання фізики, зокрема формує в учнів експериментальні вміння й дослідницькі навички, озброює їх інструментарієм дослідження, який стає засобом навчання [160].

Використання засобів ІКТ, зокрема сервісів і технологій хмарних обчислень, належать до першочергових у сфері інформатизації освіти, розвитку відкритого науково-освітнього простору. Про це свідчить ряд урядових ініціатив різних країн та прийняття міжнародних документів, таких як Європейська стратегія хмарних обчислень «Вивільнення потенціалу хмарних обчислень в Європі» («Unleashing the potential of cloud computing in Europe», 2012), Європейський цифровий порядок денний («Digital agenda for Europe», 2010), Федеральна урядова ініціатива хмарних обчислень у США («Federal Cloud Computing Strategy», 2011) та ін., згідно яких хмарні обчислення визнано пріоритетним напрямом технологічного розвитку.

Впровадження хмаро орієнтованого навчального середовища з фізики в освітній процес закладів загальної середньої освіти має низку переваг: забезпечення навчальної мобільності, доступності до навчального матеріалу, комунікації між учителем та учнями, впровадження та поєднання різних навчальних технологій в освітній процес.

Завдяки впровадженню ХОНС можливо вивести на новий рівень розвитку фізичну освіту.

Оскільки у вітчизняному просторі проблема проектування та побудови хмаро орієнтованого навчального середовища зародилась не так давно, є доцільність проаналізувати та узагальнити зарубіжний досвід. Проблемою впровадження хмарних обчислень, застосування хмарних технологій у відкритій освіті, дослідження розвитку хмарних технологій висвітлено в працях зарубіжних науковців, таких як: Н. М. Абрамс (N. M. Abrams) [179], Н. Антонополус (N. Antonopoulos) [180], М. Армбруст (M. Armbrust) [181], Б. Батлер (B. Butler) [186], С. Бейкер (C. Baker) [182], С. Беккер (S. Becker) [183], Дж. А. Гонсалес-Мартінес (J. A. Gonzalez-Martinez) [193], Д. В. Дентон (D. W. Denton) [189], Дж. Дентон (J. Denton) [188], К. Донет (K. Donert) [203], Т. Ерл (T. Erl) [190; 191], М. Я. Кавіс (M. J. Kavis) [194], Р. Коуп (R. Cope) [190], К. Коутсопулос (K. Koutsopoulos) [195], З. Махмуд (Z. Mahmood) [191], Д. Нагель (D. Nagel) [198], А. Насерпур (A. Naserpour) [190], Н. Паносополос

(Н. Panousopoulos) [199], Дж. Рей (J. Ray) [201], Наян Б. Рупарела (Nayan B. Ruparelia) [202], Д. Сільва (D. Silva) [204], Д. Чень (G. Chen) [187].

К. Коутсопулос [195] представляє основні концепції мережі шкіл Європейського Союзу (ЄС) в хмарі, та стверджує, що нинішні умови вимагають створення нової парадигми, заснованої на комплексному вимірі освіти, при розгляді питання про використання хмарних обчислень. Іншими словами, існує необхідність в комплексному підході, який включає в себе педагогічну, технічну, адміністративну, соціальну, політичну та культурну складові, які перебуваючи в гармонії сприятимуть освітньому процесу. Вчений [195] охарактеризовує основні завдання, які повинні стояти перед учнями, вчителями та адміністрацією при роботі з хмарними технологіями.

Дж. А. Гонсалес-Мартінес [193] досліджує область використання хмарних обчислень в освіті. В своїх дослідженнях виявляє та аналізує переваги та ризики, при яких хмарні обчислення можуть мати для зацікавлених сторін в освіті корисні сценарії розвитку та використання хмарних обчислень в навчальному контексті.

У даний час розпочинається широке застосування технологій хмарних платформ, які використовують складні технічні інновації для забезпечення масштабності та гнучкості середовища. Для успішного створення, інтегрування в хмарне середовище потрібне розуміння технології хмарної платформи та її загальної внутрішньої механіки, архітектури шарів та моделей, а також розуміння інших чинників. Так в своїй праці «Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture» Томас Ерл з провідними експертами та дослідниками хмарних обчислень [191], пропонують ряд чітких концептів, моделей, механізмів технології і архітектури технології застосування хмарних технологій.

Наян Б. Рупарела [202] в своїй праці пропонує можливості інтегрування інших технологій до хмари, а також, що краще практично використовувати для застосування хмарних обчислень та вибрати хмарні сервіси.

Наян Б. Рупарела обговорює ключові питання, які постають для будь-якої організації з урахуванням хмарних обчислень: угоди про рівень сервісу,

надання бізнес-послуг та споживання, фінансів, правової юрисдикції, безпеки і соціальної відповідальності. Він вводить нові концепції, які стали можливими завдяки хмарним обчисленням: хмара клітини, або фахівець хмари для конкретних цілей; особиста хмара; хмара речей; хмарних сервісів обміну. Він розглядає використання тематичних шаблонів у плані інфраструктури і платформи, інформацію про програмне забезпечення, а також бізнес-процесу; і пояснює, як відбувається перехід до хмарних служб [202].

С. Стейн (S. Stein) [205] в своїх дослідженнях висвітлює переваги та проблеми, з якими стикається освіта при залученні хмарних технологій для педагогічних цілей. Однією з таких проблем є загальнодоступність хмарних технологій, так як для їх використання потрібне широкопasmове підключення до Інтернету. Хмарні технології надають доступ до інструментів навчання 24 години на добу, 365 днів на рік, щоб дати можливість користувачам працювати в будь-якому місці в будь-який час. Але в тих, в кого немає вільного доступу до Інтернету чи комп'ютера, можна використовувати програмне забезпечення в публічних бібліотеках або на комп'ютерах доступних їм у школах протягом дня, після закінчення шкільних занять [205].

С. Стейн наголошує на високій економічній рентабельності для шкіл використання хмарних технологій: «Значна економія коштів може бути реалізована завдяки хмарним обчисленням шляхом зниження коефіцієнта заміщення для комп'ютерів. Так, як неважливо Windows, Apple чи Linux встановлено на комп'ютері, він все одно може отримати доступ до хмари. Так і старі комп'ютери, які є менш потужними за сучасні можуть працювати віддалено з сучасним програмним забезпеченням» [205, с. 237].

Вчений відмічає, що віддалений доступ має важливе значення в ефективному використанні хмарних технологій в школі [205]. А саме в одночасному використанні ліцензованого програмного забезпечення.

Ми погоджуємось із С. Стейн, що освіта рухається в напрямку хмарних обчислень, які зможуть забезпечити школу новими технологіями організації освітнього процесу та забезпечити його новими інформаційними технологіями [205].

В 2010 р. Пол Покатілу (Paul Rosatilu) здійснив аналіз та прогнозував розвиток електронних навчальних систем (E-learning Systems) та хмарних технологій. Він прийшов до висновку, що Економічна Академія у Бухаресті використовує електронне навчання, засноване на Moodle, котрий має свій власний центр обробки даних, і в майбутньому може стати платформою для хмарних обчислень [200].

З вітчизняного досвіду роботи з хмаро орієнтованими навчальними середовищами виділяються науковці В. Ю. Биков [150], С. Г. Литвинова [72], М. В. Попель [174], Н. В. Сороко [138], О. М. Спірін [143], М. П. Шишкіна [172] та ін.

В. Ю. Биков наголошує, що основна стратегія подальшої масштабної інформатизації освіти і науки має базуватися на концепції хмарних обчислень (ХО) з суттєвим поглибленням інтеграції галузевих зусиль у цьому напрямі з можливостями ІКТ-бізнесу на основі застосування механізмів аутсорсинга. При цьому як поточні і перспективні інвестиції у розвиток ІКТ-інфраструктури, так і всі наявні ІКТ-системи та окремі ІКТ-рішення мають бути проаналізовані з точки зору можливості застосування технологій ХО як альтернативи [150].

Для забезпечення соціально-економічної ефективності і конкурентоспроможності України, її успішної європейської та світової інтеграції згаданий підхід широко використовується в процесі інформатизації всіх без винятку підсистем українського суспільства, передусім освіти, де ідеї і технології ХО мають стати предметом пріоритетного вивчення, засобами навчання, досліджень та управління освітою на всіх її організаційних рівнях [9], стверджує В. Ю. Биков.

На думку С. Г. Литвинової, хмаро орієнтоване навчальне середовище створює умови для активної співпраці, забезпечує мобільність суб'єктів та віртуалізацію об'єктів навчання, доступне будь-де і будь-коли, забезпечує розвиток творчості та інноваційності, критичного мислення, вміння вирішувати проблеми; розвивати комунікативні, співробітницькі, життєві та кар'єрні навички, працювати з даними, медіа й розвивати компетентності з ІКТ як учнів, так і вчителів [72].

Міністерство освіти та науки України впроваджує проекти пов'язані з хмарними технологіями, а саме «Про дистанційне моніторингове дослідження рівня сформованості у випускників загальноосвітніх навчальних закладів навичок використання інформаційно-комунікативних технологій у практичній діяльності», «Хмарні сервіси в освіті» та «Розумники».

Мета проекту «Про дистанційне моніторингове дослідження рівня сформованості у випускників загальноосвітніх навчальних закладів навичок використання інформаційно-комунікативних технологій у практичній діяльності» (наказ МОН України від 23.02.2010 р. № 139) здійснити моніторинг рівня сформованості інформатичних компетентностей випускників, на основі платформи Microsoft Azure. Маємо приклад гібридної хмари, що дає змогу проводити тестування до 5000 учнів одночасно, здійснювати автоматизовану перевірку відповідей, збирати оперативні дані щодо перебігу процесу тестування по всій Україні.

В 2014 році стартував Всеукраїнський проект «Розумники» (наказ МОН України від 08.05.2014 р. № 564). Мета проекту: проведення дослідно-експериментальної роботи з метою прогнозування моделі використання електронних ресурсів на комп'ютерних пристроях різного форм-фактору з метою покращення та підтримки освітнього процесу (<http://rozumniki.com/info/experiment/>).

Серед педагогів широкої популярності здобула можливість створювати сайти засобами Google Site. Такі сайти створюються за допомогою шаблону та зберігаються в особистих хмарах користувача Google. На сторінках сайту вчитель має змогу розміщувати конспекти уроків, інструкції з виконання практичних робіт, власні статті, цікаву інформацію для учнів, які бажають знати більше, навчальні програми та інші додаткові матеріали. Прикладом застосування є сайт учителів математики та фізики комунального закладу освіти «Середня загальноосвітня школа № 19» Дніпровської міської ради «Шкільний калейдоскоп» (www.sites.google.com/site/skolnyjkalejdoskop) та учителя фізики комунального закладу «Навчально-виховне об'єднання № 6

«Спеціалізована загальноосвітня школа I-III ступенів, центр естетичного виховання «Натхнення» Кіровоградської міської ради Кіровоградської області» (sites.google.com/site/fizikacesikavovazlivoprekrasno/).

Як показав аналіз даних сайтів, вони несуть виключно інформативний характер. Найголовнішим їх недоліком є те, що вони не дають можливості учням завантажувати на них виконані домашні та практичні завдання, що і є найважливішим у використанні ХОНС.

Завдяки освітнім програмам від компанії Microsoft популярності серед вчителів набувають сервіси OneDrive та OneNote. Завдяки OneDrive вчителі створюють хмаро орієнтовані середовища, в яких групують потрібні дані та відомості на власний розсуд. До них учень та вчитель має доступ будь звідки, потрібно лише наявність пристрою, який дозволяє вийти в мережу Інтернет.

У разі, якщо доступ до мережі Інтернет обмежений, суб'єкти навчання можуть синхронізувати документи з власного або шкільного комп'ютера з відповідними папками та документами, якими вони користувалися в ХОНС.

Повертаючись до сервісів Google варто відзначити, що вони надають аналогічні сервіси для створення та зберігання даних, комунікації між учителем та учнями, проведення опитування та інше. Крім цього, існує Google for Education – це традиційний набір сервісів Google, котрий доступний через домен «.edu». При створенні шкільного акаунту в Google for Education користувачі одержуть доступ до Google Classroom, шкільний поштовий домен, додатковий обсяг пам'яті на Drive, відсутність реклами та можливість повного адміністрування акаунтів в створеному освітньому домені. В Google for Education можливо використовувати Sheets, Docs, Slides и Sites для створення таблиць, документів, презентацій та сайтів. Проект Google for Education впроваджується в освітній процес комунального закладу «Навчально-виховне об'єднання № 6 «Спеціалізована загальноосвітня школа I-III ступенів, центр естетичного виховання «Натхнення» Кіровоградської міської ради Кіровоградської області».

Однією з незаперечних переваг хмарних сервісів Google є їх простота у використанні та обсяг пам'яті, який надається для зберігання даних, котрий є більший за пропозиції інших компаній, які надають послуги хмарних сервісів.

Популярною платформою для організації навчання є Moodle. Moodle (Modular Object Oriented Distance Learning Environment) – це система управління навчальним контентом (LCMS – Learning Content Management Systems). За допомогою даної системи можна створювати електронні навчальні курси і проводити як аудиторне (очне) навчання, так і навчання на відстані (заочне/дистанційне) [197]. Використання системи, дає можливість обмінюватись повідомленнями вчителям та учням, надавати завдання та перевіряти їх, виконувати самостійні роботи у вигляді тестів, вести електронний журнал оцінок та відвідування, тобто в цій технології закладені основні концепції хмаро орієнтованого навчального середовища.

Платформа Moodle найбільш підходить для організації заочної та дистанційної форми навчання, але разом з тим вона має переваги над іншими платформами і є перспективною для розгортання на її основі хмаро орієнтованого навчального середовища.

Так на основі платформи Moodle організоване хмаро орієнтоване навчальне середовище для всіх класів та з усіх навчальних предметів, які вивчаються в «Навчально-виховний комплекс «Новопечерська школа» (м. Київ) (moodle.novoshkola.com.ua) та навчально-виховний комплекс «Школа-гімназія «Сихівська» Львівської міської ради Львівської області (dystosvita.mdl2.com) організоване навчальне середовище вивчення інформатики. Нами створено хмаро орієнтоване навчальне середовище атомної і ядерної фізики (moodle.kspu.kr.ua).

Як показують проведені дослідження хмарні технології інтенсивно проникають в освітній процес всіх рівнів закладів освіти. Тому гостро стоїть потреба розроблення методики навчання атомної і ядерної фізики, як розділу фізики, що найбільше задовільняє вимоги щодо формування сучасного наукового світогляду учнів, в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища.

Висновки до розділу 1

1. У результаті проведеного аналізу історико-методологічних засад структурування основ квантової теорії, як механізму опису явищ атомної і ядерної фізики та навчальних програм, підручників виявлені суперечності між результатами сучасних наукових досягнень з атомної і ядерної фізики та запровадженням їх у шкільному курсі фізики, що призводить до зниження якості знань учнів та їх незацікавленості у навчанні фізики, не забезпечується реалізація принципу науковості під час навчання атомної і ядерної фізики у старшій школі.

2. На основі історико-генезисного аналізу навчальних програм та розділів підручників атомної і ядерної фізики визначено інтегрований підхід до формування складових нового освітнього середовища з атомної і ядерної фізики, у відповідності до досягнень науково-технічного прогресу та нових відкриттів у галузі фізики, що задовольняє потреби сучасного суспільства та відповідає вимогам нормативних документів.

3. Визначено шляхи побудови нового навчального середовища, яке забезпечує сучасні потреби як учнів, так і вчителів, а саме:

- вільного доступу до електронних ресурсів навчального середовища;
- забезпечення умов колективної роботи над створенням та використанням електронних ресурсів для організації освітнього процесу;
- різноманітності освітнього контенту (теоретичного матеріалу, презентацій, тестів, лабораторних робіт, комп'ютерних моделей, навчальних комп'ютерних програм з атомної і ядерної фізики);
- зорієнтованості навчання на розвиток індивідуальності учня;
- нової ролі вчителя, як координатора освітнього процесу, що направлена на розвиток учня, так і на неперервний особистий розвиток;
- мотивацію учня до навчання атомної і ядерної фізики, розвиток працьовитості та уміння самостійної роботи.

4. Досліджено особливості формування та розвитку поняття хмаро орієнтованого навчального середовища, як сучасного освітнього середовища,

яке характеризується вільним доступом до навчального матеріалу та супутнього контенту з будь-якого пристрою (зокрема, персонального комп'ютера/ноутбука, телефона, планшета) та в будь-який час, завдяки чому реалізується принцип доступності; забезпечує реалізацію різних видів навчальної діяльності, принцип різноманітності та надає можливість спільної роботи здобувачів освіти.

5. Конкретизовано поняття хмаро орієнтованого навчального середовища з фізики, як відкритого навчального середовища в якому за допомогою хмарних сервісів забезпечується навчальна мобільність, зручність та впорядкованість, самостійна та кооперативна робота суб'єктів навчання направлена на навчально-експериментальну діяльність для ефективного досягнення дидактичних цілей.

6. Основні наукові результати першого розділу дисертаційної роботи представлені в таких публікаціях [115; 124; 158; 159; 160; 161; 162; 163; 164; 165; 166].

Список використаних джерел до розділу 1

1. Аксиоми для нащадків: Українські імена у світовій науці. зб. Нарисів / Упоряд. О. К. Романчук. – Львів : Меморіал, 1992. – 544 с.
2. Арістотель. Політика / Арістотель; пер. з давньогр. та передм. О. Кислюка. – К. : Основи, 2000. – 239 с.
3. Атаманчук П. С. Інноваційні технології управління навчанням фізики / П. С. Атаманчук. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет, 1999. – 174 с.
4. Атаманчук П. С. Методика і техніка навчального фізичного експерименту в старшій школі / П. С. Атаманчук, О. І. Ляшенко, В. В. Мендерецький, О. М. Ніколаєв. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет ім. І. Огієнка, 2011. – 420 с. : іл.
5. Атаманчук П. С. Теорія і методика управління пізнавальною діяльністю старшокласників у навчанні фізики : автореф. дис. ... докт. пед. наук: спец. : 13.00.02 / Атаманчук П. С. ; Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. – Київ, 2000. – 40 с.
6. Бар'яхтар В. Г. Фізика : підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. (академічний рівень, профільний рівень) / В. Г. Бар'яхтар [та ін.]. – Х. : Ранок, 2011. – 320 с.
7. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти : [монографія] / В. Ю. Биков ; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання АПН України. – К. : Атіка, 2008. – 684 с.
8. Биков В. Ю. Теоретико-методологічні засади моделювання навчального середовища педагогічних систем відкритої освіти / В. Ю. Биков // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2008. – Вип. 77, ч. 1. – С. 3–12. – Бібліограф.: 12 назв.
9. Биков В. Ю. Технології хмарних обчислень, ІКТ-аутсорсінг та нові функції ІКТ-підрозділів навчальних закладів і наукових установ / В. Ю. Биков // Інформаційні технології в освіті. – 2011. – № 10. – С. 8–23. Бібліогр.: 9 назв.
10. Бим-Бад Б. М. Обучение и воспитание через непосредственную среду: теория и практика / Б. М. Бим-Бад // Труды кафедры педагогики, истории

образования и педагогической антропологии Университета РАО. – 2001. – № 3. – С. 28–48.

11. Бібік Н. М. Компетентнісний підхід: рефлексивний аналіз застосування. Компетентнісний підхід в освіті: світовий досвід та українські перспективи / Н. М. Бібік ; за заг. ред. О. В. Овчарук. – К. : «К.І.С.», 2004. – С. 47–52.

12. Бондар С. П. Компетентність особистості інтегрований компонент навчальних досягнень учнів / С. П. Бондар // Біологія і хімія в школі. – 2003. – № 2. – С. 8–9.

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

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

15. Бугайов О. І. Вивчення атомної та ядерної фізики в школі: посіб. для вчителів / О. І. Бугайов. – К. : Рад. шк., 1982. – 158с.: іл. – Бібліогр.: с.155–156.

16. Бугайов О. І. Історико-методологічний підхід до формування структури і змісту шкільного курсу фізики /О. І. Бугайов, М. І. Садовий // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2003. – Вип. 51,ч. 1. – С. 10–14.

17. Бугайов О. І. Концепція фізичної освіти у 12-річній загальноосвітній школі (проект) / О. І. Бугайов // Фізика та астрономія в школі. – 2001. – № 6. – С. 6–13.

18. Бугайов О. І. Короткий нарис розвитку шкільного фізичного експерименту в Україні / О. І. Бугайов, С. П. Величко // Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету : зб. наук. пр. – Рівне, 1999. – Вип. 1. – С. 4–15.

19. Бурак В. І. Аналіз змісту й структури курсу фізики основної школи / В. І. Бурак // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т. Г. Шевченка. Серія : пед. науки : зб. наук. пр. –Чернігів, 2010. – Вип. 77. – С. 24–28.

20. Бутківська С. В. Шляхи реалізації принципу історизму під час вивчення фізики / С. В. Бутківська, Н. А. Мисліцька // Актуальні проблеми математики, фізики і технологічної освіти : зб. наук. пр. / ВДПУ ім. Михайла Коцюбинського. – Вінниця, 2012. – Вип. 9. – С. 270–274. – Бібліогр.: 6 назв.

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

22. Величко С. П. Вивчення основ квантової фізики : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / С. П. Величко, Л. Д. Костенко. – Кіровоград : РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2002. – 274 с.

23. Вигнер Э. П. Инвариантность и законы сохранения. Этюды о симметрии / Э. П. Вигнер. – М. : Едиториал УРСС, 2002. – 320 с.

24. Визгин В. П. К исследованию феномена советской физики 1950-1960 гг. Социокультурные и междисциплинарные аспекты / Сост. и ред. В. П. Визгин, А. В. Кессених, К. А. Томилин. – СПб. : РХГА, 2014. – 560 с.

25. Волошина К. О. Періодизація розвитку змісту шкільного підручника з фізики в Україні / К. О. Волошина // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2009. – Вип. 82, ч.1. – С. 20–24.

26. Воропай Н. А. Становлення поняття «самоосвітня компетентність» у науково-методичній літературі / Н. А. Воропай // Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова. Серія: Теорія і практика навчання та виховання : зб. наук. пр. – К., 2010. – Вип. 17. – С. 27–32. – Бібліогр.: 12 назв.

27. Головань М. С. Компетенція та компетентність: порівняльний аналіз понять / М. С. Головань // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології : зб. наук. пр. / Сумський державний університет ім. А. С. Макаренка. – Суми, 2011. – № 8 (18). – С. 224–234. – Бібліогр.: 25 назв.

28. Головка М. В. Видатні постаті вітчизняної дидактики До 90-річчя від дня народження професора Олександра Івановича Бугайова / М. В. Головка // Рідна школа. – 2014. – № 4–5. – С. 68–72. – Бібліогр.: 4 назви.

29. Головка М. В. Система науково-педагогічних поглядів М. Й. Розенберга як важлива складова розвитку дидактики фізики в Україні / М. В. Головка // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2010. – Вип. 90. – С. 72–76. – Бібліогр.: 11 назв.

30. Гончаренко С. У. Методика викладання фізики : навч. посіб. для пед. ін-тів / С. У. Гончаренко, В. К. Альбін, М. С. Білий, М. Й. Розенберг. – К. : Вища шк., 1970. – 300 с.

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

32. Гончаренко С. У. Методика як наука : навчальний посібник / С. У. Гончаренко. – Хмельницький : Вид-во ХГКП, 2001. – 30 с.

33. Гречановська О. В. Формування культурологічної компетентності в майбутніх інженерів засобами інноваційного навчання : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Гречановська Олена Володимирівна ; М-во освіти і науки України, Вінницький нац. техн. ун-т. – Вінниця, 2012. – 280 с. : іл. – Бібліогр.: с. 130–140 (103 назви).

34. Дворецкий И. Х. Латинско-русский словарь / И. Х. Дворецкий. – М. : Русский язык, 1976. – 1096 с.

35. Дидактика современной школы: пособие для учителей / Б. С. Кобзарь [и др.]. – К. : Рад. шк., 1987. – 351 с.

36. Дик Ю. И. Требования к конструированию самодельных приборов по физике / Ю. И. Дик, А. Ф. Мигунов // Физика в школе. – 1983. – №1. – С. 76-80.

37. Дробін А. А. Формування фізичних понять у школярів на основі статистичного та імовірнісного підходів: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Дробін Андрій Анатолійович ; М-во освіти і науки України, КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2012. – 325 с.

38. Дятлов Ю. В. М.Пильчиков і його погляди на проблеми фізичної освіти в Україні в кінці XIX – на початку XX ст. // Вісник Чернігівського

державного педагогічного університету ім. Т. Г. Шевченка. Серія: педагогічні науки : зб. наук. пр. – Чернігів, 2002. – Вип. 13, Т. II. – С.184–186.

39. Емельянов Ю.Н. Теория формирования и практика совершенствования коммуникативной компетентности / Ю.Н. Емельянов. – СПб., 1999. – 403 с.

40. Енциклопедичний словник [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.dict.t-mm.ru/enc_sl/c/cre.html (дата звернення: 14.11.2015). – Назва з екрана.

41. Енциклопедія історії України : у 10 т. / НАН України. Інститут історії України ; ред.: В. А. Смолій [та ін.]. – К. : Наук. думка, 2010. – Т. 7. – 784 с.

42. Жалдак М. І. Комп'ютер на уроках фізики : посібник для вчителів / М. І. Жалдак, Ю. К. Набочук, І. Л. Сеамещук – Костопіль : РВП «РОСА», 2005. – 228 с.

43. Жалдак М. І. Проблеми інформатизації навчального процесу в середніх і вищих навчальних закладах / М. І. Жалдак // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2013. – № 3. – С. 8–15.

44. Жук Ю. О. Проблеми формування навчального середовища сучасної школи / Ю. О. Жук // Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., (11-13 жовтня 2006 р., Черкаси) : зб. тез доп. – К., 2007. – С. 71–77.

45. Закон України «Про загальну середню освіту» від 13.05.1999 р. № 651-ХІV [Електронний ресурс] / Верховна Рада України : ВВР України. – 1999. – № 28. – ст. 230. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/651-14> (дата звернення: 12.10.2017). – Назва з екрана.

46. Закон України «Про Концепцію Національної програми інформатизації» від 04.02.1998 р. № 75/98-ВР [Електронний ресурс] / Верховна Рада України : ВВР України. – 1998. – № 27–28. – ст. 182. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/75/98-вр>. (дата звернення: 12.10.2017). – Назва з екрана.

47. Закон України «Про Національну програму інформатизації» від 04.02.1998 р. № 74/98-ВР [Електронний ресурс] / Верховна Рада України : ВВР України. – 1998. – № 27–28. – ст. 181. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/74/98-вр> (дата звернення: 12.10.2017). – Назва з екрана.

48. Закон України «Про освіту» від 05.09.2017 р. № 2145-VIII [Електронний ресурс] / Верховна Рада України : ВВР України. – 2017. – № 38–39. – ст. 380. – Режим доступу <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> (дата звернення: 12.10.2017). – Назва з екрана.
49. Занков Л. В. Избранные педагогические труды / Л. В. Занков. – М. : Дом педагогики, 1999. – 608 с.
50. Запорожченко Ю. Г. Використання засобів ІКТ у дистанційному навчання учнів з функціональними обмеженнями / Ю. Г. Запорожченко // Інформаційні технології в освіті. – 2013. – № 16. – С. 75–82.
51. Засекіна Т. М. Фізика : підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. (академічний рівень, профільний рівень) / Т. М. Засекіна, Д. О. Засекін. – Харків : Сиція, 2012. – 336 с.
52. Збірник програм з профільного навчання для загальноосвітніх навчальних закладах. Фізика та астрономія. – К. : Основа, 2008. – 34 с.
53. Іваницький О. І. Сучасні технології навчання фізики / О. І. Іваницький. – Запоріжжя, 2001. – 266 с. – Бібліогр.: с. 247.
54. Каменецкий С. Е. Методика решения задач по физике в средней школе / С. Е. Каменецкий, В. П. Орехов. – М.: Просвещение, 1971. – 448с.
55. Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання фізики в школі: посібник / Ю. О. Жук [та ін.]. – К. : Педагогічна думка, 2011. – 152 с.
56. Конституція України від 28.06.1996 р. № 254к/96-ВР, редакція від 30.09.2016 р. [Електронний ресурс] / Верховна Рада України : ВВР України. – 1996. – № 30. – ст. 141. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр> (дата звернення: 25.06.2017). – Назва з екрана.
57. Коршак Є. В. Фізика : підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. (рівень стандарту) / Є. В. Коршак, О. І. Ляшенко, В. Ф. Савченко. – К. : Генеза, 2011. – 256 с.
58. Краевский В. В. Предметное и общепредметное в образовательных стандартах / В. В. Краевский, А. В. Хуторской. – Педагогика, 2003. – № 3. – С. 3–10.

59. Крайнова Е. А. Профессиональная подготовка будущих инженеров-механиков в области информационных технологий : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Крайнова Е. А. – Нижний Новгород, 2007. – 20 с.
60. Кремень В. Г. Освіта і наука України: шляхи модернізації. (Факти, роздуми, перспективи) / В. Г. Кремень.– К. : Грамота, 2003. – 216 с.
61. Кудрявцев П. С. Курс истории физики: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по физ. спец. / П. С. Кудрявцев. – М. : Просвещение, 1982. – 448 с.
62. Кузьмина Н. В. Системный подход в педагогических исследованиях. Методология педагогических исследований : сборник трудов / Н. В. Кузьмина. – М., 1980. – С. 82–117.
63. Курчатов И. В. Избранные труды : в 3 т. / И. В. Курчатов ; под общей ред. академика А. П. Александрова. – М. : Наука, 1983. – Т. 2. – 368 с.
64. Кучай О. В. Компетенція і компетентність – відображення цілісності та інтеграційної суті результату освіти / О. В. Кучай // Рідна школа. – 2009. – № 11. – С. 44–48.
65. Лазаренко Д. С. Методика навчання механіки в профільній школі : дис. ...канд. пед. наук :13.00.02 / Лазаренко Дмитро Сергійович; М-во освіти і науки України, КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2015. – 310 с.
66. Ландау Л. Д. Теоретическая физика : в 10 т. / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М. : Физматлит, 2012. – Т. 1 : Механика. – 224 с.
67. Ландау Л. Д. Теоретическая физика : в 10 т. / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М. : Физматлит, 2014. – Т. 3 : Квантовая механика (нерелятивистская теория). – 800 с.
68. Лапінський В. В. Навчальне середовище нового покоління та його складові / В. В. Лапінський // Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова. Серія: Комп'ютерноорієнтовані системи навчання : зб. наук. пр. – К. 2008. – № 6 (13). – С. 26–32.
69. Левківський М. В. Історія педагогіки: навч.-метод. посібн. / М. В. Левківський. – К. : Центр учбової літератури, 2011. – 190 с.

70. Литвинова С. Г. Методика проектування та використання хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу: метод. реком. / С.Г. Литвинова. – К.: Компрінт, 2015. – 280 с.

71. Литвинова С. Г. Моделювання й інтеграція сервісів хмаро орієнтованого навчального середовища: [монографія] / Н. Копняк, Г. Корицька, С. Литвинова [та ін.] ; за ред. С. Г. Литвинової. – К. : ЦП «Компрінт», 2015. – 163 с.

72. Литвинова С. Г. Поняття та основні характеристики хмаро орієнтованого навчального середовища середньої школи / С.Г. Литвинова // Інформаційні технології і засоби навчання: електронне наукове фахове видання. – 2014. – № 2 (40). – С. 26–41.

73. Литвинова С. Г. Проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу: [монографія] / С. Г. Литвинова. – Київ: ЦП «Компрінт», 2016. – 354 с.

74. Литвинова С. Г. Теоретико-методичні основи проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.10 / Литвинова Світлана Григорівна ; М-во освіти і науки України, Ін-т інформ. технологій і засобів навчання НАПН України. – Київ, 2016. – 601 с.

75. Литвинова С. Г. Хмарні сервіси Office 365: навчальний посібник / С. Г. Литвинова, О. М. Спірін, Л. П. Анікіна. – Київ : Компрінт, 2015. – 170 с.

76. Литвинова С. Г. Хмаро орієнтоване навчальне середовище, віртуалізація, мобільність – основні напрямки розвитку загальної середньої освіти ХХІ століття / С. Г. Литвинова // Педагогіка вищої та середньої школи. – 2014. – Вип. 40. – С. 206–213.

77. Ломоносов М. В. Избранные философские произведения / М. В. Ломоносов; под общ. ред. и с предисл. Г. С. Васецкого. – М. : Гос. изд-во полит. лит., 1950. – 757 с.

78. Лунгол О. М. Методика навчання електродинаміки учнів вищих професійно-технічних навчальних закладів : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 /

Лунгол Ольга Миколаївна ; М-во освіти і науки України, КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2015. – 322 с.

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

80. Ляшенко О. І. Методика і технології оцінювання діяльності загальноосвітнього навчального закладу: посібник / О. І. Ляшенко, Т. О. Лукіна, І. Є. Булах, М. Р. Мруга. – К. : Педагогічна думка, 2012. – 160 с.

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

82. Максимюк С. П. Педагогіка: навч. посібн. / С. П. Максимюк. – К. : Кондор, 2005. – 667 с.

83. Маркова О. М. Хмарні технології навчання: витоки / О. М. Маркова, С. О. Семеріков, А. М. Стрюк // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2015. – Вип. 2, Т. 46. – С. 29–44.

84. Мартинюк М. Т. Вивчення фізики і астрономії в основній школі : Теоретичні і методичні засади / М. Т. Мартинюк. – К. : ТОВ «Міжнародна фінансова агенція», 1998. – 274 с. – Бібліогр.: 315 назв.

85. Мартинюк М. Т. Науково-методичні засади навчання фізики в основній школі : автореферат дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 / Мартинюк М. Т. ; Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. – Київ, 1999. – 33 с.

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

87. Методология системного подхода в педагогике / Под ред. А. М. Сидоркина. – М. : НИИОП АПН СССР, 1989. – 56 с.

88. Методы системного педагогического исследования / Под ред. Н. В. Кузьминой. – Л. : Изд-во Ленинградского университета, 1980. – 172 с.

89. Мисліцька Н. А. Реалізація принципу історизму під час вивчення фізики в умовах інформатизації освіти / Н. А. Мисліцька // Вісник Черкаського університету. Серія: Педагогічні науки : зб. наук .пр. – Черкаси, 2012. – № 13 (226). – С. 93–97.

90. Морзе Н. В. Основи інформаційно-комунікаційних технологій / Н. В. Морзе. – К. : Видавн. група ВНУ, 2006. – 352 с.

91. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 7–9 клас (зі змінами, затвердженими Наказом МОН України № 585 від 29.05.2015) [Електронний ресурс] / О. І. Ляшенко [та ін.] – Режим доступу: <http://www.mon.gov.ua/> (дата звернення: 25.06.2017). – Назва з екрана.

92. Навчальні програми для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти «Фізика і астрономія» (рівень стандарту, профільний рівень) / О. І. Ляшенко [та ін.] – К., 2017. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/fizika-i-astronomiya-10-11-avtorskij-kolektiv-pid-kerivnicztvom-lyashenka-o-i.doc> (дата звернення: 15.01.2018). – Назва з екрана.

93. Наказ Міністерства освіти і науки України «Про проведення дослідно-експериментальної роботи за темою «Хмарні сервіси в освіті» на базі загальноосвітніх навчальних закладів України» № 629 від 21.05.2014 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://old.mon.gov.ua/ua/about-ministry/normative/2385> (дата звернення: 25.06.2016). – Назва з екрана.

94. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disser Cat [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dissercat.com/content/osnovnye-problemy-istorii-razvitiya-dorevolucionnoi-i-sovetskoj-metodiki-prepodavaniya-fiz#ixzz4x7DHZIF4> (дата звернення: 25.06.2016). – Назва з екрана.

95. Ньютон И. Математические начала натуральной философии / И. Ньютон ; перевод с лат. и примеч. А. Н. Крылова. – М. : Наука, 1989. – 688 с.

96. Околелов О. П. Конструктивная педагогика : [монографія] / О. П. Околелов. – Директ-Медиа, 2013. – 160 с.

97. Основы методики преподавания физики в средней школе / В. Г. Разумовский [и др.] – М. : Просвещение, 1984. – 398 с.

98. Павленко А. І. Культурологічний вимір сучасної фізичної освіти / А. І. Павленко, Т. М. Попова // Фізика та астрономія в школі. – 2006. – № 2. – С. 15–18; № 3 (закінчення). – С. 14–15.

99. Подласый И. П. Педагогика: Новый курс: учеб. для студ. высш. учеб. : в 2 кн. / И. П. Подласый. – М. : Владос, 2004. – Кн. 1: Общие основы. Процесс обучения. – 574 с.

100. Пометун О. І. Формування громадянської компетентності: погляд з позиції сучасної педагогічної науки / О. І. Пометун // Вісник програм шкільних обмінів. – 2005. – № 23. – С. 18–20.

101. Про Державну національну програму «Освіта» («Україна ХХІ століття») [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України; Постанова, Програма, Заходи від 03.11.1993 р. № 896, редакція від 29.05.1996, підстава 576-96-п. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/896-93-п> (дата звернення: 25.06.2016). – Назва з екрана.

102. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України, Постанова від 23.11.2011 р. № 1392. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011> (дата звернення: 12.10.2017). – Назва з екрана.

103. Про заходи по забезпеченню комп'ютерної грамотності учнів середніх навчальних закладів і широкого впровадження електронно-обчислювальної техніки в навчальний процес [Електронний ресурс] / Офіційний веб-портал Верховної Ради України. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/185-85-п> (дата звернення: 25.06.2016). – Назва з екрана.

104. Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» [Електронний ресурс] / Президент України; Указ, Стратегія від 25.06.2013 р. № 344/2013. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/344/2013> (дата звернення: 23.03.2015). – Назва з екрана.

105. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року» [Електронний ресурс] / Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14.12.2016 р. № 988. – Режим доступу: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/54258/ (дата звернення: 25.06.2017). – Назва з екрана.

106. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 10–11 кл. Академічний рівень (зі змінами, затвердженими наказом МОН України № 826 від 14.07.2016) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/fiz-ak.pdf> (дата звернення: 15.09.2016). – Назва з екрана.

107. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 10–11 кл. Рівень стандарту (зі змінами, затвердженими наказом МОН України № 826 від 14.07.2016) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/physics-st-20.05.2016.docx> (дата звернення: 29.09.2016). – Назва з екрана.

108. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 10–11 кл. Профільний рівень (зі змінами, затвердженими наказом МОН України № 826 від 14.07.2016) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/fiz-pr.pdf> (дата звернення: 15.09.2016). – Назва з екрана.

109. Резников Л. И. Физическая оптика в средней школе : пособ. для учит. / Л. И. Резников. – М. : Просвещение, 1971. – 264 с.

110. Рекомендація 2006/962/ЄС Європейського Парламенту та Ради (ЄС) «Про основні компетенції для навчання протягом усього життя» [Електронний ресурс] / Європейський Союз; Рекомендації, Міжнародний документ від 18.12.2006 р. № 2006/962/ЄС. – Режим доступу: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/994_975 (дата звернення: 15.01.2018). – Назва з екрана.

111. Розенберг М. Й. Про програмоване навчання і використання його в процесі викладання фізики / М. Й. Розенберг // Викладання фізики в школі: зб. ст. – К., 1964. – Вип. 3. – С. 3–24.

112. Рубинштейн Д. Х. Схема процесса формирования понятий / Д. Х. Рубинштейн // Дальневосточный сборник. : сб. науч. ст. – Хабаровск, 1971. – Т. I. – С. 5–23.

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

114. Садовий М. І. Вибрані питання загальної методики навчання фізики: навч. посібн. для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. / М. І. Садовий, В. П. Вовкотруб, О. М. Трифонова. – Кіровоград : ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. – 252 с.

115. Садовий М. І. Застосування ІКТ для дослідження систем з найменшою енергією / М. І. Садовий, **М. В. Хомутенко**, О. М. Трифонова // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. І. Огієнка. Серія: педагогічна : зб. наук. пр. – Кам'янець-Подільський, 2013. – Вип. 19 : Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю. – С. 234–237. – Бібліогр.: 10 назв. – (Index Copernicus; ICV 2012: 5.08).

116. Садовий М. І. Історія фізики з перших етапів становлення до початку ХХІ століття: навчальний посібник для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. / М. І. Садовий, О. М. Трифонова. – Кіровоград : ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. – 436 с.

117. Садовий М. І. Місія І. Є. Тамма: навч.-метод. посібн. / М. І. Садовий, О. М. Трифонова. – Кіровоград : Сабоніт, 2011. – 134 с.

118. Садовий М. І. Наукові фізичні школи в Україні: наук.-метод. матеріали в доп. учителям та студ. / М. І. Садовий. – Кіровоград : РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2002. – 162 с.

119. Садовий М. І. Науково-методологічні основи шкільного курсу квантової фізики / М. І. Садовий. – Кіровоград : Принт-Імідж, 1998. – 318 с.

120. Садовий М. І. Про вивчення порівняльної інформації відрізка навчального / М. І. Садовий // Методика викладання фізики: респ. наук.-метод. зб. – К., 1986. – Вип. 16. – С. 26–34.

121. Садовий М. І. Становлення та розвиток фундаментальних ідей дискретності та неперервності у курсі фізики середньої школи / М. І. Садовий. – Кіровоград : Прінт-Імідж, 2001. – 396 с.

122. Садовий М. І. Сучасна фізична картина світу: навч. посібн. для студ. пед. вищ. навч. закл. / М. І. Садовий, О. М. Трифонова. – Кіровоград : ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2016. – 180 с.

123. Садовий М. І. Теоретичні і методичні основи становлення і розвитку фундаментальних ідей дискретності та неперервності в курсі фізики загальноосвітньої школи : дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02 / Садовий Микола Ілліч ; М-во освіти і науки України, Нац. педагогічний ун-т ім. М. П. Драгоманова. – К., 2001. – 517 с.

124. Садовий М. І. Формування експериментально-орієнтованого навчального середовища вивчення фізики / М. І. Садовий, В. В. Слюсаренко, О. М. Трифонова, **М. В. Хомутенко** // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – 2014. – П(16), Issue: 33. – Р. 79–84. – Бібліогр.: 10 назв. – (Index Copernicus; ICV 2014: 70,95).

125. Садовский В. Н. Основания общей теории систем / В. Н. Садовский. – М. : Наука, 1974. – 278 с.

126. Сейдаметова З. С. Облачные сервисы в образовании [Електронний ресурс] / З. С. Сейдаметова, С. Н. Сейтвелиева // Інформаційні технології в освіті. – 2011. – Вип. 9. – С.105–111. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/itvo_2011_9_15 (дата звернення: 15.01.2016). – Назва з екрана.

127. Сергеев А. В. Методические указания и материалы к спецкурсу «История методики преподавания физики в средней школе» / А. В. Сергеев. – Запорожье, 1984. – 88 с.

128. Сергеев А. В. Наблюдения учащихся при изучении физики на первой ступени обучения / А. В. Сергеев. – К. : Рад.шк., 1987. – 152 с.

129. Сиротюк В. Д. Фізика : підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий. – Харків : Сиція, 2011. – 304 с.

130. Сисоєва С. О. Підготовка вчителя до формування творчої особистості учня : [монографія]. / С. О. Сисоєва. – К. : Поліграфкнига, 1996. – 407 с.

131. Скрипченко О. В. Вікова та педагогічна психологія: навч. посібн./ О. В. Скрипченко, Л. В. Долинська, З. В. Огороднійчук. – К. : Просвіта, 2001. – 416 с.

132. Слижук О. А. Комунікативна специфіка сучасного уроку української літератури / О. А. Слижук // Українська література в загальноосвітній школі. – 2006. – № 3. – С. 19–21.

133. Словник іншомовних слів [Текст] : близько 10000 слів / Нац. ун-т ім. Тараса Шевченка, Укр. мовно-інформ. фонд НАН України ; уклад.: С. М. Морозов, Л. М. Шкарапута ; ред. Є. І. Мазніченко. – К. : Наукова думка, 2000. – 662 с.

134. Словника української мови в 11 томах [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sum.in.ua/> (дата звернення: 24.06.2016). – Назва з екрана.

135. Слюсаренко В. В. Методика формування експериментальних компетентностей старшокласників з використанням вимірювального комплексу на уроках фізики : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Слюсаренко Віктор Володимирович ; М-во освіти і науки України, КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2016. – 272 с.

136. Смагін І. І. Суспільствознавча компетентність учнів: поняття, зміст, структура / І. І. Смагін // Вісник Житомирського держ. ун-ту ім. І. Франка : зб. наук. пр. – Житомир, 2014. – Вип. 4. – С. 39–44. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VZhDU_2014_4_10 (дата звернення: 12.01.2015). – Назва з екрана.

137. Смульсон М. Л. Проектування дистанційних середовищ саморозвитку в умовах новітніх комп'ютерних технологій / М. Л. Смульсон // Актуальні проблеми психології. Психологічна теорія і технологія навчання : зб.наук.пр. / Ін-т психол. ім. Г.С. Костюка НАПН України. – К.,2010. – Вип. 7, Т. 8. – С. 215–225.

138. Сороко Н. В. Розвиток інформаційно-комунікаційної компетентності вчителів філологічної спеціальності в умовах комп'ютерно орієнтованого середовища : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10 / Сороко Наталія Володимирівна ;

М-во освіти і науки України, Ін-т інформ. технологій і засобів навчання НАПН України. – Київ, 2012. – 256 с.

139. Сосницька Н. Л. Методологічні засади розвитку змісту шкільної фізичної освіти / Н. Л. Сосницька // Педагогічна освіта: теорія і практика. Педагогіка. Психологія. – 2013. – № 19. – С. 52–55.

140. Сосницька Н. Л. Формування і розвиток змісту шкільної фізичної освіти в Україні (історико-методологічний контекст) : автореф. дис. ...д-ра пед. наук: 13.00.02 / Сосницька Н. Л. ; Нац. пед. ун-т. імені М. П. Драгоманова. – Київ, 2008. – 40 с.

141. Сохор А. М. Логическая структура учебного материала. Вопросы дидактического анализа / А. М. Сохор. – М. : Педагогика, 1974. – 123 с.

142. Соціально-педагогічний словник / С. У. Гончаренко [та ін.]. – К. : УПВК ЕксОб, 2004. – 304 с.

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

144. Стадніченко С. М. Методика вивчення молекулярної фізики на основі особистісно-орієнтованої технології в умовах профільного навчання : дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Стадніченко Світлана Миколаївна ; М-во освіти і науки України, КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2007. – 213 с.

145. Станфорд Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем / Л. Станфорд, С. Оптнер. – М. : Сов. Радио, 1967. – 213 с.

146. Старіш О. Г. Системологія / О. Г. Старіш. – Київ : Центр навчальної літератури, 2005. – 232 с.

147. Структура ІКТ-компетентності вчителів. Рекомендації ЮНЕСКО [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://profspilka.kiev.ua/engine/download.php?id=498> (дата звернення: 23.12.2017). – Назва з екрана.

148. Стрюк А. М. Система хмаро орієнтованих засобів навчання як елемент інформаційного освітньо-наукового середовища ВНЗ [Електрон.

ресурс] / А. М. Стрюк, М. В. Рассовицька // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2014. – № 4 (42). – С. 150–158. – Режим доступу: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1087/829> (дата звернення: 25.11.2015). – Назва з екрана.

149. Теория и методика обучения физике в школе: Частные вопросы: учебн. пособ. для студ высш пед. учебн. заведен. / С. Е. Каменецкий [и др.]. – М. : Издательский центр «Академия», 2000. – 384 с.

150. Технології хмарних обчислень – провідні інформаційні технології подальшого розвитку інформатизації системи освіти в Україні : [інтерв'ю з директором Ін-ту інформ. технологій і засобів навчання НАПН України В. Ю. Биковим / спілкувався В. Д. Руденко] // Комп'ютер у шк. та сім'ї. – 2011. – № 6. – С. 3–11.

151. Трифонова О. М. Взаємозв'язки принципів науковості та наочності в умовах кредитно-модульної системи навчання квантової фізики студентів вищих навчальних закладів: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Трифонова Олена Михайлівна ; М-во освіти і науки України, КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2009. – Т. 1. – 216 с.; Т. 2: Додатки. – 301 с.

152. Український педагогічний словник / С. У. Гончаренко [та ін.]. – К. : Либідь, 1997. – 374 с.

153. Фатурова В. М. Інтернет-середовище як фактор психологічного розвитку комунікативного потенціалу особистості: дис... канд. психол. наук: 19.00.07 / Віра Миколаївна Фатурова; Ін-т психології ім. Г. С. Костюка АПН України. – Київ, 2004. – 223 с.

154. Філософський словник [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://gufo.me/content_fil/sreda-8064.html (дата звернення: 23.09.2015). – Назва з екрана.

155. Форкун Н. В. Методична система навчання фізики в старшій школі на засадах компетентнісного підходу: теоретичний аспект / Н. В. Форкун // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету

ім. І. Огієнка. Серія : Педагогічна. – Кам'янець-Подільський, 2014. – Вип. 20. – С. 117–119. – Бібліогр.: 11 назв.

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

157. Хмарні технології: концепція, переваги й ризики застосування [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://ippo.org.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=3016&Itemid=1 (дата звернення: 23.03.2016). – Назва з екрана.

158. Хомутенко М. В. Становлення понять «навчальне середовище» та «хмаро орієнтоване навчальне середовище» / М. В. Хомутенко // Наукові записки. Серія : проблеми методики фізико-математичної і технічної освіти : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – 2015. – Вип. 8, ч. 4. – С. 111–120. – Бібліогр.: 22 назв.

159. Хомутенко М. В. Використання фізичних знань у сучасних технологіях медицини / М. В. Хомутенко, М. І. Садовий // Студентський науковий вісник : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2014. – Вип. 13. – С. 253–258. – Бібліогр.: 10 назв.

160. Хомутенко М. В. Віртуальний фізичний експеримент в хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. В. Хомутенко // Наукові записки. Серія: проблеми методики фізико-математичної і технічної освіти : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2016. – Вип. 9, ч. 3. – С. 175–179. – Бібліогр.: 17 назв.

161. Хомутенко М. В. Дослідження методики навчання симетрії у науково-методичних доробках Івана Захаровича Ковальова / М. В. Хомутенко, М. І. Садовий // Міжнар. наук.-практ. конф. «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (22-23 травня 2015 р., Кіровоград) : зб. тез доп. – Кіровоград, 2015. – С. 10–13.

162. Хомутенко М. В. Застосування хмарних технологій в організації навчального середовища на уроках фізики / М. В. Хомутенко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету

ім. І. Огієнка. Серія : педагогічна. – Кам'янець-Подільський, 2015. – Вип. 21. : Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю. – Бібліогр.: 13 назв. – С. 297–300. – (Index Copernicus; ICV 2015: 80,87).

163. Хомутенко М. В. Застосування хмаро орієнтованого навчального середовища при використанні віртуальної наочності в атомній фізиці / М. В. Хомутенко // II Міжнар. наук.-практ. онлайн-Інтернет конф. «Проблеми та інновації в природничій, технологічній та професійній освіті» (20-23 квітня 2016 р., Кіровоград) : зб. тез доп. – Кіровоград, 2016. – С. 64–67.

164. Хомутенко М. В. Історико-генезисний розвиток уявлень про хмаро орієнтоване навчальне середовище / М. В. Хомутенко, О. М. Трифонова // Всеукр. наук.-практ. конф. студ. та молод. наук. «Фізика. Технології. Навчання» (26 березня 2016 р., Кіровоград) : зб. тез доп. – Кіровоград, 2016. – С. 104–109.

165. Хомутенко М. В. Проблеми навчання рівноваги на уроках фізики в старшій школі / М. В. Хомутенко, М. І. Садовий, О. М. Трифонова // Наукові записки. Серія: проблеми методики фізико-математичної і технічної освіти : зб. наук. пр. / КДПУ ім.В.Винниченка. – Кіровоград, 2014. – Вип. 6, ч. 1. – С. 115–120. – Бібліогр.: 13 назв.

166. Хомутенко М. В. Формування базових уявлень про рівновагу з використанням комп'ютерного моделювання / М. В. Хомутенко // Всеукр. наук.-практ. конф. студ. та молод. наук. «Фізика. Технології. Навчання» (26 березня 2015 р., Кропивницький) : зб. тез доп. – Кіровоград, 2015. – С. 183–188.

167. Хуторской А. В. Ключевые компетенции как компонент личностно-ориентированной парадигмы образования / А. В. Хуторской // Народное образование. – 2003. – № 2. – С. 55–61.

168. Чайка В. М. Основи дидактики: навч. посібн. / В. М. Чайка. – К. : Академвидав, 2011. – 240 с.

169. Шарко В. Д. Роль історизму і шляхи його використання в навчанні фізики / В. Д. Шарко, А. В. Федоров // Фізика та астрономія в рідній школі. – 2016. – № 4. – С. 8–14.

170. Шацкий С. Т. Школа и строительство жизни / С.Т. Шацкий // Избр. пед. соч. – М. : Учпедгиз, 1958. – С. 267–293.

171. Шведов Ф. Н. Методика физики. Введение / Ф. Н. Шведов. – Одесса : «Центральная тип.», 1894. – 33 с.

172. Шишкіна М. П. Тенденції розвитку і стандартизації вимог до засобів ІКТ навчального призначення на базі хмарних обчислень / М. П. Шишкіна // Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету. Серія : Педагогіка : зб. наук. пр. / Мелітопольський держ. пед. ун-т. – Мелітополь, 2014. – Вип. 2 (13). – С. 223-231.

173. Шишкіна М. П. Теоретико-методичні засади формування і розвитку хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу : дис... докт. пед. наук : 13.00.10 / Шишкіна Марія Павлівна ; М-во освіти і науки України, Ін-т інформ. технологій і засобів навчання НАПН України. – К., 2016. – 441 с.

174. Шишкіна М. П. Хмаро орієнтоване освітнє середовище навчального закладу: сучасний стан і перспективи розвитку досліджень [Електронний ресурс] / М. П. Шишкіна, М. В. Попель // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2013. – Вип. 5, Т.37. – С. 66-80. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2013_37_5_9 (дата звернення: 28.03.2016). – Назва з екрана.

175. Школа О. В. Історія зародження, становлення та розвитку наукових шкіл методики навчання фізики в Україні : дис... канд. пед. наук : 13.00.02 / Школа Олександр Васильович ; М-во освіти і науки України, Запорізький держ. ун-т. – Запоріжжя, 1997. – 181 с.

176. Шут Микола Іванович: біобібліографічний покажчик до 70-річчя від дня народження та 45-річчя науково-педагогічної діяльності в Національному педагогічному університеті імені М. П. Драгоманова / Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Фізико-математичний інститут, Кафедра загальної та прикладної фізики ; Наукова бібліотека ; [уклад. Н. І. Тарасова] – 2-ге вид., перероб. і доповн. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2014. – 145 с.

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

178. Юдин Б. Г. Системный подход и принцип деятельности / Б. Г. Юдин. – М. : Наука, 1978. – 391 с.

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

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

181. Armbrust M. Above the clouds: A Berkeley view of Cloud Computing [Electronic resource] / M. Armbrust, A. Fox, R. Griffith et al. // Electrical Engineering and Computer Sciences. – 2009. – Feb. 10. – 25 p. – Text. data. – Access mode: <http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2009/EECS2009-28.pdf> (date of access 16.09.2015). – Title from the screen.

182. Baker C. Flipped classrooms: Turning learning upside down: Trend of «flipping classrooms» helps teachers to personalize education [Electronic resource] / C. Baker // Deseret News. – 2012. – Nov. 25. – Text. data. – Access mode: <http://www.deseretnews.com/article/765616415/Flipped-classrooms-Turning-learning-upside-down.html?pg=all> (date of access 16.09.2015). – Title from the screen.

183. Becker S. Horizon.K12 : The Interim Results [Electronic resource] / S. Becker // NMC Sparking innovation, learning and creativity. – 2013. – Text. data. – Access mode: <http://www.nmc.org/news/2013-horizonk12-interim-results> (date of access 16.09.2015). – Title from the screen.

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

185. Bowden John. Competency – Based Education – Neither a Panacea nor a Pariah [Electronic resource] / Access mode: <http://www.crm.hct.ac.ae/events/archive/tend.018.bowden.html> (date of access 16.09.2015). – Title from the screen.

186. Butler B. The cloud goes global: Amazon, Google, Rackspace, Microsoft, Savvis all expand international footprints [Electronic resource] / B. Butler //

Networkworld. – 2014. – Text. data. – Access mode : <http://www.networkworld.com/news/2013/052913-cloud-global-270246.html> (date of access 16.09.2015). – Title from the screen.

187. Chen G. Head in the Clouds: Why Public Schools are Embracing Cloud Computing [Electronic resource] / G. Chen. – 2013. – Text. data. – Access mode: <http://www.publicschoolreview.com/articles/218> (date of access 16.09.2015). – Title from the screen.

188. Denton J. OpenStack Networking Essentials. / J. Denton. – Packt Publishing, 2016. – 174 p.

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

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

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

192. Garfinkel S. L. Architectsof the Information Society: 35 Yearsof the Laboratoryfor Computer Scienceat MIT / S. L. Garfinkel ; edited by Hal Abelson. – Cambridge : TheMITPress, 1999. – 72 p.

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

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

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

196. Mell P. The NIST Definition of Cloud Computing (Draft) / P. Mell, T. Grance // Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. Special Publication 800-145 (Draft). – 2011. – P. 1–3.
197. Moodle [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://moodle.org/?lang=uk> (дата звернення: 14.02.2018). – Назва з екрана.
198. Nagel D. Cloud Computing To Make Up 35% of K-12 IT Budgets in 4 Years [Electronic resource] / David Nagel // Transforming education through technology. – Text. data. – Access mode: <http://thejournal.com/articles/2013/02/19/cloudcomputing-to-make-up-35-of-k12-it-budgets-in-4-years.aspx?=THECL> (date of access 16.09.2015). – Title from the screen.
199. Panousopoulos H. Education on the Cloud: Researching Student-Centred / H. Panousopoulos, K. Donert, P. Papoutsis, I. Kotsanis // Cloud-based Learning Prospects in the context of a European Network, Proc. CELDA. – 2015. – Text. data. – Access mode: <http://tinyurl.com/nghy5ay> (date of access 16.09.2017). – Title from the screen.
200. Pocatilu P. Measuring the efficiency of cloud computing for e-learning systems / P. Pocatilu, F. Alecu, M. Vetrici // WSEAS Transactions on Computers. – 2010. – № 9 (1). – P. 42–51.
201. Rafaels R. J. Cloud Computing: From Beginning to End. / R. J. Rafaels. – Create Space Independent Publishing Platform, 2015. – 152 p.
202. Ruparelia N. B. Cloud Computing (The MIT Press Essential Knowledge series) / N. B. Ruparelia. – The MIT Press, 2016. – 280 p.
203. Serwer D. Mechanical Atom 1923-1925. Historical / D. Serwer // Studies in Physical Sciences. – 1977. – Vol. 8. – P. 189–256.
204. Silva D. Communicating Geography Through the Cloud / D. Silva, K. Donert // GI_Forum - Journal for Applied Geoinformatics. – 2015. – Vol. 1. – P. 315–319.
205. Stein S. Improving K-12 pedagogy via a Cloud designed for education. / S. Stein, J. Ware, J. Laboy, H. Schaffer. // International Journal of Information Management. – 2013. – № 33 (1). – P. 235-241.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ АТОМНОЇ І ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ В УМОВАХ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА

2.1. Реалізація методичної системи в освітньому процесі атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі

У ході аналізу спеціальної та психолого-педагогічної літератури, зробленого в першому розділі для забезпечення відповідності освітнього процесу з фізики у старшій школі запитам сучасного інформаційного суспільства (див. п. 1.4), постала потреба у формуванні відмінних від традиційних умов навчання учнів. Ми вважаємо, що до таких умов відноситься створення нового хмаро орієнтованого навчального середовища (рис. 1.7), його динаміки і відповідно змін складу і структури (див. п. 1.4), функцій педагогічного процесу, спрямованих на активізацію навчально-пізнавальної діяльності суб'єктів навчання та орієнтацію на навчання впродовж всього життя.

Як показали проведені нами дослідження (див. п. 1.4) метою створення хмаро орієнтованого навчального середовища з атомної і ядерної фізики є надання якісних освітніх послуг здобувачам освіти. Вони включають впровадження удосконалення методів та форм навчання, забезпечення вільного доступу до електронних освітніх ресурсів, наповнення їх новим навчальним контентом, що забезпечуватиме розвиток інтересу в учнів до вивчення атомної і ядерної фізики та задовольнить мотивовані навчальні потреби учнів. Для виконання окресленого завдання ми пропонуємо створити методичну систему формування і розвитку ХОНС з атомної і ядерної фізики закладу загальної середньої освіти.

Завданням та метою розроблення методичної системи навчання атомної і ядерної фізики в ХОНС є забезпечення цілісної методологічної, теоретичної та методичної бази для впровадження особистісно зорієнтованого, компетентнісного, діяльнісного та системного підходів у навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у ХОНС. Це сприятиме розширенню доступу

до електронних освітніх ресурсів та інструментів хмарних обчислень, підвищенню рівня організації освітнього процесу та інформаційно-комунікаційної компетентності суб'єктів навчання.

Методична система навчання являє собою сукупність компонентів, а саме цілі, зміст, методи, засоби та форми організації навчання.

Визначення методичної системи в своїх працях сформували П. С. Атаманчук [5], С. У. Гончаренко [23], Л. В. Занков [33], О. І. Іваницький [35], В. Г. Крисько [41], С. Г. Литвинова [48], Н. В. Морзе [54], А. М. Новіков [60], О. М. Пишкало [72], Н. В. Подопригора [64], М. І. Садовий [75], О. М. Спирін [88], Н. В. Форкун [94], В. Д. Шарко [120] та інші. Як правило, кожен із них пропонує своє бачення методичної системи як категорії педагогічної науки.

П. С. Атаманчук означив, що методична система є своєрідним результатом дидактичного препарування змісту конкретної навчальної дисципліни у відповідності до обраних педагогічних технологій та методів навчання, можливостей навчально-матеріальної бази та характеру орієнтирів (еталонів) управління навчально-пізнавальною діяльністю [5, с. 25].

С. У. Гончаренко визначив, що методична система навчання – це впорядкована сукупність взаємопов'язаних і взаємозумовлених методів, форм і засобів планування, проведення контролю, аналізу та коригування освітнього процесу, спрямованих на підвищення ефективності навчання [23].

Л. В. Занков характеризує методичною такою системою, в якій ведучу і регулюючу роль в організації освітньої системи виконують дидактичні принципи. Найважливіші принципи: багатогранність, процесуальність, системність, функціональний підхід, колізії (зіткнення старого розуміння речей з новим науковим поглядом на їх суть, практичного досвіду з його теоретичним усвідомленням, яке дуже часто суперечить попереднім уявленням), варіантність [33].

О. І. Іваницький вважає, що методична система поєднує в собі цілі, зміст, форми й засоби навчання конкретного предмету [35, с. 247].

В. Г. Крисько методичну систему характеризує, як сукупність взаємопов'язаних та взаємообумовлених методів, форм, засобів навчання, планування і організації, контролю, аналізу, корекції освітнього процесу, які спрямовані на підвищення ефективності навчання [41].

А. М. Новіков розглядає методичну систему, як загальну спрямованість навчання до поставленої мети [60].

О. М. Пишкало дає таке визначення: «Методична система навчання – це сукупність ієрархічно пов'язаних компонентів: цілей навчання, змісту, методів, засобів і форм організації навчання, що утворюють єдину цілісну функціональну структуру, орієнтовану на досягнення цілей навчання. Функціонування методичної системи підпорядковано закономірностям, що пов'язані з внутрішньою будовою самої системи, коли зміна однієї чи декількох її компонентів призведе до зміни всієї системи» [72, с. 49].

Н. В. Подопригора зазначила, що «методична система» віддзеркалює цілеспрямованість навчання, має структурні компоненти та враховує взаємозв'язки між ними в досягненні цілей навчання [64].

М. І. Садовий, В. П. Вовкотруб, О. М. Трифонова визначають індивідуальний та варіативний характер методичної системи, що полягає у тому, що викладачі фізики відштовхуються від: мети і результатів навчання у конкретних групах суб'єктів навчання; змісту фізичного досліджуваного матеріалу, використовують досвід аналогій, життєво-емпіричну інтуїцію; постійного поєднання досвіду та аналізу тем курсу фізики, що забезпечує прогнозовані навчальні ситуації, способи спілкування у з'ясуванні істини, створенні системи доказів, дослідів [75].

С. Г. Литвинова методичну систему визначає як проектування ХОНС: «Методична система проектування ХОНС – це сукупність ієрархічно пов'язаних компонентів: цілей, змісту, методів, форм, засобів, інформаційних, організаційних та технологічних заходів, проектування й використання ХОНС, проведення рефлексії та коригування результатів проектування й використання

ХОНС, спрямованих на забезпечення навчальної мобільності суб'єктів навчання» [48, с. 194].

Відповідно до досліджень Н. В. Морзе методична система навчання повинна доповнюватися такими компонентами: очікувані результати навчання, добір змісту навчання, добір методів, форм і засобів навчання, встановлення зв'язків між компонентами методичної системи [54].

Науковці Ю. В. Триус та Л. О. Черних розглядають методи, засоби та форми навчання як певну підсистему цілісної системи навчання. Як зазначає Ю. В. Триус, розглядаючи сукупність тих компонентів традиційної методичної системи навчання, що відповідають на питання «як навчати?»: методи, засоби, організаційні форми навчання, деякі науковці вважають, що вони утворюють певну підсистему єдиної системи, яку називають технологією навчання. Виходячи з такої структури, визначають цільовий, змістовий та технологічний компоненти методичної системи навчання [92; 119].

Поширення хмарних технологій впливає перш за все на ті компоненти традиційної методичної системи навчання, що утворюють певну підсистему єдиної системи [49]. Тому розроблена модель методичної системи навчання науковцем О. М. Марковою містить у якості компонентів зміст, цілі та технологію навчання. До складу останньої входять форми організації, методи та засоби навчання, серед яких провідними є засоби хмарних технологій [52].

Науковцем А. М. Стрюком [91] на основі аналізу впливу хмарних технологій на цільовий, змістовий та технологічний компоненти методичної системи навчання побудовано модель навчання інформатичних дисциплін з використанням хмарних ІКТ. Цілі навчання включають систему знань, умінь і навичок, що формуються відповідно до компетентнісної моделі фахівців та Державних стандартів освіти. Цілі навчання безпосередньо впливають на зміст навчання, добір методів та засобів його організації.

В свою чергу науковець Н. В. Форкун [94] розробила методичну систему навчання фізики в старшій школі на основі компетентнісного підходу, як впорядковану сукупність взаємопов'язаних і взаємозумовлених елементів

(форм, методів, засобів), які забезпечують управління, планування, здійснення, контроль, аналіз, корекцію освітнього процесу з фізики у старшій школі, спрямованих на отримання конкретних результатів, якими є ієрархічно підпорядковані ключова, загальнопредметна і предметна (галузева) компетентності.

В. Д. Шарко методичну систему навчання учнів фізики характеризує як систему, що включає в себе три компонента (цільовий, змістовий і технологічний) [120].

Науковець О. М. Спірін [88] вбачає за доцільне впровадження в освітній процес методичних систем, побудованих на основі використання інформаційно-комунікаційних технологій навчання, що дозволяє підняти на якісно новий рівень освітні процеси, пов'язані з вимірюванням навчальних досягнень, тестуванням і організацією на його основі принципово нових підходів.

Виходячи з вище викладеного, ми прийшли до висновку, що методична система навчання є складним динамічним утворенням, найбільший вплив якого спрямований на перший основний елемент, яким є цілі навчання. З цього витікає центральний принцип вдосконалення методичної системи, який А. М. Пишкало [72] назвав принципом цілеспрямованості: напрями і результати вдосконалення методичної системи загалом та її елементів, зокрема, повинні бути адекватні цілям навчання.

Приведений вище аналіз досліджень вчених із визначення поняття «методична система», його змісту і структури є цінним, бо дає змогу скористатися ним для визначення цього важливого поняття в нових умовах ХОНС.

Нами побудована структура методики навчання атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі (рис. 2.1). Її складовими є цільовий, змістовий, процесуальний та результативний компоненти.

Цільовий компонент передбачає:

Стратегічна мета – визначає мету, цілі та завдання вивчення розділу «Атомна і ядерна фізика» в ХОНС.

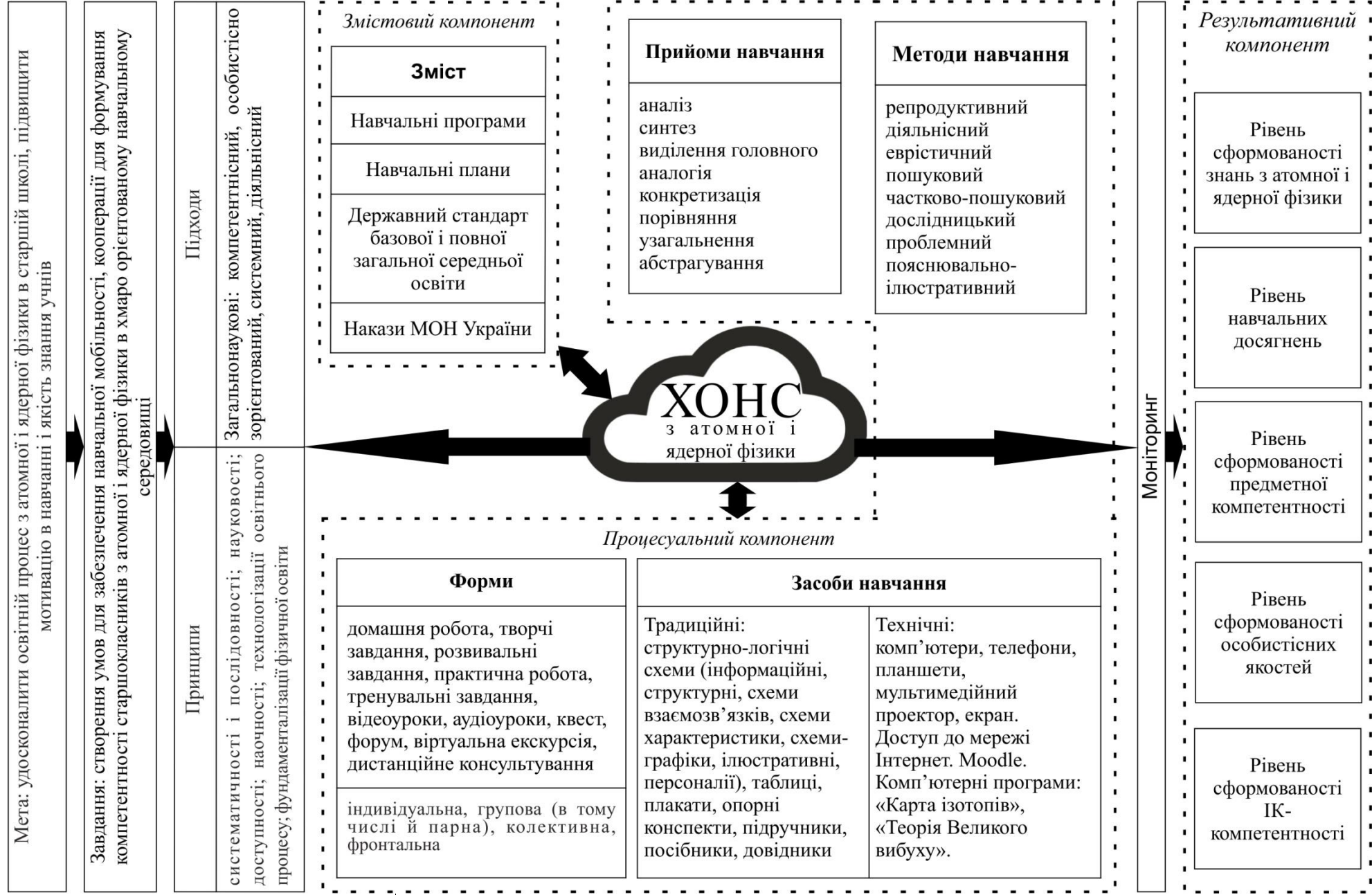


Рис. 2.1. Структура методики навчання атомної і ядерної фізики в ХОНС

Мета: удосконалити освітній процес з атомної і ядерної фізики в старшій школі, підвищити мотивацію в навчанні і якість знання учнів.

Завдання: створення умов для забезпечення навчальної мобільності, кооперації для формування компетентності старшокласників з атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Тактичну ціль визначено змістом розділу атомної і ядерної фізики навчальної програми «Фізика. 10–11 клас» [69 – 71]. Вона передбачає:

- формування в учнів системи фізичного знання на основі сучасного розуміння фізичних теорій атомної і ядерної фізики (наукових фактів, понять, теоретичних моделей, законів, принципів) і розвиток у них здатності застосовувати набуті знання в пізнавальній практиці;

- оволодіння учнями методологією природничо-наукового пізнання і науковим стилем мислення, усвідомлення суті сучасної фізичної картини світу та застосування їх для пояснення різних фізичних явищ і процесів, зокрема з атомної і ядерної фізики у ХОНС;

- формування в учнів загальних методів та алгоритмів розв’язування фізичних задач з атомної і ядерної фізики різними методами, евристичних прийомів пошуку розв’язку проблем адекватними засобами фізики;

- розвиток в учнів узагальненого експериментального вміння вести природничо-наукові дослідження у ХОНС методами фізичного пізнання (планування експерименту, вибір методу дослідження, вимірювання, обробка та інтерпретація одержаних результатів);

- формування наукового світогляду учнів, розкриття ролі фізичного знання в житті людини й суспільному розвитку, висвітлення етичних проблем наукового пізнання, формування екологічної культури людини засобами фізики.

Проміжні цілі навчання формуються за змістом кожної окремої теми уроку з атомної і ядерної фізики згідно навчальної програми для старшої школи.

Операційні цілі враховують умови, в яких відбувається навчання та перелік вимог до оцінювання прогнозованих результатів навчання атомної і ядерної фізики.

Результатом навчання учнів передбачається сформованість знань з основних фізичних теорій атомної і ядерної фізики, світогляду та наукового стилю мислення учнів на основі сучасної фізичної картини світу, оволодіння методами наукового пізнання та усвідомлення фізичного знання на рівні, необхідному для подальшого його використання в професійній діяльності та продовження фізичної освіти впродовж усього життя.

Змістовий компонент методичної системи навчання атомної і ядерної фізики включає в себе три складові: освітньо-змістову, ціннісно-орієнтаційну, діяльнісно-практичну.

До освітньо-змістової складової відноситься матеріал навчального плану та програми, який є обов'язковим для набуття знань, вмінь, навичок та оволодіння предметними компетентностями. Проектування змісту (табл. 2.1) здійснено відповідно до навчальної програми «Фізика. 10–11 клас» [69–71].

Таблиця 2.1

Структура змісту розділу «Атомна і ядерна фізика»

№ з/п	Назва теми	Поняття	
		Пропедевтичні поняття	Нові поняття
1.	Історія вивчення атома. Ядерна модель атома. Квантові постулати Н. Бора.	протон, нейтрон, нуклони, масове число, зарядове число, ізотоп, α -частинка, ядерна модель будови атома, сильна взаємодія	радіоактивність, будова атома, планетарна модель атома, постулати Бора, атом, ядро, структура ядра атома, протон, антипротон, нейтрон, антинейтрон, електрон, заряджена частинка, краплинна модель ядра, оболонкова модель, квантування енергії
2.	Досліди Д. Франка і Г. Герца. Енергетичні стани атома.	частинка, атом, електрон, заряд атома, маса ядра, α -частинка	частинка, античастинка, заряд атома, маса ядра, маса спокою, енергія спокою, масове число, α -частинка, корпускулярно-хвильовий дуалізм, стійкість ядра, питома енергія зв'язку, стабільні ядра, нестабільні ядра, кулонівська сила
3.	Принцип В. Паулі. Фізичні основи побудови періодичної системи хімічних елементів Д. І. Менделєєва.	хімічні елементи, атом, електрон, хімічні властивості	принцип Паулі, обмінний характер ядерних сил, хімічні властивості, електронна оболонка

Продовж. табл. 2.1

№ з/п	Назва теми	Поняття	
		Пропедевтичні поняття	Нові поняття
4.	Випромінювання та поглинання світла атомами. Атомні і молекулярні спектри.	випромінювання, світло, атом, спектр, електрон, електромагнітне випромінювання	електромагнітне випромінювання, спектри енергетичних станів, спектр випромінювання, спектр поглинання, спектр розсіювання, спектр відбивання
5.	Спектральний аналіз та його застосування.	випромінювання, світло, атом, спектр, електрон, електромагнітне випромінювання	електромагнітне випромінювання, спектри енергетичних станів, спектр випромінювання, спектр поглинання, спектр розсіювання, спектр відбивання
6.	Рентгенівське випромінювання. Рентгенівські спектри. Роботи І. Пулюя з дослідження рентгенівського випромінювання.	протон, нейтрон, нуклони, флюоресценція, радіоактивне випромінювання, радіоактивність, α -розпад, β -розпад, γ -розпад	рентгенівське випромінювання, характеристичне рентгенівське випромінювання, гальмівне рентгенівське випромінювання
7.	Застосування рентгенівського випромінювання в науці, техніці, медицині, на виробництві.	атом, електрон, протон, нейтрон, нуклони, радіоактивність	рентгенівське випромінювання, характеристичне рентгенівське випромінювання, гальмівне рентгенівське випромінювання
8.	Л.р. Спостереження неперервного і лінійчатого спектрів речовини.	рентгенівське випромінювання, характеристичне рентгенівське випромінювання, гальмівне рентгенівське випромінювання	формування практичних навичок щодо спостереження суцільного та лінійчастого спектрів, дослідження порядків кольорів у спектрах
9.	Розв'язування задач	рентгенівське випромінювання, характеристичне рентгенівське випромінювання, гальмівне рентгенівське випромінювання	формування практичних навичок з розв'язування задач з тем «Випромінювання та поглинання світла атомами. Атомні і молекулярні спектри», «Спектральний аналіз та його застосування»

Продовж. табл. 2.1

№ з/п	Назва теми	Поняття	
		Пропедевтичні поняття	Нові поняття
10.	Контрольна робота I	Перевірка рівня сформованості уявлень учнів про радіоактивність, будова атома, планетарна модель атома, постулати Бора, атом, ядро, структура ядра атома, протон, антипротон, нейтрон, антинейтрон, електрон, заряджена частинка, краплинна модель ядра, оболонкова модель, квантування енергії, електромагнітне випромінювання, спектри енергетичних станів, спектр випромінювання, спектр поглинання, спектр розсіювання, спектр відбивання, рентгенівське випромінювання, характеристичне рентгенівське випромінювання, гальмівне рентгенівське випромінювання. Формування практичних навичок з розв'язування задач. Узагальнення змісту понять з понять радіоактивність, будова атома, планетарна модель атома, постулати Бора, атом, ядро, структура ядра атома, протон, антипротон, нейтрон, антинейтрон, електрон, заряджена частинка, краплинна модель ядра, оболонкова модель, квантування енергії, частинка, античастинка, заряд атома, маса ядра, маса спокою, енергія спокою, масове число, α -частинка, корпускулярно-хвильовий дуалізм, стійкість ядра, питома енергія зв'язку, стабільні ядра, нестабільні ядра, кулонівська сила, рентгенівське випромінювання, характеристичне рентгенівське випромінювання, гальмівне рентгенівське випромінювання	
11.	Атомне ядро. Протонно-нейтронна модель атомного ядра.	правила зміщення: α -розпад, β -розпад, γ -розпад, закони збереження	йон, закон збереження енергії, закон збереження імпульсу, закон збереження моменту імпульсу, закон збереження електричного заряду, закон збереження кількості нуклонів, закон радіоактивного розпаду, йонізація атома, фізика елементарних частинок, елементарна частинка, квантовий перехід, β^+ -розпад, γ -квант, β -розпад, антинейтрино, нейтрино, позитрон, енергетичні рівні
12.	Нуклони. Ізотопи.	квант, атом, ядро атом, заряд, ізотоп	ізотоп, збуджений стан, основний стан, гамма-квант
13.	Ядерні сили та їх особливості. Стійкість ядер. Роль електричних і ядерних сил у забезпеченні стійкості ядер.	електрослабка теорія, фундаментальні частинки, слабка взаємодія, сильна взаємодія, гравітаційна взаємодія	електрослабка теорія, фундаментальні частинки, слабка взаємодія, сильна взаємодія, гравітаційна взаємодія

Продовж. табл. 2.1

№ з/п	Назва теми	Поняття	
		Пропедевтичні поняття	Нові поняття
14.	Фізичні основи ядерної енергетики. Енергія зв'язку атомного ядра. Дефект мас.	електрослабка теорія, фундаментальні частинки, слабка взаємодія, сильна взаємодія, гравітаційна взаємодія	дейтрон, дефект маси, енергія зв'язку ядра, нуклони, ядерні сили, сильна взаємодія, густина ядра, поверхневий натяг ядра, коливання нуклонів
15.	Розв'язування задач	дейтрон, дефект маси, енергія зв'язку ядра, нуклони, ядерні сили, сильна взаємодія, густина ядра, поверхневий натяг ядра, коливання нуклонів	формування практичних навичок з розв'язування задач з теми «Фізичні основи ядерної енергетики. Енергія зв'язку атомного ядра. Дефект мас»
16.	Ядерні реакції.	атом, ядро, електрон, ланцюгова ядерна реакція	стала розпаду, активність ізотопу, період напіврозпаду, «мічений» атом, ядерна реакція бомбардування атомних ядер, реакція захоплення, поглинання, випускання, поділу ядра, реакція синтезу, енергія випромінювання, ядерний вибух, енергетичний вихід ядерної реакції
17.	Способи вивільнення ядерної енергії: синтез легких і поділ важких ядер. Ланцюгова реакція поділу ядер урану.	атом, ядро, електрон, ланцюгова ядерна реакція	ланцюгова ядерна реакція, швидкі нейтрони, повільні нейтрони, ефективний коефіцієнт розмноження нейтронів, критична маса, теплові нейтрони
18.	Розв'язування задач	ланцюгова ядерна реакція, швидкі нейтрони, повільні нейтрони, ефективний коефіцієнт розмноження нейтронів, критична маса, теплові нейтрони	формування практичних навичок з розв'язування задач з теми «Способи вивільнення ядерної енергії: синтез легких і поділ важких ядер. Ланцюгова реакція поділу ядер урану»
19.	Ядерний реактор	ядерний реактор, ядерний цикл	ядерний реактор
20.	Термоядерні реакції. Ядерна енергетика та екологія	ядерний реактор, ядерний цикл	термоядерні реакції, еволюція Всесвіту, керована термоядерна реакція
21.	Радіоактивність. Природна і штучна радіоактивність. Види радіоактивного випромінювання. Альфа- і бета-розпади. Спонтанний поділ ядер.	ядерний реактор, ядерний цикл	природна радіоактивність, штучна радіоактивність, α -випромінювання, β -випромінювання, γ -випромінювання, α -розпад, β -розпад

Продовж. табл. 2.1

№ з/п	Назва теми	Поняття	
		Пропедевтичні поняття	Нові поняття
22.	Період напіврозпаду. Закон радіоактивного розпаду.	період напіврозпаду, стала радіоактивного розпаду, активність радіонуклідного зразка	закон збереження енергії, закон збереження імпульсу, закон збереження моменту імпульсу, момент імпульсу, закон збереження електричного заряду, закон збереження кількості нуклонів, закон радіоактивного розпаду
23.	Розв'язування задач	закон збереження енергії, закон збереження імпульсу, закон збереження моменту імпульсу, момент імпульсу, закон збереження електричного заряду, закон збереження кількості нуклонів, закон радіоактивного розпаду	формування практичних навичок з розв'язування задач понять з теми «Період напіврозпаду. Закон радіоактивного розпаду»
24.	Отримання і застосування радіонуклідів.	закон збереження кількості нуклонів, закон радіоактивного розпаду	закон збереження кількості нуклонів, закон радіоактивного розпаду
25.	Методи реєстрації йонізуючого випромінювання.	анод, катод	анод, катод, антикатод, поляризація, дифракція, лауеграма, дифракційна ґратка, вторинна йонізація, сцинтиляційний лічильник, люмінофор, флуоресценція, фосфоресценція, фотокатод, фотон, лазер (квантовий генератор), мазер, логографія, динод, лічильники йонізуючого випромінювання, напівпровідниковий лічильник, стріпові детектори, черенковський лічильник, трекові детектори, трек, камера Вільсона, бульбашкові камери, товстошарові фотоемальсії, анігіляція, лінійні прискорювачі, циклотрон, синхрофазотрон, колайдер

Продовж. табл. 2.1

№ з/п	Назва теми	Поняття	
		Пропедевтичні поняття	Нові поняття
26.	Дозиметрія. Властивості йонізуючого випромінювання. Дози випромінювання. Принцип дії дозиметрів.	поглинута доза йонізуючого випромінювання, еквівалентна доза випромінювання, експозиційна доза, потужність дози	поглинута доза випромінювання, потужність дози, експозиційна доза, дозиметр, еквівалентна доза випромінювання, коефіцієнт радіаційного ризику
27.	Захист від йонізуючого випромінювання. Урок-конференція.	радіаційний фон	поглинута доза випромінювання, потужність дози, експозиційна доза, дозиметр, еквівалентна доза випромінювання, коефіцієнт радіаційного ризику
28.	Елементарні частинки. Загальна характеристика елементарних частинок.	електромагнітна взаємодія, фотони, тривалість життя частинки	електромагнітна взаємодія, фотони, лептони, адрони, електричний заряд частинки, маса частинки, тривалість життя частинки, спин, лептонний заряд, баріонний заряд, дивність (квантове число)
29.	Класифікація елементарних частинок. Кварки. Космічне випромінювання.	космічне випромінювання	космічне проміння, кварк, u-кварк, d-кварк, s-кварк, квантова хромодинаміка, мезон, мюон, піон, бозон, калібрувальна теорія, калібрувальні бозони, гравітон, закон збереження мікросвіту, магнітний момент, парність, гіперони, баріони, зачарування, колір
30.	Л.р. Дослідження треків заряджених частинок за фотографіями	космічне проміння, кварк, u-кварк, d-кварк, s-кварк, квантова хромодинаміка, мезон, мюон, піон, бозон, калібрувальна теорія, калібрувальні бозони, гравітон, закон збереження мікросвіту, магнітний момент, парність, гіперони, баріони, зачарування, колір	формування практичних навичок щодо ідентифікації заряджених частинок за наслідками порівняння їх треків з треком протона

Продовж. табл. 2.1

№ з/п	Назва теми	Поняття	
		Пропедевтичні поняття	Нові поняття
31.	Розв'язування задач	космічне проміння, кварк, u-кварк, d-кварк, s-кварк, квантова хромодинаміка, мезон, мюон, піон, бозон, калібрувальна теорія, калібрувальні бозони, гравітон, закон збереження мікросвіту, магнітний момент, парність, гіперони, баріони, зачарування, колір	формування практичних навичок з розв'язування задач з тем «Дозиметрія. Властивості йонізуючого випромінювання. Дози випромінювання. Принцип дії дозиметрів», «Елементарні частинки. Загальна характеристика елементарних частинок».
32.	Контрольна робота II	Перевірка рівня сформованості уявлень учнів про космічне проміння, кварк, u-кварк, d-кварк, s-кварк, квантова хромодинаміка, мезон, мюон, піон, бозон, калібрувальна теорія, калібрувальні бозони, гравітон, закон збереження мікросвіту, магнітний момент, парність, гіперони, баріони, зачарування, колір, поглинута доза йонізуючого випромінювання, еквівалентна доза випромінювання, експозиційна доза, потужність дози, електромагнітна взаємодія, фотони, тривалість життя частинки, космічне випромінювання. Формування практичних навичок з розв'язування задач та узагальнення змісту понять теми.	

Ціннісно-орієнтаційна складова забезпечує реалізацію особистісно зорієнтованого підходу в навчанні та реалізується через варіативність в навчанні та застосування інформаційно-комунікаційних технологій, що посилює самостійність пізнавальної діяльності та адаптує навчання в ХОНС до потреб кожного учня.

Діяльнісно-практична складова змістового компоненту методичної системи навчання атомної і ядерної фізики в ХОНС більшою мірою передбачає реалізацію компетентнісного та діяльнісного підходів.

Процесуальний компонент визначає організацію освітнього процесу, умови організації пізнавальної діяльності на уроках фізики в старшій школі, визначає форми, методи та засоби організації навчальної діяльності, а отже є логічним продовженням цільового та змістовного компонентів.

Основними формами навчання є: індивідуальна, групова (в тому числі й парна), колективна, фронтальна.

До форм організації освітнього процесу з атомної і ядерної фізики в ХОНС ми відносимо уроки різних типів: засвоєння нових знань, формування умінь і навичок, застосування знань, умінь і навичок, узагальнення та систематизації знань, перевірки і корекції знань, умінь і навичок, семінарські заняття, узагальнюючі конференції, фізичний практикум, віртуальні екскурсії, спостереження, факультативні заняття тощо.

Урок є формою організації навчальних занять, яка проводиться із визначеним складом учнів, у визначеному розкладом місці і часі проведення [75].

Тематичне планування уроків з атомної і ядерної фізики ми здійснили виходячи з класифікації уроків за В. А. Онищуком, яким виділено наступні типи уроків: урок засвоєння нових знань; урок формування умінь і навичок; урок застосування знань, умінь і навичок; урок узагальнення і систематизації знань; урок перевірки знань, умінь і навичок; комбінований урок [62].

Виходячи з характеристик ХОНС (див. п. 1.4) ми вважаємо, що перелічені типи уроків мають свою специфічну реалізацію в хмарному середовищі.

Складовою процесуального компоненту є *методи навчання*. Під методами навчання атомної і ядерної фізики ми розуміємо способи взаємопов'язаної діяльності вчителя і учнів, які спрямовані на досягнення поставленої мети.

За типом пізнавальної діяльності методи навчання поділяються на [41]: репродуктивний, діяльнісний, евристичний, пошуковий, частково-пошуковий, дослідницький, проблемний, пояснювально-ілюстративний.

До основних видів дидактичних задач, які рекомендовано розв'язувати під час заняття з атомної і ядерної фізики, належать методи здобуття нових знань, формування навичок, застосування здобутих знань на практиці, методи творчої діяльності та методи оцінювання знань, умінь і навичок [64].

Реалізація процесуального компонента здійснена за допомогою *засобів навчання*: підручники рекомендовані МОН України, посібники, довідники, збірники задач; методичні: комплекс засобів діагностики і контролю знань учнів (контрольні роботи, самостійні роботи, тестові завдання); обладнання для лабораторних робіт з атомної і ядерної фізики; технічні засоби навчання:

комп'ютерна й мультимедійна техніка, мобільні пристрої (телефон або планшет), доступ до мережі Інтернет.

Робота в ХОНС передбачає наявність традиційних засобів навчання в електронному вигляді та зберігання їх на серверах ХОНС, для забезпечення повсякчасного доступу та роботи з ними суб'єктів навчання під час опанування матеріалом з атомної і ядерної фізики в старшій школі. В свою чергу такі засоби, як обладнання для лабораторних робіт, надаються у вигляді віртуальних лабораторних робіт, комп'ютерних демонстрацій, відео-демонстрацій тощо.

Кожну діяльність, яку виконує учень в умовах освітнього процесу з атомної і ядерної фізики, необхідно оцінити, що забезпечується **результативним компонентом** методичної системи (рис. 2.1). Це в свою чергу дає змогу оцінити ефективність розробленої та впровадженої методичної системи навчання розділу «Атомна і ядерна фізика» в хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Упровадження й перевірка ефективності методичної системи навчання розділу «Атомна і ядерна фізика» в хмаро орієнтованому навчальному середовищі здійснено на засадах педагогічного експерименту (див. п. 3.2; додаток К).

Проведені нами дослідження (додаток К) показали, що навчання атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі забезпечує формування в учнів ключової компетентності, а саме значний інтелектуальний розвиток особистості, здатність до самооцінки, саморефлексію, абстрактне мислення, вміння вчитися, вміння визначати власну позицію, інформаційно-комунікаційну та здоров'язбережувальну компетентності.

Предметна компетентність учня полягає в наявності у нього міцних знань з фізики, які відповідають певному рівню навчання, в умінні застосовувати ці знання для пояснення природних явищ і процесів з позиції розуміння природничо-наукової картини світу, розв'язувати навчальні задачі і завдання практичного змісту, в здатності пов'язувати зміст програмного навчального матеріалу з розвитком техніки і технологій. Тобто передбачається значний інтелектуальний розвиток особистості: сформоване абстрактне мислення,

здатність до самооцінки і саморефлексії, критичне ставлення до подій, ситуацій особистого та суспільного життя та уміння визначати власну позицію.

Перелік ключових компетентностей складається з наступних: уміння вчитись, загальнокультурна, громадянська, підприємницька, соціальна, компетентність з інформаційно-комунікаційних технологій та здоров'язбережувальна [67]. Вони діалектично входять у саму сутність хмарних технологій навчання.

Таким чином, з позицій системного та процедурного підходів створена нами методична система навчання атомної та ядерної фізики (рис. 2.1) являє собою єдиний комплекс, що дозволяє моделювати явища природи і застосовувати ХОНС у освітньому процесі на рівнях вчителя фізики та учня.

Методична система навчання атомної і ядерної фізики у ХОНС включає сукупність ієрархічно пов'язаних компонентів: цілей, змісту, методів, форм, засобів, спрямованих на забезпечення навчальної мобільності суб'єктів навчання.

Так як ХОНС будується на хмарних технологіях, вона володіє інноваційними рисами, які відображають концепції хмарних обчислень, а саме відкритість та гнучкість (див. п. 1.4).

Ми погоджуємось із М. П. Шишкіною, яка під відкритістю та гнучкістю розуміє: «Відкритість хмаро орієнтованого середовища означає, що воно має таку структуру і склад компонентів, що дозволяє забезпечувати його прогресивну зміну. ... Гнучкість хмаро орієнтованого середовища означає потенційну придатність цього середовища для того, щоб забезпечувати умови розвитку цільової і методичної підсистем навчання певної педагогічної системи. Середовище – це забезпечувальна частина педагогічної системи і простір, де відбувається освітній процес» [122, с. 227].

Зміст фізичної компоненти освітньої галузі «Природознавство» і вимог Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти щодо його засвоєння спрямовані: на забезпечення усвідомлення учнями основ фізичної науки, основних фізичних понять і законів, формування наукового світогляду і

стилю мислення, розвиток здатності пояснювати природні явища і процеси та застосовувати здобуті знання під час розв'язання фізичних задач, удосконалення досвіду експериментальної діяльності; формування здатності вносити зміни ставлення учнів до фізичної картини світу; уміння оцінювати роль знань з фізики в житті людини і суспільному розвитку [67].

З метою забезпечення функціонування змістового компоненту з атомної і ядерної фізики в ХОНС нами обгрунтована та розроблена (див. п. 1.2) система квантових принципів, на основі яких ми пропонуємо систематизувати навчальний матеріал з атомної і ядерної фізики, що в свою чергу забезпечить реалізацію дидактичного принципу науковості.

Виходячи з вимог Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти [67] сучасну методичну систему навчання фізики слід будувати на засадах особистісно зорієнтованого, діяльнісного та компетентнісного підходів. У психолого-педагогічній та спеціальній літературі [25; 45; 46; 51; 58] немає єдиної узгодженої думки щодо понять «компетенція» та «компетентний». Великий тлумачний словник української мови дає такі визначення компетенції: 1. Добра обізнаність із чим-небудь. 2. Коло повноважень якої-небудь організації, установи або особи. Компетентний визначається як: 1. Який має достатні знання в якій-небудь галузі; який з чим-небудь добре обізнаний; тямущий. 2. Який має певні повноваження; повноправний, повновладний [17].

У словнику латино-російських слів поняття «*compete*» трактується як «відповідати», «бути здатним», «годящим», а «*competentia*» – як відповідність, узгодженість [27].

Відповідно до Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти: компетентність – набута у процесі навчання інтегрована здатність учня, що складається зі знань, умінь, досвіду, цінностей і ставлення, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці [67].

ЮНЕСКО пропонує під поняттям «компетентність» розуміти навички, досвід та знання, необхідні для успішного виконання певних завдань [73].

Словник іншомовних слів, за ред. Є. І. Мазніченко: компетентність – обізнаність, поінформованість, авторитетність; компетенція – коло повноважень якої-небудь організації або особи; коло питань, з яких дана особа має певні знання, досвід, повноваження [85].

В. Г. Афанасьєв [7], О. О. Бодальов [12], О. Є. Лебедєв [46], А. К. Маркова [51], М. В. Нагач [58] в своїх працях ототожнюють поняття «компетенція» і «компетентність», вважаючи їх синонімами. Інші науковці Н. М. Бібік [11], С. Г. Бондар [13], М. С. Головань [22], В. В. Краєвський [39], О. В. Кучай [45], О. І. Пометун [65], С. О. Сисоєва [82], Ю. В. Фролов [95], А. В. Хуторський [118] ці поняття чітко розмежовують (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Порівняння понять «компетенція» і «компетентність»

Автор	Компетенція	Компетентність
Н. М. Бібік [11]	соціально закріплений освітній результат реалізації компетентностей	оціночна категорія, що характеризує людину, як суб'єкт професійної діяльності, її здатність успішно виконувати свої повноваження
С. Г. Бондар [13]	здатність розв'язувати проблеми, що забезпечуються не лише володінням готовою інформацією, а й інтенсивною участю розуму, досвіду, творчих здібностей учнів	здатність особистості діяти. Але жодна людина не діятиме, якщо вона особисто не зацікавлена в цьому. Природа компетентності така, що вона може проявлятися лише в органічній єдності з цінностями людини, тобто в умовах глибокої особистісної зацікавленості в даному виді діяльності... Отже, цінності є основою будь-яких компетенцій
М. С. Головань [22]	деяка відчужена, наперед задана вимога до підготовки особи (властивості або якості, потенційні здатності особи), наперед задана вимога щодо знань та досвіду діяльності у певній сфері	володіння компетенцією, що виявляється в ефективній діяльності і включає особисте ставлення до предмету і продукту діяльності; компетентність – це інтегративне утворення особистості, що інтегрує в собі знання, уміння, навички, досвід і особистісні властивості, які обумовлюють прагнення, здатність і готовність розв'язувати проблеми і завдання, що виникають в реальних життєвих ситуаціях, усвідомлюючи при цьому значущість предмету і результату діяльності

Продовж. табл. 2.1

Автор	Компетенція	Компетентність
В. В. Краєвський [39]	складні узагальнені способи діяльності, які опановують під час навчання. Компетентність є результатом набуття компетенцій	поєднання відповідних знань у певній галузі, здібностей, що дозволяють обґрунтовано судити про цю сферу й активно діяти в ній
О. В. Кучай [45]	сукупність взаємозалежних якостей особистості (знання, уміння, навички, способи діяльності), що задаються до певного кола предметів і процесів та необхідних для якісної, продуктивної діяльності щодо них	володіння людиною відповідною компетенцією, що охоплює його особисте ставлення до неї та предмета діяльності
О. І. Пометун [65]	інтегративне поняття, що містить такі аспекти: готовність до ціле покликання; готовність до оцінювання, готовність до дії, готовність до рефлексії	об'єктивна категорія, що фіксує суспільно визнаний комплекс певного рівня знань, умінь, навичок, ставлень, завдяки яким педагог здатен здійснювати складні поліфункціональні, поліпредметні, культуродоцільні види діяльності
С. О. Сисоєва [82]	визначена норма стосовно неперервної освіти, яка задається освітніми стандартами та використовується для формування вимог до результатів навчання	інтегрована особистісна якість людини (її капітал), що формується на етапі навчання, остаточно оформлюється і розвивається у процесі практичної діяльності та забезпечує компетентний підхід до вирішення професійних завдань
Ю. В. Фролов [95]	предметна галузь, в якій індивід добре обізнаний та в якій він виявляє готовність до виконання діяльності. Таким чином, компетенція пов'язана зі змістом галузі майбутньої професійної діяльності. Компетентність, на їх думку, інтегрована характеристика якостей особистості, результат підготовки випускника закладу вищої освіти для виконання діяльності в певних галузях (компетенціях).	ситуативна категорія, оскільки виражається в готовності до здійснення будь-якої діяльності в конкретних професійних (проблемних) ситуаціях
А. В. Хуторський [118]	містить сукупність взаємопов'язаних якостей особистості (знань, умінь, навичок, способів діяльності), предметів, які задаються стосовно певного кола, і процесів, необхідних для якісної продуктивної діяльності щодо них	володіння людиною відповідною компетенцією, що містить її особисте ставлення до неї та предмета діяльності

Виходячи з аналізу проведеного вище понять «компетенція» та «компетентність», ми вважаємо, що вони мають різний предмет розгляду. Компетенції характеризують об'єкт розгляду, а компетентність – суб'єкт навчання.

У психолого-педагогічних дослідженнях розрізняють різні види компетентностей. Ю. М. Ємельянов визначає комунікативну компетентність, як засновану на знаннях та чуттєвому досвіді здатність особистості орієнтуватися в ситуаціях спілкування, вільно володіти вербальними і невербальними засобами спілкування, наголошуючи на тому, що така здатність передбачає соціально-психологічне навчання, тобто подальшу можливість навчатися спілкуванню [30].

Введення в освітній процес комп'ютерних і хмарних технологій стимулюють формування відповідних компетентностей. Під інформаційною компетентністю О. О. Крайнова [40] розуміє інтегральну характеристику особистості, що виявляється в її готовності реалізувати свій потенціал (знання, уміння, досвід, особистісні якості), готовності до саморозвитку, прояву ініціативи в галузі інформаційних технологій для успішної професійної діяльності, а також усвідомлення особистої відповідальності за дотримання норм і правил ергономічної безпеки з метою збереження здоров'я та підвищення ефективності діяльності.

Н. А. Воропай зазначає, що самоосвітня компетентність – це одна з важливих складових життєвої компетентності, яка являє собою систему здібностей, що забезпечують особистості можливість успішно вирішувати життєві завдання, успішно здійснювати свою життєдіяльність у всіх її проявах [20, с. 31].

Відповідно до Закону України «Про освіту» (2017) [32], Державної національної програми «Освіта. Україна ХХІ століття» [66] та Національної стратегії розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки [68] освіта спрямовується на формування інформаційно-комунікаційної компетентності.

Н. В. Сороко інформаційно-комунікаційну компетентність визначає як здатність застосовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології для вирішення навчальних і наукових проблем, опрацьовувати різні джерела, дані

та відомості, а також відповідні знання, вміння та навички, спроможність застосовувати їх для практичної діяльності [86].

О. М. Шилова та М. Б. Лебедева [47] визначають інформаційно-комунікаційну компетентність як здатність індивідів вирішувати навчальні, життєві, професійні задачі з використанням інформаційно-комунікаційних технологій.

Л. М. Горбунова і О. М. Семибратов [24] визначають її як готовність і здатність педагога самостійно і відповідально використовувати ці технології в своїй професійній діяльності.

Є. В. Руденський визначає комунікативну компетентність як систему внутрішніх рефлексів особистості, потрібних для ефективних комунікативних дій у широкому діапазоні ситуацій міжособистісної взаємодії [74].

У методичній системі навчання атомної і ядерної фізики старшокласників, що ґрунтується на засадах хмаро орієнтованого навчального середовища ми окреслили шляхи реалізації інформаційно-комунікаційної, комунікативної, проектно-технологічної, міжпредметної та предметної компетентності з фізики (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Визначення основних компетентностей для ХОНС відповідно до Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти

Назва компетентності	Визначення
Інформаційно-комунікаційна	Здатність учня використовувати інформаційно-комунікаційні технології та відповідні засоби для виконання особистісних і суспільно значущих завдань [67].
Комунікативна	Здатність особистості застосовувати у конкретному виді спілкування знання мови, способи взаємодії з людьми, що оточують її та перебувають на відстані, навички роботи у групі, володіння різними соціальними ролями [67].
Проектно-технологічна	Здатність учнів застосовувати знання, уміння та особистий досвід у предметно-перетворювальній діяльності [67].
Міжпредметна	Здатність учня застосовувати щодо міжпредметного кола проблем знання, уміння, навички, способи діяльності та ставлення, які належать до певного кола навчальних предметів і освітніх галузей [67].
Предметна (галузева)	Набутий учнями у процесі навчання досвід специфічної для певного предмета діяльності, пов'язаної із засвоєнням, розумінням і застосуванням нових знань [67].

Проведені нами дослідження (див. п. 1.4) показали, що ХОНС є порівняно новим навчальним середовищем для вчителів та учнів. У нашому дослідженні воно побудовано на засадах інноваційного, діяльнісного, диференційного підходів та специфічних принципів (див. п. 1.4), таких як ієрархії та комплементарності, що є інновацією у розвитку навчальних середовищ закладів загальної середньої освіти. Це штучно побудована система, де за допомогою хмарних сервісів забезпечується навчальна мобільність, групова співпраця педагогів та учнів для ефективного, безпечного досягнення дидактичних цілей.

Реалізація ХОНС (рис. 2.1) у навчанні атомної і ядерної фізики має базуватися на педагогічно обґрунтованих методичних засадах. На основі аналізу власного науково-педагогічного дослідження та досліджень вчених [53; 78; 88; 94; 120] до методичних засад реалізації ХОНС у навчанні атомної, ядерної фізики та фізики елементарних частинок ми віднесли:

- забезпечення науковості при формуванні понять, явищ, процесів атомної і ядерної фізики 12-ти річної школи, через їх трансформацію з науки фізики, та формуванні методичної системи навчання в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища;

- створення інноваційного навчального середовища закладу загальної середньої освіти, в якому сформована методика навчання атомної, ядерної фізики та елементарних частинок засобами ХОНС, забезпечується вільний доступ суб'єктів навчання до інформаційних та навчальних ресурсів з постійною освітньою комунікацією між усіма учасниками освітнього процесу з досліджуваного розділу;

- засоби досягнення високого рівня предметної компетентності суб'єктів навчання, яка відповідає вимогам Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти;

- формування достатнього рівня проектування ХОНС: обладнаний кабінет чи лабораторія, обладнаний освітній округ згідно державних вимог; наявність повного комплексу навчальних модулів розділу «Атомна і ядерна фізика», адміністратора середовища, суб'єктів навчання;

- компетентність вчителів в організації процесу навчання атомної і ядерної

фізики з використання ХОНС, забезпечення умов для розвитку інформаційного суспільства, до яких належать співпраця, колективність, комунікація, кооперація всіх учасників освітнього процесу;

– розвинену матеріально-технічну та методичну базу, що забезпечує широкий доступ учнів до інформаційних ресурсів ХОНС з атомної і ядерної фізики, що дозволяє розвивати комунікативні здібності суб'єктів навчання у процесі індивідуальної та колективної навчальної та дослідницької діяльності;

– орієнтацію на реалізацію ХОНС у навчання атомної та ядерної фізики, що окреслює практичну, теоретичну і пізнавальну значимість розкриття наукових основ атомних та ядерних процесів, чим забезпечується формування відповідних знань, умінь і навичок суб'єктів навчання.

Виходячи із визначених засад ми здійснили побудову ХОНС атомної і ядерної фізики учнів старшої школи (рис. 2.2).

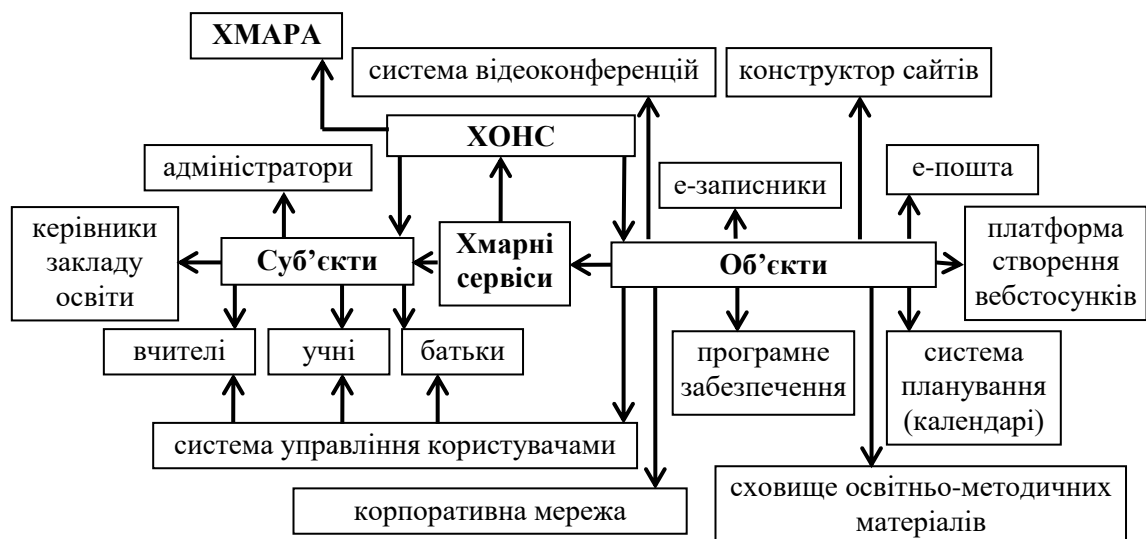


Рис. 2.2. Структурно-логічна схема хмаро орієнтованого навчального середовища

Таким чином, формування знань з атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі передбачає визначення структури методичної системи, яка б містила наступні структурні елементи:

- цілі освітнього процесу;
- зміст навчання з урахуванням загальних дидактичних вимог;
- методи, засоби формування, організаційні форми, які

використовуватимуться в освітньому процесі;

- засоби моніторингу.

Система знань, умінь і навичок старшокласників з атомної і ядерної фізики (додаток А.3), що складають ціль навчання в розробленій нами методичній системі (рис. 2.1), формується на основі компетентнісного підходу до освітнього процесу, що в свою чергу забезпечує ключову, предметну та міжпредметну компетентності учнів з атомної і ядерної фізики.

Як зазначає О. І. Ляшенко, в організації освітнього процесу з фізики зміщуються акценти з репродуктивних форм засвоєння навчального матеріалу на пошукові види навчально-пізнавальної діяльності учнів (навчальні проекти, домашні спостереження і досліди тощо) та особливі організаційні форми навчання (інтегровані уроки, міжпредметні семінари, захисти спільних природничо-наукових проектів тощо) [49].

В освітньому процесі з атомної і ядерної фізики у старшій школі в умовах ХОНС реалізація діяльнісного підходу відображається у виконанні практичної частини освітньої програми: умінні розв'язувати фізичні задачі та виконувати експериментальні дослідження тощо відповідно до змісту навчальної програми (табл. 2.1), що забезпечує формування в учнів необхідних практичних умінь, дослідницьких навичок та особистісного досвіду експериментаторської діяльності, завдяки яким вони стають спроможними у межах набутих знань розв'язувати пізнавальні завдання засобами фізичного експерименту.

Реалізація особистісно зорієнтованого підходу в навчанні атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі, орієнтуючись на індивідуальні особливості учня як суб'єкта пізнання та предметної діяльності, враховуючи його здібності, нахили, інтереси, ціннісні орієнтації та суб'єктивний досвід, забезпечує розвиток і саморозвиток особистості, можливості реалізувати себе в пізнанні, навчанні, поведінці, творчості, знайти своє місце у соціумі.

В освітньому процесі з атомної і ядерної фізики в старшій школі важливим фактором є сприйняття учнями навчального матеріалу, від чого залежить успішність всього навчання. Традиційні форми сприйняття навчальної

інформації з фізики атома та атомного ядра здійснюються репродуктивним шляхом від слова, предмету, приладу, установки. Хмарні технології передбачають інтегровану дослідницько-пошукову форму передачі такої інформації і тому мають свою специфіку. Сприйняття – це відображення у психіці людини предметів і явищ навколишнього середовища загалом під час їхньої безпосередньої дії на органи чуття. Воно постає як цілісне відображення предметів та явищ під час їхнього безпосереднього впливу на органи чуттів. Цими образами оперують увага, пам'ять, мислення, емоції, почуття [15, с. 287].

Інформація надходить до людини через органи чуття – аналізатори. В інформаційному сенсі найважливішими чуттєвими органами є орган зору – око та орган слуху – вухо. Серед інформаційних каналів для нас найважливіші зір і слух – приблизно 80 % відомостей про навколишнє середовище нам постачає зір і близько 18 % – слух [4] (рис. 2.3). Аналізатори забезпечують сприймання та логічну обробку різноманітних подразнень, що надходять із зовнішнього середовища, і лише після цього сигнали надходять до головного мозку, потрапляючи у сферу мислення.

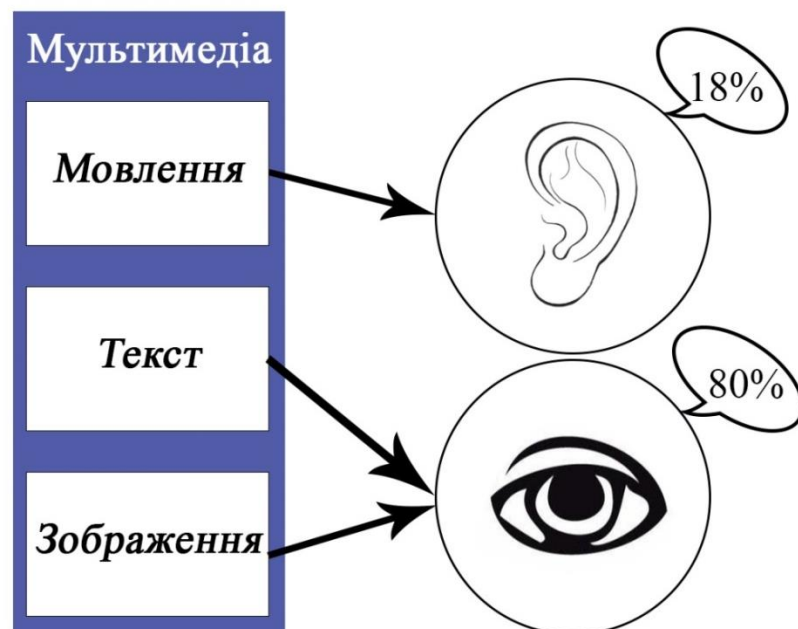


Рис. 2.3. Схема сприймання інформації учнями

В хмаро орієнтованому навчальному середовищі активізація мисленевих процесів проходить за рахунок:

- привабливих, цікавих дослідницьких форм подачі інформації;
- використання віртуальної наочності та відео-аудіо матеріалів, що в свою чергу сприяє не простому запам'ятовуванню, а дослідженню навчальної інформації, яка учнем здобувається працею у ХОНС;
- забезпечення розвитку творчого мислення;
- встановлення зв'язків та закономірностей у структурі вивченого матеріалу;
- розвитку абстрактного мислення при використанні табличного матеріалу;
- побудови графіків, діаграм, моделей фізичних процесів, рефлексії та саморефлексії – усвідомлення та аналізу власних знаннєвих здобутків (додаток Е).

В одних учнів процес мислення розпочинається з візуального сприйняття навчального матеріалу, в інших – зі словесного, або аудіо-матеріалу.

Слушною характеристикою візуалізації є визначення А. О. Вербицького [19, с. 45]: «Процес візуалізації – це згортання розумових змістів у наочний образ; будучи сприйнятим, образ може бути розгорнутий і слугувати опорою адекватних розумових і практичних дій». В ХОНС у доступному та повному обсязі забезпечується, в першу чергу, візуальне сприйняття навчального матеріалу.

Хмаро орієнтоване навчальне середовище включає мультимедіа (рис. 2.3). Термін «мультимедіа» (лат. *multum* – багато, англ. *medium* – засіб, спосіб) – інформаційна технологія, що поєднує в собі багато видів та різноманітних за структурою інформаційних посилів: текстові, табличні, графічні, ілюстративні, аудіо- та відеоінформаційні [96].

Одними з перших запропонували використання мультимедіа у навчанні дослідники когнітивної теорії мультимедіа Роксана Морено та Річард Майер у 1998 р., акцентувавши особливу увагу на підґрунті – когнітивній психології, тобто виваженого підходу до відбору, організації та інтеграції навчального матеріалу [131].

У хмаро орієнтованому навчальному середовищі навчання атомної і ядерної фізики візуалізація фізичних процесів в атомному ядрі забезпечує доступне наукове розуміння та сприйняття учнями сутті процесів та динамічних

змін, що на думку науковця О. О. Гриб'юк сприяє суттєвому підсиленню виразності візуального компонента дидактичної комунікації [26]. Процес навчання атомної і ядерної фізики забезпечує формування наукових знань і понять у старшокласників. Тому для успішного освітнього процесу необхідна якісна організація умов навчання і для самостійного вивчення матеріалу, що на думку педагога Л. С. Виготського «Через досвід учнів має бути проведено якомога більшу кількість предметів і явищ, при цьому їхній добір необхідно виконувати з таким розрахунком, щоб вибір предметів полегшував і як би підказував учневі аналітичну та синтетичну роботу» [21, с. 55].

Робота в хмаро орієнтованому навчальному середовищі забезпечує в учнів позитивний емоційний вплив, концентрацію уваги на навчальному матеріалі, зацікавленість у вирішенні поставлених завдань (додаток К), що в свою чергу налаштовує на усвідомлене повноцінне сприйняття інформації. Різноманітність способів роботи в ХОНС забезпечують формування динамічності та активності мисленевих процесів, що позитивно відображається на засвоєнні навчального матеріалу (додаток К).

Слід зазначити, що застосування хмаро орієнтованого навчального середовища в освітньому процесі з атомної і ядерної фізики забезпечує мінімізацію негативного психологічного фактору [83] – страху, так як не всі учні можуть логічно вголос формувати та висловлювати свої думки, у деяких присутній фактор боязні допустити помилку, виглядати некомпетентним перед однокласниками. Навчання в ХОНС усуває негативний емоційний вплив на учнів, що дає змогу виявити реальний рівень знань учнів.

Таким чином, узагальнені нами теоретичні та методичні засади створення методичної системи навчання атомної і ядерної фізики, фізики елементарних частинок у ХОНС є науковим внеском у методику навчання фізики, що забезпечує підвищення рівня опанування теоретичними знаннями (додаток К), покращення рівня знань (додаток К).

2.2. Особливості використання платформи Moodle в методиці навчання атомної і ядерної фізики у хмаро орієнтованому навчальному середовищі

Розроблена нами методична система навчання розділу «Атомна і ядерна фізика» у створеному нами (див. п. 2.1) хмаро орієнтованому навчальному середовищі практично реалізована на платформі Moodle, так як на даний час вона володіє належним функціоналом для створення та організації ХОНС з атомної і ядерної фізики в старшій школі. Особливістю роботи на платформі Moodle є те, що вона дає доступ до навчальної інформації лише зареєстрованим на курс слухачам.

Moodle – це система управління навчальним контентом. За допомогою даної системи можна створювати електронні навчальні курси і проводити як аудиторне (очне) навчання, так і навчання на відстані (заочне/дистанційне) [93].

Платформа надає можливості забезпечити освітній процес з атомної і ядерної фізики в ХОНС різними видами діяльності, які забезпечать зворотній зв'язок вчителя з учнем, такі як база даних, вибір, вікі, глосарій, завдання, зворотній зв'язок, зовнішній засіб, обстеження, семінар, тест, урок, форум, чат, bigbluebutton, scorm пакет.

Методика створення ХОНС з атомної і ядерної фізики для учнів старшої школи на платформі Moodle та її налаштування з визначенням основних функцій описані у підготовленому нами навчальному посібнику «Організація діагностики зі шкільного курсу атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі» [110].

Під час реалізації освітнього процесу з атомної і ядерної фізики в старшій школі в умовах ХОНС керування параметрами курсу відбувається через блок «Керування», який розташований у лівій частині вікна за замовчуванням. Учитель має змогу редагувати курс та переглядати його вигляд у ролі учня, для цього в блоці «Керування» варто скористатись функцією «Перемикнути на роль».

Для учнів надається можливість лише переглядати курс та власні оцінки, вносити зміни до власного профілю. Учитель має змогу переглядати результати оцінювання та записи учнів.

Щоб розпочати наповнення курсу навчальним матеріалом з атомної і ядерної фізики слід натиснути на кнопку «Редагувати», або в блоці «Керування» (рис. 2.4), після чого сторінка зміниться та з'являться елементи керування блоками та їх зміни.

The screenshot displays a user interface for managing course content. It features two main sections, 'Тема 1' and 'Тема 2', each with a title, a brief description, and a list of resources. Each resource item includes an icon, a title, and a 'Редагувати' (Edit) button. A '+ Додати діяльність або ресурс' (Add activity or resource) button is located at the bottom right of each topic's content area.

Тема 1
 Історія вивчення атома. Ядерна модель атома. Квантові постулати М. Бора.

- Урок
- Презентація
- Підручник
- Відео: Квантові постулати Бора
- Відео: Дослід Резерфорда
- Домашнє завдання:**
 - Опрацювати §70.
 - Запитання після параграфа письмово.

+ Додати діяльність або ресурс

Тема 2
 Досліди Д.Франка і Г.Герца. Енергетичні стани атома.

- Урок
- Підручник
- Відео: Досліди Д.Франка і Г.Герца.
- Домашнє завдання:**
 - Опрацювати §71.
 - Запитання після параграфа письмово.

+ Додати діяльність або ресурс

Рис. 2.4. Курс в режимі редагування

Кожен блок має кнопки керування, які дозволяють перемістити його в інше положення, встановити права доступу для інших користувачів, наприклад, щоб редагувати вміст блоку та приховати блок. Також у наявності є блок «Додати Блок», який дозволяє додавати блоки з переліку. Більшість з них відображають свій фіксований вміст, наприклад, «Календар» відображає події, які будуть відбуватись конкретного дня. Наприклад, при плануванні контрольної

роботи № 1 (табл. 2.1) ми передбачаємо дату, коли буде проводитись даний урок та задаємо її в діяльності, яка буде використана на уроці в ХОНС, як ту коли зміст контрольної роботи буде доступний для виконання учнями, система автоматично додає в календар цю діяльність, а отже для учнів в календарі буде відмічена дата та вказано під певною датою, що буде проводитись контрольна робота. Це сприятиме вчасному повторенню відповідного матеріалу з атомної і ядерної фізики (табл. 2.1) та забезпечить кращі результати контрольної роботи.

«Календар» (рис. 2.7), який містить сітку місяця з відміченими на ній подіями, на які необхідно звернути увагу під час освітнього процесу з атомної і ядерної фізики у старшій школі. Події поділяються на загальні, події курсу, групові події та події користувача (табл. 2.4). Використання даного блоку сприяє систематизації процесу організації самостійної роботи учнів під час навчання атомної і ядерної фізики, підвищує організованість учнів та формує в них прагнення до раціонального розподілу власного часу.

Таблиця 2.4

Події блоку «Календар» середовища Moodle при навчанні атомної і ядерної фізики

Назва події	Зміст події
Загальні події	Події, яку виходять за рамки курсу
Події курсу	Події, які відносяться до курсу, в якому перебуваєте в даний момент, а саме граничні дати виконання завдань, проходження тесту та ін.
Групові події	Події групи користувачів курсу
Події користувача	Особисті події, які користувач самостійно для себе додає.

З метою активізації самостійної роботи учнів при навчанні атомної і ядерної фізики ми пропонуємо ознайомити їх з рядом функціональних можливостей «Календар». Для додавання події потрібно перейти на сторінку календаря, натиснути на кнопку «Нова подія» і далі заповнити необхідні поля. Всі події в календарі для зручності відображаються різними кольорами, розшифровка яких приводиться під календарною сіткою. При натисканні на певне число (дату), відбудеться перехід до детального перегляду подій цього дня. Вчитель має змогу видаляти та редагувати події в календарі для всього курсу.

Під час освітнього процесу з атомної і ядерної фізики при створенні події в календарі слід заповнити наступні поля:

- Тип події (вказується назва курсу): Атомна і ядерна фізика;
- Назва події (буде відображатись в вікні, яке впливає при наведенні на дату в календарі): наприклад, контрольна робота № 1;
- Опис (містить детальний опис події): виконання контрольної роботи № 1;
- Дата (дата та час події): 18 квітня;
- Тривалість (вказується тривалість події, якщо вона у неї є): 45 хвилин;
- Повторюваність події (за допомогою даного пункту можна створити подію, котра буде повторюватись): одноразова подія.

Отже, даний застосунок не дасть учням забути важливі дати, котрі стосуються освітнього процесу з атомної і ядерної фізики. Нами запропонована система нагадувань (рис. 2.5) необхідних для організації освітнього процесу з атомної і ядерної фізики у ХОНС відповідно до змісту навчального матеріалу (табл. 2.1).

◀ березень 2018
травень 2018 ▶

квітень 2018

Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд
						1
2	3	4	5	6 Тест 1	7	8
9	10	11 Навчальний проект №1 Навчальний проект №2 Навчальний проект №3 Навчальний проект №4 Навчальний проект №5	12	13 Тест 2	14	15
16	17	18 Контрольний тест 1	19	20	21	22
23	24	25	26 Тест 3	27	28	29
30						

Рис. 2.5. Календар навчання атомної і ядерної фізики

Для визначених нами тем (табл. 2.1) існують інші кнопки керування (рис. 2.6): «Редагувати секцію», «Виділити», «Приховати секцію», «Вилучити секцію».

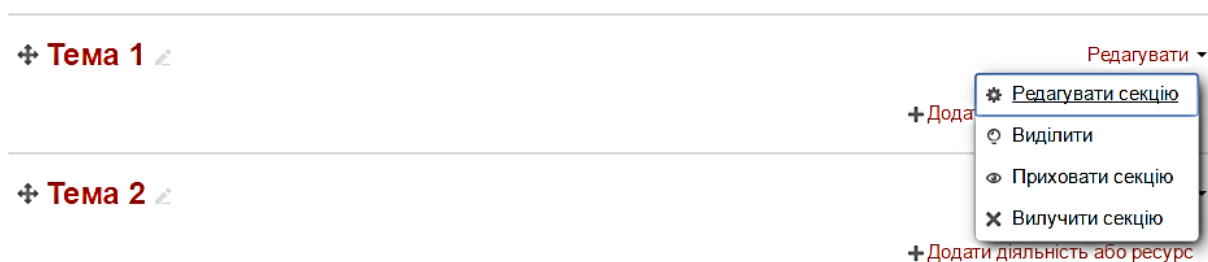


Рис. 2.6. Керування темами

Праворуч від теми є кнопка, що дозволяє редагувати її назву, а якщо натиснувши ліворуч від назви теми, її можна перемістити у вертикальному напрямку.

Основний зміст курсу, теми, відображаються по середині сторінки. До кожної «теми» додаються ресурси та назва теми [110]. Для цього в режимі «Редагування сторінки» вибираємо потрібну тему та натискаємо «Додати діяльність або ресурс». У вікні, що з'явиться, можна вибрати види діяльності, ресурс та переглянути про нього довідку перед тим, як додати до теми. До ресурсів відносяться книга, напис, сторінка, тека, файл, IMS контент пакет, URL (веб-посилання), тобто ресурсом є навчальний матеріал з атомної і ядерної фізики, який вчитель буде додавати до курсу фізики.

На рис. 2.7 зображені форми діяльності, що передбачаються до використання в освітньому процесі з атомної і ядерної фізики в старшій школі в умовах ХОНС. До них відноситься база даних, вибір, вікі, глосарій, завдання, зворотній зв'язок, зовнішній засіб, обстеження, семінар, тест, урок, форум, чат, bigbluebutton, scorm пакет. Отже, це елементи, які забезпечують зворотній зв'язок вчителя з учнем під час навчання атомної і ядерної фізики в ХОНС. Умовно форми діяльності ми об'єднали в три групи: засоби навчальної діяльності, засоби спілкування, допоміжні засоби.

Засоби навчальної діяльності. З метою систематичного контролю за рівнем навчальних досягнень учнів з фізики в школі часто використовують тести. В

умовах впровадження в освітній процес хмарних технологій для розробки тестів з атомної і ядерної фізики, які можуть містити питання різних типів, у тому числі множинний вибір, на відповідність, коротка відповідь та числовий, ми пропонуємо застосовувати модуль «Тест». Залежно від дидактичної мети вчитель має змогу надати декілька спроб на виконання тесту, задати перемішування або випадкове вибирання питань із банку. За необхідності функціями модуля «Тест» передбачена можливість встановлення обмеження часу. В цілому вибір форми тестового контролю залежить від методики навчання атомної і ядерної фізики, яку обрав учитель.

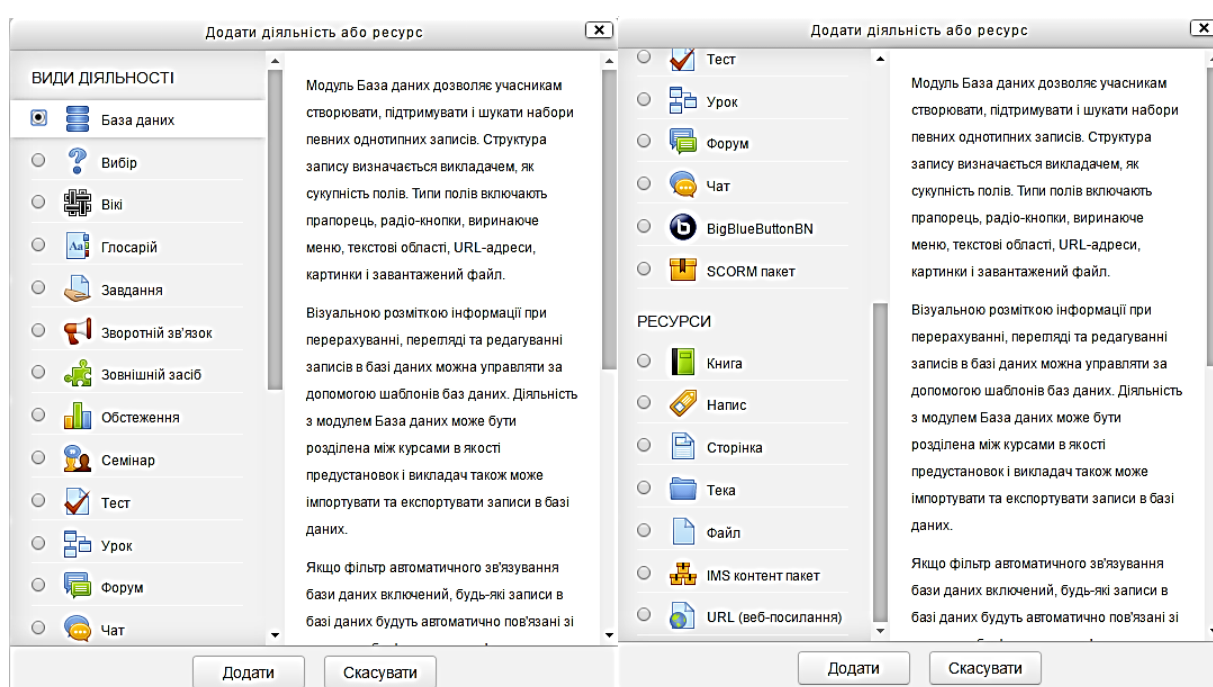


Рис. 2.7. Діяльність та ресурси в системі Moodle

Кожна спроба відповіді учнів на поставлене запитання з атомної і ядерної фізики (додаток Е) оцінюється автоматично, за виключенням питань типу «есе», із записом у журналі оцінок. Модуль «Тест» дає учителю змогу вибирати чи надавати учням підказки, показувати відгуки та правильні відповіді на питання.

Модуль «База даних» дозволяє учасникам освітнього процесу з атомної і ядерної фізики створювати, підтримувати і шукати набори певних однотипних записів. Структура запису визначається вчителем, як сукупність полів. Типи полів включають прапорець, радіо-кнопки, виринаюче меню, текстові області,

URL-адреси, картинки і завантажений файл, що дозволяє урізноманітнити процес сприйняття інформації з атомної і ядерної фізики в старшій школі.

В умовах ХОНС в старшій школі вчитель має змогу задати одиночне питання з атомної і ядерної фізики і запропонувати широкий вибір можливих відповідей. Цю можливість забезпечує модуль «Вибір» [110]. Результати вибору можуть бути опубліковані після того, як учні відповіли, після певної дати відповідно до календарно-тематичного планування вчителя або не публікуватися взагалі. Опублікування результатів можливе з іменами, а також ж анонімно. Параметри опублікування залежать від обраної вчителем методики навчання атомної і ядерної фізики в ХОНС.

Під час освітнього процесу з атомної і ядерної фізики в старшій школі діяльність «Вибір» ми пропонуємо використовувати для:

- якісного швидкого опитування та стимулювання осмислення тем з атомної і ядерної фізики (табл. 2.1);
- швидкої перевірки розуміння змісту навчального матеріалу з обраного розділу фізики;
- прийняття рішення.

Додавати та редагувати набір веб-сторінок учасникам освітнього процесу з атомної і ядерної фізики дозволяє модуль «Вікі». В розробленому нами ХОНС (рис. 2.1) з атомної і ядерної фізики ми пропонує «Вікі» використовувати спільно для всієї хмари, з можливістю редагування усіма учасниками, або для окремих осіб, де кожен має свою власну «Вікі», яку тільки він може змінити.

В освітньому процесі з фізики старшої школи «Вікі» має ряд застосувань, зокрема для:

- доповнення змісту підручників з атомної і ядерної фізики;
- планування навчальної роботи з атомної і ядерної фізики;
- допомоги учням при спільному виконанні навчальних проектів за відповідною темою (додаток Ж) розділу «Атомна і ядерна фізика», що встановлена вчителем, де кожен учасник пише окремий пункт або розділ.

Створювати і підтримувати список визначень з атомної і ядерної фізики, на кшталт словника, або збирати та систематизувати ресурси чи теоретичну інформацію (табл. 2.2) суб'єктам навчання дозволяє модуль «Глосарій».

При організації освітнього процесу з атомної і ядерної фізики в ХОНС «Глосарій» ми пропонуємо використовувати як:

- спільний банк ключових термінів (додаток А.3);
- область обміну корисними відео, зображеннями або звуковими файлами;
- перегляд ресурсу фактів для запам'ятовування.

Видавати завдання (додаток Д), збирати роботи, оцінювати їх та залишати відгуки на ці роботи під час організації освітнього процесу з атомної і ядерної фізики в умовах ХОНС вчителю дозволяє модуль діяльності «Завдання».

Модуль «Урок» дозволяє вчителю надати контент з практичною діяльністю (тестами, завданнями різної форми та ін.) у цікавій та гнучкій формі. Даний модуль працює як набір однорівневих веб-сторінок та у вигляді навчальної діяльності, в якій пропонуються різні шляхи чи варіанти для учня з проходження «Урок».

У залежності від вибору учнем відповіді та структури побудови навчальної діяльності в «Урок», учні мають змогу перейти на наступну сторінку, повернутися на попередню, або бути перенаправленими зовсім до іншої теми за іншим шляхом.

Передбачено в даному модулі і оцінювання, яке записується в електронний журнал.

В розробленій нами структурі методичної системи навчання атомної і ядерної фізики в ХОНС (рис. 2.1) модуль «Урок» ми пропонуємо використовувати для:

- самостійного вивчення учнями нового матеріалу з конкретної теми розділу «Атомна і ядерна фізика»;
- сценаріїв, або вправ із моделювання, або прийняття рішень;
- диференційованого перегляду з різними наборами питань в залежності від відповідей на попередні питання.

У сучасному суспільстві активно впроваджуються ідеї і принципи «відкритої освіти» [10]. ХОНС дає змогу реалізувати ці принципи у практиці ЗЗСО при навчанні атомної і ядерної фізики. На нашу думку, в середовищі Moodle для збору та аналізу робіт учнів з атомної і ядерної фізики із виставленням колегіальної оцінки доцільно застосовувати модуль «Семінар». Учні можуть завантажити будь-який електронний файл з атомної і ядерної фізики, такі як документ текстового процесора, електронної таблиці або ж ввести текст у поле прямо на сайті за допомогою вбудованого текстового редактора. Кожному учню пропонується оцінити декілька робіт своїх колег. Учні отримують дві оцінки: за свій матеріал та оцінку за оцінювання матеріалів своїх колег.

Модуль «Книга» надає право вчителю створювати багатосторінкові ресурси в книжковому форматі, з глав і підрозділів структурувати навчальну інформацію (рис. 1.1 – 1.6). Книги можуть містити медіа-файли, текст та іншу інформацію з атомної і ядерної фізики.

Засоби спілкування. Для здійснення дискусій між учасниками, які відбуватимуться протягом тривалого періоду часу на одну із тем розділу «Атомна і ядерна фізика» застосовується модуль «Форум».

Режимом синхронного онлайн обговорення в текстовому режимі забезпечує модуль «Чат».

Як показують дослідження з педагогіки та методики навчання фізики [21; 33; 36; 37; 41; 83] досить важливим у навчанні є зворотній зв'язок суб'єктів навчання з педагогом. Модуль зворотного зв'язку в освітньому процесі з атомної і ядерної фізики в ХОНС дає змогу учителю створити власне опитування для збору думок учасників з використанням різних типів питань (додаток Е), включаючи множинний вибір, так/ні або введення тексту.

При оцінюванні і стимулюванні навчання з атомної і ядерної фізики в середовищі Moodle ми пропонуємо застосовувати модуль «Обстеження». Він дає змогу учителю фізики, наприклад, зібрати дані про учнів.

В умовах хмаро орієнтованого навчального середовища взаємодію учнів з навчальними ресурсами та діяльностями на інших веб-сайтах дозволяє забезпечити модуль діяльності «Зовнішній засіб». Ми пропонуємо, зовнішній засіб використовувати для доступу до нового типу діяльності, або навчальних матеріалів від видавця, що є особливо корисним у процесі навчання атомної і ядерної фізики, як одного з найновіших розділів фізики. Швидкий та оперативний доступ до сучасної наукової інформації (додаток В) забезпечує дотримання принципу науковості при навчання фізики в ЗЗСО.

Допоміжні засоби. За допомогою модулю «Напис» учням пропонується здійснювати вставки текстових написів на сторінку курсу між посиланнями на інші ресурси і види діяльності. Цей ресурс дає можливість вчителю систематично реагувати на дописи учнів при навчанні атомної і ядерної фізики в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища в старшій школі.

Можливість створити веб-сторінку, використовуючи вбудований текстовий редактор надає модуль «Сторінка». На сторінці може бути розміщений текст, картинки, звук, відео, веб-посилання та вбудований код, що забезпечує реалізацію міжпредметних зв'язків між фізикою та інформатикою.

Модуль «BigBlueButtonBN» дозволяє створювати власні вебінари.

Пакет «SCORM» являє собою набір файлів, які упаковані відповідно до узгодженого стандарту для навчальних об'єктів. Даний стандарт, розроблений для систем дистанційного навчання. SCORM забезпечує сумісність компонентів та можливість їх багаторазового використання.

Доступ до файлів, що розміщуються в одній теці відкриває модуль «Тека».

Надати файл у вигляді ресурсу курсу дозволяє модуль «Файл». Наприклад, дані можливості дозволяють поділитися презентаціями під час підготовки навчального проекту з фізики.

Розширює можливості навчання з питань атомної і ядерної фізики у курсі шляхом надання посилань на інші ресурси забезпечує модуль URL.

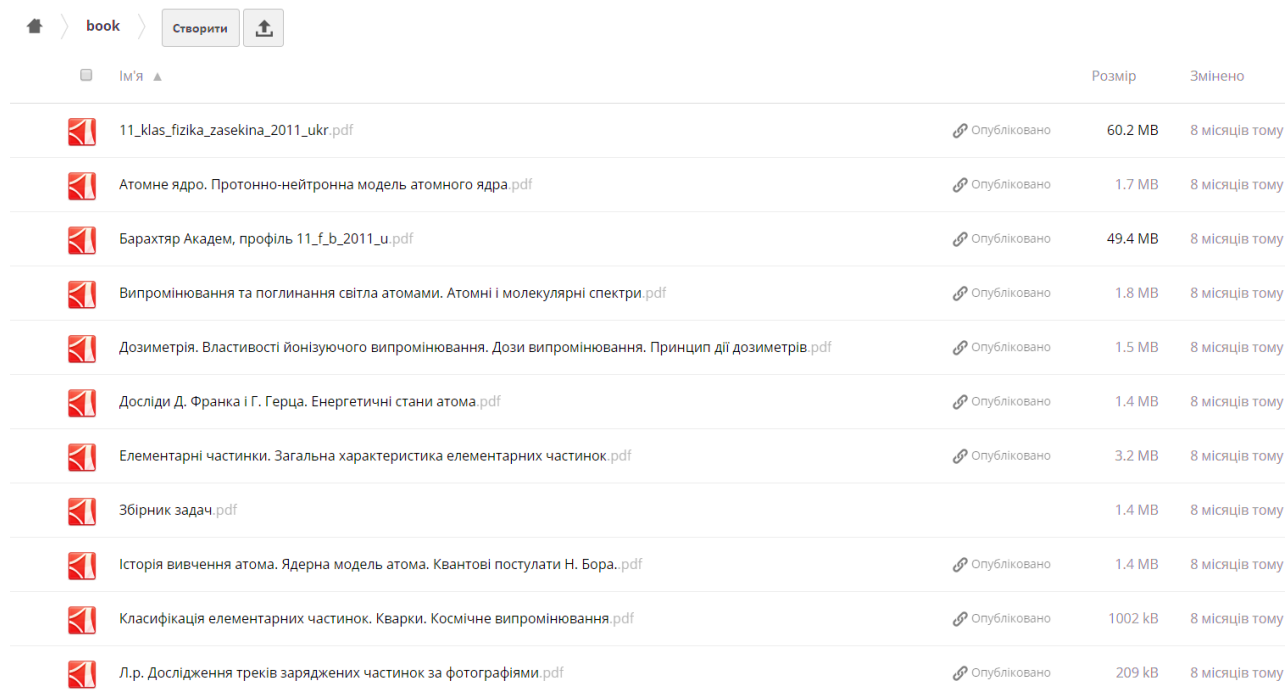
Модуль IMS контент пакет являє собою набір файлів, які упаковані відповідно до узгодженого стандарту. IMS контент пакет може бути використаний для представлення мультимедійного контенту і анімації.

Для зберігання навчального контенту нами було обрано сторонній програмний засіб OwnCloud.

OwnCloud – це програмне забезпечення з відкритим кодом для підтримування доступу і спільного використання файлів, календаря, електронної пошти, різноманітних сервісів опрацювання даних як загального призначення, так і спеціалізованих. Забезпечується можливість розміщення даних у спільному доступі, для одночасного опрацювання навчального матеріалу з атомної і ядерної фізики групою учнів. OwnCloud також можна користуватись за моделю SaaS (програмне забезпечення як сервіс).

Для того, щоб розпочати роботу у середовищі OwnCloud, необхідно авторизуватись в системі.

Після авторизації перед користувачем відображається вікно (рис. 2.8), в якому відбувається управління файлами, що знаходяться в сховищі.



The screenshot shows a web interface for file management. At the top, there is a breadcrumb navigation showing 'book' and two buttons: 'Створити' (Create) and an upload icon. Below this is a table of files. The table has columns for file name, status, size, and modification date. All files are PDF documents related to physics, specifically atomic and nuclear physics.

Ім'я	Статус	Розмір	Змінено
11_klas_fizika_zasekina_2011_ukr.pdf	Опубліковано	60.2 MB	8 місяців тому
Атомне ядро. Протонно-нейтронна модель атомного ядра.pdf	Опубліковано	1.7 MB	8 місяців тому
Барактяр Академ. профіль 11_f_b_2011_u.pdf	Опубліковано	49.4 MB	8 місяців тому
Випромінювання та поглинання світла атомами. Атомні і молекулярні спектри.pdf	Опубліковано	1.8 MB	8 місяців тому
Дозиметрія. Властивості йонізуючого випромінювання. Дози випромінювання. Принцип дії дозиметрів.pdf	Опубліковано	1.5 MB	8 місяців тому
Досліди Д. Франка і Г. Герца. Енергетичні стани атома.pdf	Опубліковано	1.4 MB	8 місяців тому
Елементарні частинки. Загальна характеристика елементарних частинок.pdf	Опубліковано	3.2 MB	8 місяців тому
Збірник задач.pdf		1.4 MB	8 місяців тому
Історія вивчення атома. Ядерна модель атома. Квантові постулати Н. Бора. pdf	Опубліковано	1.4 MB	8 місяців тому
Класифікація елементарних частинок. Кварки. Космічне випромінювання.pdf	Опубліковано	1002 kB	8 місяців тому
Л.р. Дослідження треків заряджених частинок за фотографіями.pdf	Опубліковано	209 kB	8 місяців тому

Рис. 2.8. Перегляд та управління файлами в хмарному середовищі в умовах освітнього процесу з атомної і ядерної фізики

Для забезпечення реалізації методики навчання атомної і ядерної фізики у ХОНС нами у зазначеному сховищі було розміщено ряд дидактичних матеріалів: авторські програмні продукти, розроблені модельні демонстрації, опорні конспекти, підручники, посібники, довідники, навчальні відео та ін. (додаток В), що забезпечують навчання кожної окремої теми з атомної і ядерної фізики (табл. 2.1). Крім цього, OwnCloud надає можливість працювати з додатковими службами, що урізноманітнює освітній процес з фізики у старшій школі.

До додаткових служб відноситься: повідомлення, активність, документи, зображення, контакти, календар.

Слід зауважити, що такі ж сервіси, як і OwnCloud, надають Google, Microsoft та інші компанії, але між ними є одна суттєва відмінність. Середовище OwnCloud є системою з відкритим кодом, через це його можна досить зручно вбудовувати в програмні додатки, що проектуються на хмарному сервері, інтегрувати його з уже створеними або інстальовати у корпоративній мережі в залежності від специфіки використання.

При використанні OwnCloud в освітньому процесі з атомної і ядерної фізики вчитель має змогу кожен новий файл завантажити до сховища з пам'яті комп'ютера або з посилання, а також створити безпосередньо в ньому новий текстовий файл. Для зручності зберігання файлів є можливість створення тек (папок).

У OwnCloud вчитель керує доступом до файлів та папок, в яких вони містяться, що сприяє чіткій організації освітнього процесу з атомної і ядерної фізики. Якщо доступ до деякого файлу надано декільком учням класу (користувачам цього середовища), то файл буде відображатись в їхній структурі папок, таким чином організовується спільна робота з документами, колективне виконання навчальних проектів з атомної і ядерної фізики (додаток Ж).

При організації освітнього процесу з атомної і ядерної фізики в OwnCloud вчитель має змогу до будь-якого файлу надати два варіанти доступу: перегляд та редагування. В першому випадку всі учні мають змогу переглядати файл, а

редагувати може лише вчитель. Якщо надано дозвіл на редагування, то будь-хто, в кого є цей дозвіл, може його змінювати. Передбачено також контроль попередніх версій кожного файлу. Це дозволяє повернути будь-яку проміжну версію файлу, котрий був змінений, що відповідає таким характеристикам ХОНС в освітньому процесі з атомної і ядерної фізики як колективність, доступність, іноваційна діяльність учнів.

Модуль «Контакти» надає можливості створення та зберігання контактів, їх можна також імпортувати із VCF, CSV або LDIF файлів, що є стандартними форматами для зберігання, імпорту, обміну і пересилання даних, таких як ім'я, адреса електронної пошти, номер телефону тощо. Цей формат використовується для обміну контактними даними між різноманітними пристроями, програмами і адресними книгами. Це забезпечує реалізацію безперервного зв'язку вчителя з учнями.

Для розробленого нами хмаро орієнтованого навчального середовища навчання атомної і ядерної фізики (рис. 2.1), яке побудоване на платформі Moodle, OwnCloud перш за все є сховищем навчального контенту. Всі навчальні матеріали, які мають великий розмір завантажуються до «хмари», а доступ учнів до них реалізується через додавання до курсу діяльності «URL (веб-посилання)». В цілому використання середовища Moodle для організації методики навчання атомної і ядерної фізики забезпечує вимоги всіх дидактичних принципів (додаток Л.3) і сприяє кращому засвоєнню учнями навчального матеріалу (додаток К) та формуванню предметної компетентності з фізики (див. п. 3.3).

Проведений нами аналіз структури і змісту шкільного курсу фізики, зокрема, з розділу «Атомна і ядерна фізика» (див. п. 1.3) та аналіз змісту квантової фізики (див. п. 1.2) дав змогу згрупувати навчальний матеріал з атомної і ядерної фізики для представлення його в хмаро орієнтованому навчальному середовищі. Приклад реалізації проведення уроку з атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі покажемо на прикладі теми «Класифікація елементарних частинок. Кварки. Космічне випромінювання» [69–71] (додаток Д).

Оскільки проведення такого уроку передбачає наявність у кожного учня на його робочому місці комп'ютера чи смартфона / планшета, забезпечується реалізація принципу індивідуалізації, бо кожен суб'єкт навчання матиме змогу працювати в своєму індивідуальному темпі, що сприяє кращому засвоєнню навчального матеріалу. Модель уроку представлена у вигляді блок-схеми на рис. 2.9.

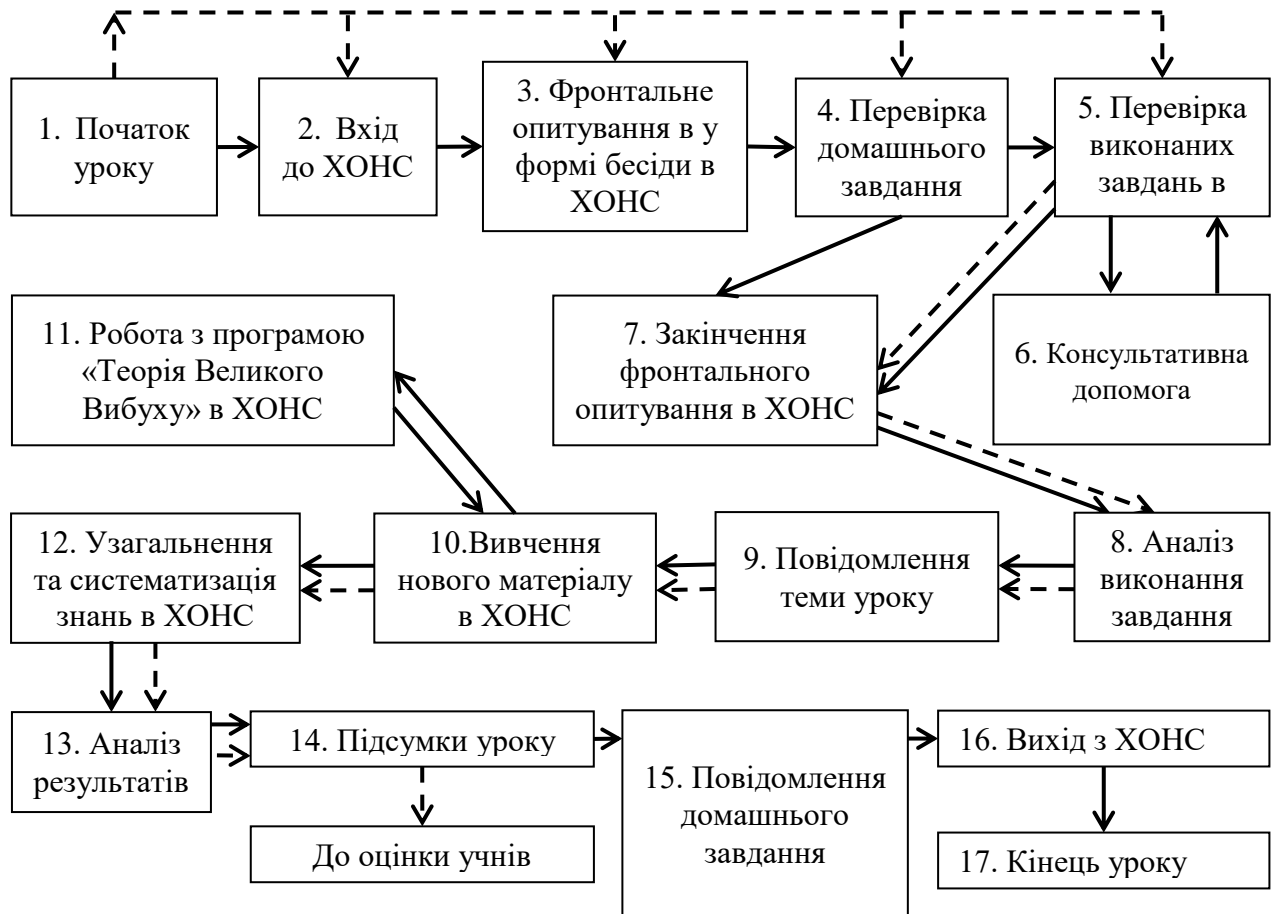


Рис. 2.9. Модель уроку в ХОНС на прикладі теми «Класифікація елементарних частинок. Кварки. Космічне випромінювання»

Для реалізації подачі для учнів навчального контенту на платформі Moodle слід застосовувати діяльність «Урок», функціонування якої описано вище. Як результат для учнів буде відображатись набір однорівневих веб-сторінок, з розміщеними на них навчальним матеріалом різного типу (текстова інформація, зображення, відео та ін.), відповідно до вищезазначених нами (див. п. 1.2) принципів структурування, що забезпечує реалізацію дидактичного принципу наочності, доступності та послідовності викладу навчального матеріалу.

Створені нами уроки в хмаро орієнтованому навчальному середовищі на основі діяльності «Урок» мають таку структуру: організаційний етап, актуалізація знань та вмінь, вивчення нового матеріалу, закріплення нових знань і вмінь, підбиття підсумків уроку, домашнє завдання. Відповідно до даної структури навчальний контент для учнів який поміщено в ХОНС розбивається на групи та додається на відповідні веб-сторінок, які йдуть одна за одною (рис. 2.10).

Заголовок сторінки	Формат сторінки	Перейти
I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП	Вміст	Наступна сторінка
II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ	Есе	Наступна сторінка
III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ	Вміст	Наступна сторінка
IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ	Вміст	Наступна сторінка
Завдання 1	Есе	Наступна сторінка
Завдання 2	Есе	Наступна сторінка
Завдання 3	Есе	Наступна сторінка
Завдання 4	Есе	Наступна сторінка
V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ	Вміст	Наступна сторінка
VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ	Вміст	Ця сторінка

Рис. 2.10. Приклад використання діяльності «Урок» при навчанні атомної і ядерної фізики в умовах ХОНС

Така подача матеріалу забезпечує швидший перехід від однієї інформації до наступної, що реалізовує дидактичні принципи доступності та послідовності. Під час проведення вчителем уроку учні переглядають навчальний матеріал на веб-сторінках, які вказує вчитель.

На початку уроку вчитель повідомляє, який із уроків потрібно відкрити. На етапі організації учні ознайомлюються з темою та метою уроку (рис. 2.11), після чого проводиться бесіда. В ході бесіди учні відповідають на запитання вчителя (рис. 2.12), які наведені в відповідному розділі діяльності «Урок» та знаходяться перед ними на екранах їх пристроїв. Під час такої бесіди, так як перед учнями є

запитання, вчитель має змогу паралельно перевірити письмове виконання домашнього завдання учнями. Для переходу до наступного етапу уроку учням потрібно натиснути на кнопку в кінці даного етапу з назвою наступного.

Тема уроку. Класифікація елементарних частинок. Кварки. Космічне випромінювання

Мета уроку:

- дидактична: відтворення знань з тем «Елементарні частинки: Загальна характеристика елементарних частинок. Кварки. Космічне випромінювання»; описати критерії класифікації елементарних частинок та їхніми властивостями; формувати навички та вміння розв'язувати фізичні задачі, застосовуючи отримані знання.
- розвивальна: формування діалектичного мислення; розвиток інтересів і здатностей.
- виховна: розумове, моральне, трудове, естетичне виховання

Тип уроку: урок повідомлення нових знань.

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

1. Провести бесіду за матеріалом § 85.

Бесіда за питаннями

1. Назвіть основні етапи розвитку фізики елементарних частинок.
2. Що таке елементарні частинки? Назвіть стабільні елементарні частинки.
3. Який тип фундаментальної взаємодії характерний для елементарних частинок?
4. Які типи фундаментальних взаємодій ви знаєте?
5. Що загального можна сказати про механізм усіх фундаментальних взаємодій?
6. Що є носієм гравітаційної взаємодії?

Рис. 2.11. Організаційний етап уроку в ХОНС

Наступним етапом є актуалізація опорних знань та вмінь учнів. Вона реалізована через написання відповіді на запитання. Надавши відповідь на запитання та натиснувши на кнопку «Відправити» вони зможуть перейти до наступного питання, тому що запитання відображаються на різних сторінках, або ж до наступної частини уроку, яка передбачена вчителем (рис. 2.12).

1. Назвіть основні етапи розвитку фізики елементарних частинок.

Ваша відповідь

Абзац ▼ B I

Шлях: p

Відправити

Рис. 2.12. Етап актуалізації знань на уроці

Під час вивчення нового матеріалу на уроці весь матеріал, який повідомляє вчитель, знаходиться перед очима учнів на екранах їх пристроїв, і кожен з учнів в будь-який момент зможе повернутись до тієї частини, яку він не зрозумів. На даному уроці ми пропонуємо школярам ознайомитися з комп'ютерною програмою «Теорія Великого Вибуху» [2] (див. п. 2.3.3), для реалізації принципу науковості, яка дозволяє крім ознайомлення з теоретичними відомостями про елементарні частинки та їх класифікацією дізнатися, як

зароджувався наш Всесвіт та на яких етапах його розвитку з'являлися ті чи інші елементарні частинки (рис. 2.13).

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

Класифікація елементарних частинок

Коли кількість відомих елементарних частинок досягла кількох сотень, постала необхідність створити класифікацію частинок. Насамперед, всі частинки розділили за масою. За аналогією з Періодичною системою хімічних елементів всі елементарні частинки було розбито на три групи.

У першій групі виявилася тільки одна частинка – фотон з нульовою масою. У другу групу ввійшли відносно легкі частинки, які були названі лептонами. Третя група частинок – найбільш важких – дістала назву адронів.

Подальші дослідження показали, що частинки об'єднані в групи не тільки через розбіжності в їхніх масах, а й відповідно до їхньої здатності до фундаментальних взаємодій. В електромагнітній взаємодії беруть участь всі частинки, що мають електричний заряд. Носіями електромагнітної взаємодії є фотони.

У слабкій взаємодії беруть участь всі елементарні частинки, крім фотонів. До адронів відносять частинки, які здатні до сильної взаємодії. Адронів більше, ніж лептонів, але майже всі адрони є нестабільними. Адрони діляться на мезони й баріони.

Появу та розвиток даних елементарних частинок добре описує теорія Великого Вибуху. За даною теорією час розвитку нашого Всесвіту можна розділити на 12 етапів (періодів).

Рис. 2.13. Етап вивчення нового матеріалу

Після опрацювання нового матеріалу учням пропонується перейти до етапу «Закріплення нових знань і вмінь» (рис. 2.14). На даній сторінці учням пропонується перелік питань, на які вони повинні будуть дати відповідь. Ознайомившись з переліком питань (додаток Е), учні переходять до письмових відповідей аналогічно до етапу актуалізації знань та вмінь.

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

1) Якісні питання

1. Атом Гідрогену, і нейтрон можуть розпадатися на протон і електрон. Чому ж атом Гідрогену не вважають елементарною частинкою, а нейтрон зараховують до них?
2. Під час розпаду вільного нейтрона народжуються протон й інші частинки. Чому ж розпад вільного протона з утворенням нейтрона неможливий?

2) Навчаємося розв'язувати задачі

1. Чи може вільний електрон поглинути фотон?
2. Нарисуйте схеми атомів Гелію й Антигелію, укажіть, з яких елементарних частинок вони складаються.
3. Чи може один γ -квант у вакуумі перетворитися в пару електрон-позитрон?

ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Рис. 2.14. Етап закріплення нових знань і вмінь

На наступних сторінках уроку «Підбиття підсумків» (рис. 2.15) та «Домашнє завдання» (рис. 2.16) ознайомлюються з тими основними поняттями, які опрацювали на уроці, та завданнями, які потрібно виконати самостійно.

V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

- Елементарні частинки діляться на такі групи: фотон, лептони; адрони. До адронів належать частинки, здатні до сильної взаємодії, до лептонів — частинки, не здатні до сильної взаємодії.
- Відомі такі види фундаментальних взаємодій:
 - гравітаційна (її носії — гіпотетичні частинки гравітони);
 - електромагнітна (її носії — фотони);
 - сильна (її носії — глюони);
 - слабка (її носії — бозони).

ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Рис. 2.15. Етап підбиття підсумків

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

1. Підручник: опрацювати § 87
2. Дати відповіді на запитання після параграфу

ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Рис. 2.16. Етап повідомлення домашнього завдання

у році (рис. 2.17), це забезпечить реалізацію принципу систематичності та послідовності. Адже учням доведеться при зустрічі з новим поняттям, або процесом заходити в ХОНС до власного глосарію та додавати його.

Глосарій (Атомна та ядерна фізика)

Глосарій (Атомна та ядерна фізика)

Версія для друку

Знайти

Повнотекстовий пошук

Додати новий запис

Огляд за алфавітом

Огляд за категоріями

Огляд за датою

Огляд по авторах

Огляд глосарія за абеткою

Спеціальні

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

Все

Сторінка: (Назад) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ... 14 (Далі)

Все

Е

Еквівалентна доза випромінювання

міра біологічного впливу на живі організми. Ефективна еквівалентна доза застосовується при розрахунку індивідуальної дози опромінення і є еквівалентною дозою, помноженою на коефіцієнт радіаційного ризику для різних органів людини. Іншими словами, органи і тканини людини мають різну сприйнятливість до радіаційного опромінення. Найбільш сприйнятливі до радіації червоний кістковий мозок, легені, гонади. Менш сприйнятливі до випромінювання щитовидна залоза, м'язи та інші органи. Вплив радіації на живий організм викликає в ньому різні оборотні і необоротні біологічні зміни. І ці зміни діляться на дві категорії – соматичні, викликані безпосередньо у людини, і генетичні, що виникають у нащадків. Важкість впливу радіації на організм людини залежить від того, як відбувається цей вплив – відразу чи порціями. Більшість органів встигає відновитися, тому вони краще переносять серію короточасних доз, в порівнянні з тією ж сумарною дозою опромінення за один раз. Як писалося вище, реакція різних органів на радіацію не однакова – червоний кістковий мозок та органи кровотворної системи, репродуктивні органи та органи зору найбільш вразливі. Також, варто зауважити, що діти сильніше схильні до дії радіації, ніж доросла людина. Більшість органів дорослої людини не такі схильні до впливу радіації – це нирки, печінка, сечовий міхур, хрящові тканини. Далі для прикладу показана шкודה організму від одноразової дії гамма-випромінювання.

✕ ✎

Експозиційна доза

міра йонізації повітря, що дорівнює відношенню сумарного електричного заряду йонів одного знака, утвореного йонізуючим випромінюванням, до маси 1 кг повітря. У СІ експозиційну дозу вимірюють у 1 Кл/кг.

Рис. 2.17. Глосарій з атомної і ядерної фізики

Отже, платформа Moodle надає велику кількість інструментів для організації освітнього процесу та контролю знань з фізики, зокрема, з атомної і ядерної фізики в ЗЗСО. Платформа забезпечує застосування всіх перелічених інструментів комплексно, що дозволяє реалізовувати нові форми та методи навчання атомної і ядерної фізики, що сприяє підвищенню ефективності формування знань в учнів з атомної і ядерної фізики (додаток К).

2.3. Форми та методи навчання атомної та ядерної фізики учнів закладів загальної середньої освіти у хмаро орієнтованому навчальному середовищі

2.3.1. Навчальні проекти з фізики як вид самостійної діяльності в хмаро орієнтованому навчальному середовищі. Необхідною умовою формування компетентностей здобувачів освіти є діяльнісна спрямованість освітнього процесу. Вона передбачає постійне включення учнів у різні види педагогічно доцільної активної навчально-пізнавальної діяльності з метою здобуття нових знань, а також практична її спрямованість на їх використання. Ефективним засобом формування предметної й ключових компетентностей учнів у процесі навчання фізики є навчальні проекти [57].

Проведений аналіз модулів платформи Moodle та OwnCloud (див. п. 2.2) показав, що в умовах ХОНС значно розширюються можливості реалізації навчально-пошукової діяльності учнів; можливості колективної співпраці при виконанні спільних наукових проектів та завдань.

Метод проектів, або метод проблем, є способом розвитку пізнавальних навичок особистості, критичного мислення й уміння самостійно конструювати результат на основі наявних знань і досвіду, орієнтуватися в інформаційному просторі. Ідею навчальних проектів розробляв Дж. Дьюї, визначивши головний принцип – «навчання через дію», за яким сутністю процесу навчання є відкриття, тобто постійне, реальне втілення чогось нового. Саме вона стала основою розробленого вченим «методу проблем» [29].

Проектна діяльність в освітньому процесі з фізики реалізовується через створення педагогом таких умов, за яких учні реалізують свій індивідуальний досвід. Учитель здійснює управління діяльністю та спонукає учнів до неї, визначає завдання та допомагає у визначенні мети навчального проекту (додатку Ж), спрямовує учня до дослідницької діяльності та пошуку інформації для розв'язання навчально-пізнавальних задач.

Навчальні проекти, як вид діяльності на уроках з атомної і ядерної фізики, дозволяють вирішити низку різнорівневих дидактичних, виховних і

розвивальних завдань: розвивати пізнавальні навички учнів, формувати вміння самостійно конструювати свої знання з атомної і ядерної фізики, виробляти вміння орієнтуватися в інформаційному просторі, активно розвивати критичне мислення, сферу комунікації тощо. Доцільно формувати завдання проєктів так, щоб учні відчували потребу в знаннях та, виконуючи проєкти, здобували знання, які обов'язково знадобляться в житті (додаток Ж). Для цього необхідно зважати на проблеми реального життя, для розв'язання яких дітям потрібно застосовувати здобуті знання.

Проектна робота дозволяє здобути учням ключові навички з постановки проблеми, планування роботи, пошуку, збирання, обробки інформації та презентації результатів роботи. Виходячи з характеристик ХОНС (рис. 1.8), воно значно розширює можливості реалізації проєктної роботи в освітньому процесі з атомної і ядерної фізики в старшій школі.

Метод проєктів при навчанні атомної і ядерної фізики в умовах ХОНС дозволяє розв'язати такі педагогічні та методичні завдання: створювати позитивну мотивацію під час навчання; формувати навички розумової праці, розвивати уміння аналізувати, виокремлювати найважливіше, робити висновки; формувати прийоми групової роботи в колективі; розвинути індивідуальні здібності та особливості мислення; удосконалювати навички писемного та усного мовлення.

Проведені дослідження [28] показали, що згідно навчальної програми з фізики [57] на виконання проєктів відводиться незначна кількість годин, але при цьому вимагаються значні затрати часу як учнів, так і вчителя. Для оптимізації процесу виконання навчального проєкту з атомної і ядерної фізики ми пропонуємо виконувати його в хмаро орієнтованому навчальному середовищі на платформі Moodle через модуль «Завдання» (див. п. 2.2).

Учні в межах ХОНС або за його межами виконують проєкт на визначену тему (додаток Ж.1), після чого надають результати своєї роботи відвантаживши файл на перевірку, або працюючи безпосередньо в ХОНС в спеціальному текстовому редакторі.

Так для створення «Завдання» потрібно ввімкнути режим «Редагування», у відповідній темі, наприклад «Складання радіаційної карти регіону» натиснути «Додати діяльність або ресурс» та вибрати діяльність «Завдання». Після чого з'явиться сторінка для налаштування параметрів «Завдання» (рис. 2.18).

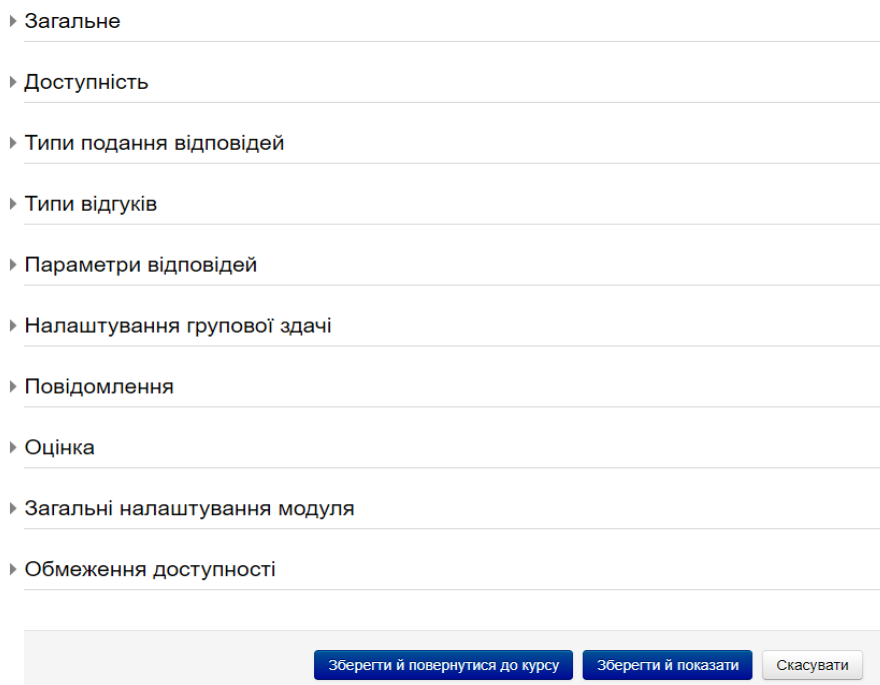


Рис. 2.18. Сторінка створення нового завдання з теми «Складання радіаційної карти регіону»

До обов'язкових для налаштування вкладок груп параметрів слід віднести такі: загальне, типи подання відповідей, доступність, оцінка.

У вкладці «Загальне» вводиться інформація до двох обов'язкових полів: назва завдання та зміст завдання. За потреби є можливість завантажити додатковий файл.

Вкладка «Типи подання відповідей» дозволяє встановити варіанти здачі проекту, а саме працювати в спеціальному текстовому редакторі в ХОНС, або завантажити вже створений документ за межами платформи до ХОНС. Є змога обмежити кількість файлів та їх розмір для завантаження. Різноманітність варіантів здачі проекту дає змогу учням значно ширше розкрити зміст питань «Складання радіаційної карти регіону», забезпечує реалізацію в освітньому процесі з атомної і ядерної фізики принципів системності, зв'язку навчання з життям та наочності.

Структурність і системність опанування учнями навчального матеріалу з атомної і ядерної фізики ми пропонуємо забезпечити використанням вкладки «Доступність», в якій визначаємо терміни подачі виконаного завдання. З метою підвищення мотивації учнів у виконанні проекту та можливості визначення суб'єктами навчання рівня їх досягнень ми у вкладці «Оцінка» встановлюємо максимальний можливий бал за завдання.

Ідея реалізації та презентації проектів з фізики не є новою. Новою є методика організації та виконання проектів, зокрема з атомної і ядерної фізики у хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Прикладом презентації результатів наукових пошуків є й семінари фізиків при Фізичному інституті АН СРСР, які першим запровадив І. Є. Тамм. Семінар давав можливість кожному науковцю виступати зі своїми проблемними питаннями, обговорювати їх, вислуховувати зауваження, отримувати поради, колегіально їх вирішувати, що мало важливе значення на той час [77]. На даний момент широко поширюються у всі галузі життя хмарні технології (див. п. 1.4), проводяться Інтернет-конференції, вебінари, тренінги, семінари, під час проведення яких проходить обговорення проблемних питань, обмін думками та результатами проведених досліджень, відеоматеріалами, демонстраціями змодельованих досліджуваних фізичних процесів, як для науковців окремо взятої країни, так і науковців міжнародного рівня, що беруть участь в тому чи іншому Інтернет-заході. Тому ідеї І. Є. Тамма щодо консенсусних вирішень наукових питань у фізиці є актуальними на даному етапі розвитку як фізичної, так і педагогічної науки [112].

Даний концептуальний підхід відкриває широкі можливості щодо впровадження хмарних технологій при навчанні фізичних процесів та явищ атомної і ядерної фізики у старшій школі, якісно удосконалює методику навчання атомної і ядерної фізики та переводить її на новий рівень розвитку із широким застосуванням новітніх інформаційно-комунікаційних та хмарних технологій.

Організація проектної роботи учнів поділяється на п'ять етапів: постановки завдання → аналізу інструментів → проектування середовища → виконання проекту → презентація проекту.

На етапі постановки завдання учні ознайомлюються з темами (додаток Ж.1), обговорюють мету, інструментарій, методику реалізації проекту та форму подання результатів; визначають інформаційні джерела, загальні правила презентації проекту (додаток Ж.2). Наприклад, при виконанні навчального проекту на тему «Перший нобелівський лауреат – Вільгельм Рентген» на даному етапі важливим є розподілення учнів у групи, що може відбуватись по-різному: склад груп вказує вчитель; жеребкування; учні самостійно розподіляються на вказану кількість груп. Після формування груп, їх члени вже самостійно розподіляють між собою ролі. При цьому вчитель виступає у ролі фасилітатора.

Аналіз інструментів середовища в ХОНС, або іншого середовища, в якому буде виконуватися проект, доцільно провести лише першого разу. За рахунок невеликої кількості навчальних годин, які виділяються на вивчення атомної і ядерної фізики (див. п. 1.3), недоцільно кожного разу повторювати етап аналізу інструментів.

Для виконання групового проекту на етапі проектування середовища учнями одним із учасників кожної групи створюється документ у відповідному середовищі, в якому передбачене його виконання. Після чого надається доступ до даного документу для всіх учасників групи, які розподілились на етапі постановки завдання.

Етап виконання проекту проводиться учнями самостійно. Вчитель контролює процес виконання та надає онлайн чи очні консультації за потреби. Для обговорення між учнями ходу виконання та з метою контролю вчителя на даному етапі доцільно проводити онлайн зв'язок через сервіси відео-конференції (наприклад, Skype), або соціальних мереж. Обов'язковим для кожної групи є проведення однієї веб-наради в присутності вчителя, на якій обговорюються поточні результати виконання проекту.

Етап презентації проекту проводиться у вигляді виступу з використанням презентації (додаток Ж.2). Учні публікують виконаний проект у спеціальному розділі, до якого вбудовують різний контент (рис. 2.19).

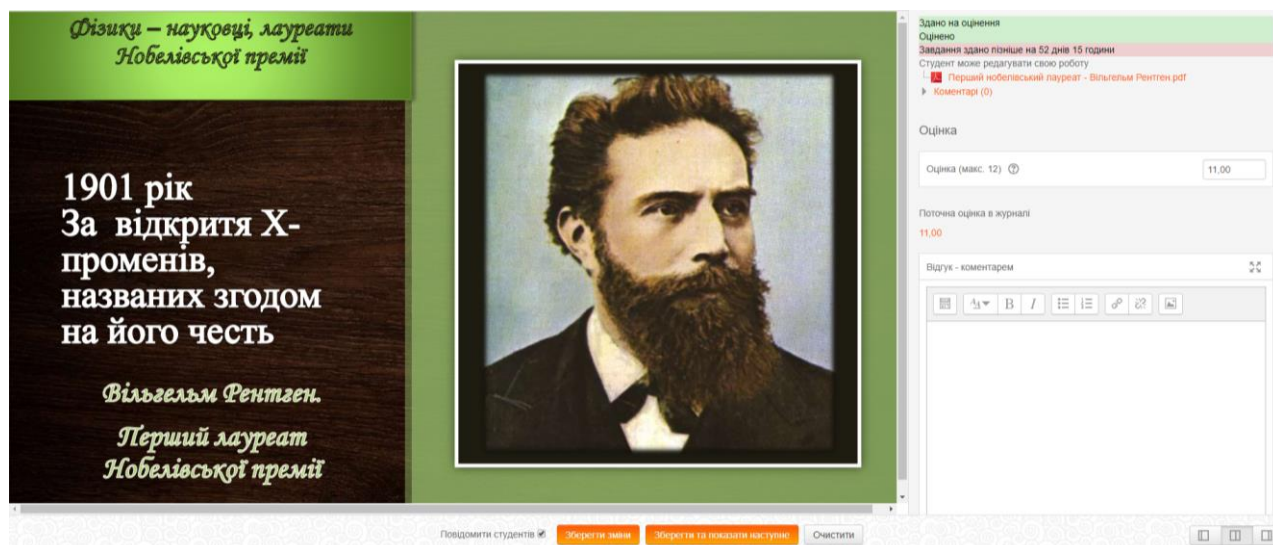


Рис. 2.19. Розділ перевірки зданого проекту у ХОНС

Термін реалізації, графік консультацій, завдання такі як наприклад, веб-конференція, критерії оцінювання оприлюднюються до початку реалізації проекту. Важливим аспектом виконання проекту є залучення експертів із тематики проектів (додаток Ж), для консультації учнів під час роботи, що сприятиме мотивації та збільшенню відповідальності до виконання проекту.

Подібно до навчальних проектів засобами хмарних технологій реалізується, порівняно нова, технологія в педагогіці, що має назву «перевернутого навчання».

Перевернуте навчання – це педагогічний підхід, в якому пряма вказівка переміщується з групового навчального простору до індивідуального навчального простору, і в результаті груповий простір трансформується на динамічне, інтерактивне навчальне середовище, де педагог спрямовує учнів застосовувати концепції та залучатись до творчої діяльності в освітньому процесі [44].

Іншими словами, за цим принципом навчання засвоєння нового матеріалу учнями відбувається вдома, а час аудиторних робіт вивільняється на виконання завдань, вправ, проведення лабораторних робіт, розв’язування задач, індивідуальні консультації з вчителем.

Технологію «перевернутого навчання» в 2007 р. запропонували два вчителі з США Аарон Самс та Джонатан Бергманн [124]. Вони записували відеоролики з матеріалами лекцій для своїх учнів і пропонували їх переглядати вдома, а уроки присвячували лабораторним роботам та відповідям на запитання учнів, що виникали під час самостійного опанування навчального матеріалу.

З метою організації освітнього процесу з атомної і ядерної фізики за даною технологією в поєднанні з хмарними технологіями, ми пропонуємо використовувати контент, який знаходиться в ХОНС.

Використання технології «перевернутого» навчання забезпечує умови доступу до навчальних ресурсів, комунікації, спільної роботи в навчанні та роботи над проектом незалежно від місця перебування учнів.

Нами окреслені переваги «перевернутого» навчання атомної і ядерної фізики в старшій школі в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища:

– Учень отримує знання з атомної і ядерної фізики тоді, коли йому зручно: відео- лекція чи аудіо-лекція (додаток В), завантаживши на комп'ютер, планшет чи смартфон.

– Темп засвоєння нового матеріалу учень підбирає самостійно: подивитись відео чи прослухати аудіо стільки разів скільки йому потрібно, зробити паузу за потреби, щоб нічого не пропустити.

– Раціональне використання часу: на уроці час не витрачається на засвоєння нових знань, а це значить – значна частина уроку використовується на розв'язування задач, виконання практичних та лабораторних робіт, чим забезпечується формування в учнів практичних вмінь і навичок, підвищується зацікавленість до опанування атомної і ядерної фізики (додаток К).

– Дана методика не вимагає спеціалізованих дорогих технічних пристроїв. Для реалізації технології «перевернутого» навчання знадобиться пристрій для запису звуку, камера або веб камера, комп'ютер із стандартним програмним забезпеченням.

– У ході самостійної підготовки до уроку вдома учні використовують більшу кількість додаткових джерел інформації – це й Інтернет, домашні книги, словники (див. п. 2.2).

– Формат індивідуальних консультацій з учителем допомагає дітям позбутися фрустрації і страху не зрозуміти новий матеріал (додаток І). Це також допомагає вчителю бачити прогрес і рівень розуміння кожного окремого учня (додаток К).

Відтак, хоча роль учителя в освітньому процесі з атомної і ядерної фізики в умовах ХОНС змінюється, все ж таки вона залишається провідною, діяльність його стає більше спрямованою на координацію навчання учнів: учитель проводить консультації, надає допомогу за потреби та створює проблемні ситуації для активізації пізнавальної діяльності.

Технологія «перевернутого» навчання дає можливість вчителю фізики, як вже зазначалось, вивільнити час для спілкування з учнями, що у свою чергу сприяє реалізації особистісно зорієнтованого підходу в навчанні. Вчитель може приділити більше уваги учням, яким важко дається атомна і ядерна фізика, або в яких виникли якісь ускладнення. Час, який вивільняється на уроці, ми пропонуємо витрати на розв'язування більшої кількості задач різних рівнів з детальним їх обґрунтуванням та виконання лабораторних робіт.

ХОНС в поєднанні з технологією «перевернутого» навчання дозволить проводити інтегровані уроки фізики, математики, інформатики біології та хімії.

Отже, метод проектів та технологія «перевернутого» навчання, як методи активного навчання атомної і ядерної фізики у ХОНС, сприяють формуванню в учнів вміння шукати, аналізувати та відбирати необхідну інформацію. Використання сервісів для планування діяльності, налагодження комунікації та співпраці, інструментів для здійснення оцінювання розвивають вміння учнів ефективно розподіляти та планувати власний час, здійснювати пошук оптимальних шляхів досягнення поставлених цілей. Реалізація проектів предметного спрямування сприятиме посиленню мотивації учнів до самоосвіти, розвитку особистісних рис та характеристик учня, забезпечить профорієнтаційну роль фізики в освітньому процесі.

2.3.2. STEM-освіта в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища. Відповідно до концепції Нової української школи одна з ключових компетенцій у природничих науках і технологіях: «Наукове розуміння природи і сучасних технологій, а також здатність застосовувати його в практичній діяльності. Уміння застосовувати науковий метод, спостерігати, аналізувати, формулювати гіпотези, збирати дані, проводити експерименти, аналізувати результати» [59, с. 11] співпадає з принципами реалізації STEM-освіти.

STEM-освіта – це низка чи послідовність курсів або програм навчання, яка готує учнів до успішного працевлаштування, до освіти після школи або для того й іншого, вимагає різних і більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять [134].

Питання використання STEM-освіти у навчанні фізики висвітлені у працях вітчизняних науковців Н. Р. Балика [9], І. П. Василяшко [16], Н. В. Морзе [55], О. О. Патрикєєвої [63], Н. І. Поліхуна [89], І. А. Сліпухіної [89], О. Є. Стрижака [89], І. С. Чернецького [89], М. П. Шишкіної [122], а також зарубіжних Брайана П. Копполи (Brian P. Coppola) [126], Елейн Дж. Хом (Elaine J. Hom) [129], М. Гаррісона (M. Harrison) [128], Д. Ленгдона (D. Langdon) [130], В. Манса (B. Means) [132], Е. Пітерс Бертон (E. Peters Burton) [132], Райчел Р. Байдук (Rachael R. Baiduc) [123], А. Роберт (A. Robert) [123] та ін.

STEM-програми для навчання фізики розробляються за такими основними напрямками:

- інтегровані, міжпредметні навчальні програми (фізика, математика, інформатика);
- фізичні основи робототехніки;
- фізичні основи авіамоделювання;
- 3D-моделювання атомних і ядерних явищ;
- винахідництво тощо.

Як зазначають Н. І. Поліхун, О. Є. Стрижак, І. А. Сліпухіна, І. С. Чернецький [89] визначальною метою STEM-освіти є, з одного боку,

забезпечення інтегрованого формування наукових і практичних знань шляхом здобування автентичного практичного досвіду (особистісний аспект), а з іншого, – підготовка учнів до подальшого навчання і працевлаштування відповідно до вимог суспільства XXI ст. (соціальний аспект).

Впровадження в освітній процес з атомної і ядерної фізики старшої школи методичних рішень STEM-освіти формує в учнів: вміння побачити проблему атомного чи ядерного масштабу; скласти план дослідження та його реалізувати (див. п. 2.3.1), знайти оригінальне вирішення проблеми (додаток Ж), відходячи від традиційного шаблону. Під час дослідження в учнів виробляється здатність до абстрагування та аналізу, перегрупування зв'язків, вироблення своєї точки зору на проблему, гармонічне поєднання дослідницької діяльності з навчанням.

Як зазначає М. П. Шишкіна, хмаро орієнтовані підходи до формування освітнього середовища мають перспективи використання у галузі STEM-освіти (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Дослідження у цій галузі спрямовані на те, щоб досягти нової якості навчання завдяки більш потужним, гнучким, масштабованим інфраструктурним рішенням, на основі яких можна вбудовувати в освітньо-наукове середовище різноманітні компоненти навчального призначення, що ґрунтуються на перспективних технологіях [122].

При залученні учнів під час освітнього процесу з атомної і ядерної фізики до STEM-освіти в них будуть формуватися компетентності: предметні, особистісні, психолого-педагогічні і соціально-психологічні якості, навички організації спільної роботи в середовищі (додаток К).

До предметної компетентності відносяться знання STEM дисциплін, а саме фізики, математики, інформатики; технологічна компетентність щодо розроблення, проектування і використання електронних ресурсів і засобів; ІКТ-компетентності.

З точки зору психолого-педагогічної [15; 21; 83] і соціально-психологічної [41; 74] науки вказані компетентності формують в учнів лідерські якості, здатність до критичного мислення, спроможність бачити проблему в цілому та розбивати її на менші завдання, відповідальність та активність.

Одним з найпоширеніших варіантів реалізації робототехніки та STEM в закладах загальної середньої освіти є набір LEGO Mindstorms EV3 (рис. 2.20). Він є комплектом робототехніки третього покоління в лінійці Mindstorms.



Рис. 2.20. Набір LEGO Mindstorms EV3

До основних технічних характеристик програмного блоку, який забезпечує роботу всіх пристроїв робота можна віднести: процесор ARM9 300 МГц; обсяг вбудованої пам'яті складає 16 Мб Flash та 64 Мб оперативної; 4 однакові цифрові порти для під'єднання датчиків; 4 порти для двигунів із датчиком обертів; USB-порт для зв'язку з комп'ютером і під'єднання WiFi-адаптера; роз'єм для розширення пам'яті за допомогою SD-карта; підтримка карт до 32 Гб; РК-дисплей монохромний із роздільною здатністю 178 × 128 пікселів; USB 2.0; Bluetooth 2.1. Такий програмний блок може працювати від 6 батарейок або акумулятора.

Керувати таким роботом можна з усіх пристроїв, на яких встановлені такі операційні системи, як Windows, IOS та Android.

До набору, крім програмного блоку та деталей Lego Technic, входять великі сервомотори, середні сервомотори, датчик кольору, датчик відстані, датчик дотику, ІК-датчик та інфрачервоний маяк.

STEM-освіта та робототехніка в поєднанні з хмарними технологіями забезпечує підґрунтя для ефективного формування професійного

самовизначення і усвідомленого професійного вибору, особливо інженерних професій, через їх популяризацію, підтримку обдарованих учнів, рівний доступ до всіх напрямків якісної освіти дітей із особливими потребами, поширення інноваційного педагогічного досвіду та освітніх технологій, широкої пропаганди результатів дитячої науково-технічної творчості.

У всіх зазначених вище процесах фізика відіграє провідну роль, як основа науково-технічного прогресу людства та фундамент сучасної наукової картини світу (див. п. 1.3).

Атомна і ядерна фізика є найновішим розділом фізики. Тому ми вважаємо за доцільне включити в освітній процес з даного розділу окремі питання робототехніки та STEM-освіти (додаток В), як показують проведені нами дослідження (див. п. 1.4) впровадження хмарних технологій та реалізація освітнього процесу з атомної і ядерної фізики в умовах ХОНС значно розширюють можливості використання різноманітних навчальних ресурсів. В умовах ХОНС ідеї STEM-освіти ми пропонуємо реалізовувати через використання відеохостингу, що надає послуги розміщення відеоматеріалів.

Реалізовувати ідеї STEM-освіти та робототехніки в освітній процес атомної і ядерної фізики старшої школи ми радимо через побудову та удосконалення моделей реальних засобів та техніки, котра застосовується під час робіт на атомних електростанціях, де є ризик для людей. Визначений підхід до організації освітнього процесу з атомної і ядерної фізики не лише підвищить зацікавленість учнів до вивчення фізики, а й сприятиме реалізації дидактичного принципу зв'язку навчання з життям.

Прикладом застосування такої робототехніки є, робота з ліквідації Чорнобильської катастрофи, при цьому ми пропонуємо ознайомити учнів як з реальними роботами, що були задіяні на Чорнобильській атомній електростанції, а саме роботи МОБОТ-Ч-ХВ (рис. 2.21), МОБОТ-Ч-ХВ-2, СТР-1, FORESTERI, KAMATSU, так і з власноруч змодельованими за допомогою набору LEGO Mindstorms EV3 моделями.

Реалізація даного робота на базі конструктора LEGO Mindstorms EV3 наведено на рис. 2.22, в програмі LEGO Digital Designer – рис. 2.26.



Рис. 2.21. МОБОТ-Ч-ХВ



Рис. 2.22. Робот на базі набору LEGO Mindstorms EV3

Ще одним прикладом реалізації STEM-освіти на уроці фізики з розділу «Атомна і ядерна фізика» є побудова пристрою, який імітував роботу атомного реактора та завантаження в нього ТВЕЛів (рис. 2.23). Як відомо, ТВЕЛ – це один із елементів реактора, в якому знаходиться ядерне паливо та відбувається ділення ядер. Для зручності обслуговування ТВЕЛі об'єднують в тепловидільні збірки.



Рис. 2.23. Робо-рука для завантаження тепловидільних збірок до ядерного реактора

Отже, ми пропонуємо учням побудувати такий пристрій, який би імітував роботу завантаження атомного реактора тепловидільними збірками. Це дозволить зацікавити учнів проблемами ядерної енергетики та поглибити знання з будови атомного реактора, принципів його функціонування та обслуговування (додаток К).

З метою реалізації окреслених вище ідей впровадження в освітній процес з атомної і ядерної фізики засад STEM-освіти та робототехніки, ми вважаємо за

доцільне ознайомити учнів з рядом технічних характеристик робототехніки. Як показав проведений нами аналіз навчальних програм (див. п. 1.3; додаток А) кількість годин на опанування учнями атомної і ядерної фізики є не значним. Реалізовувати ідеї STEM-освіти серед учнів ми вважаємо за доцільне через позакласні і позашкільні заходи, конкурси, фестивалі, веб-квести, літні програми природничо-наукового, інженерно-технічного спрямування, діяльність дитячих наукових університетів тощо. Ми узагальнили досвід такої роботи у Добровеличківському районі, Кіровоградської обл., м. Кропивницький та м. Києва (додаток К) у частці використання робототехніки, як одного з елементів STEM-осіти.

Отже, для ефективного впровадження в освітній процес атомної і ядерної фізики в умовах ХОНС робототехніки ми пропонуємо:

- використання програмного засобу LEGO Digital Designer (рис. 2.24) для створення 3D-об'єктів на основі віртуального конструктора деталей LEGO. Для роботи з програмою її потрібно завантажити із офіційного сайту (ldd.lego.com/en-us) та встановити на комп'ютер;

- аналогічну версію LEGO Digital Designer надає ресурс Mecabricks (mecabricks.com) (рис. 2.25). Відмінність полягає в доступності Mecabricks, для її запуску не потрібне стороннє програмне забезпечення, лише браузер.

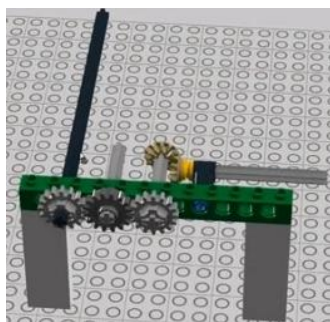


Рис. 2.24. Будівництво в LEGO Digital Designer

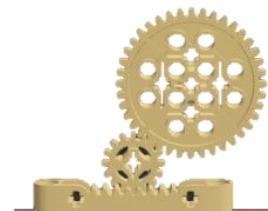


Рис. 2.25. Будівництво в Mecabricks

Тривимірні моделі LEGO Digital Designer (LDD) зберігаються у внутрішньому форматі LXF. Моделями можна обмінюватися і відкривати в наявній програмі моделі, розроблені іншими користувачами (рис. 2.26). На сайті LDD (<https://www.lego.com/en-us/ldd>) є галерея таких моделей з

можливістю пошуку за їх назвою і з правом безкоштовно скачати модель на свій комп'ютер.

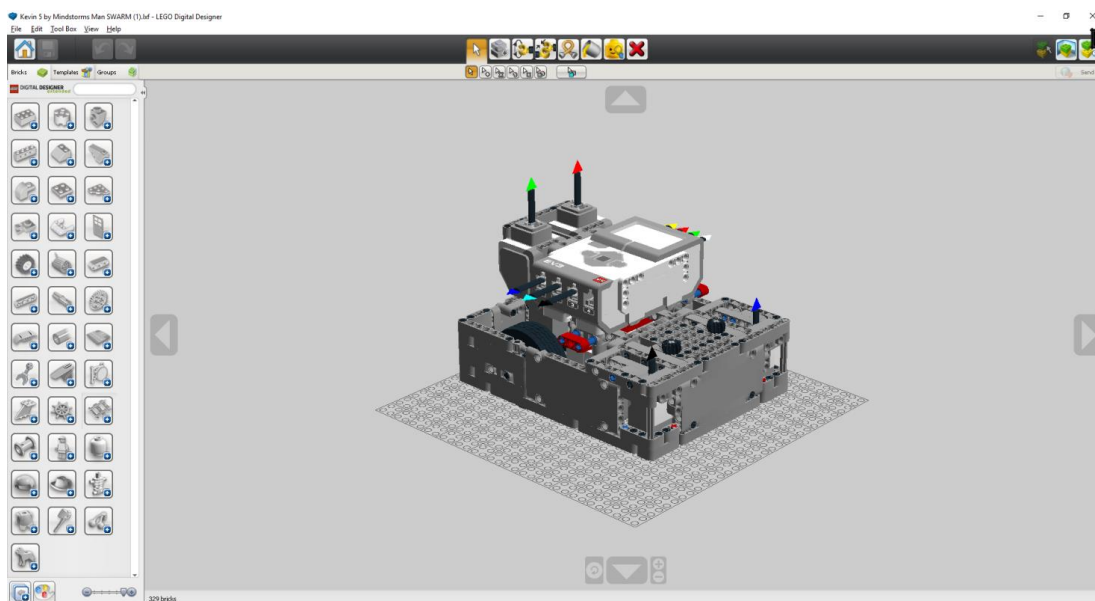


Рис. 2.26. Робоча область програми LEGO Digital Designer

Програма дозволяє зробити скріншот моделі в просту картинку PNG.

Передбачена можливість розбору моделей на компоненти (деталі) і подивитися процес створення моделі з нуля, що сприяє більш глибокому розумінню учнями процесів атомної і ядерної фізики, які моделюються за допомогою LEGO. Для реалізації окреслених можливостей використовується кнопка Building guide mode. Натиснувши її, треба почекати, поки програма зробить розбір. Потім вгорі по центру слід натискати стрілку для анімації кожного кроку збірки. У цьому вікні також передбачено зберігання всього процесу складання моделі у вигляді презентації, яка відкривається в браузері.

Під час вивчення на уроках фізики тем «Ядерні реакції», «Ядерний реактор», «Термоядерні реакції. Ядерна енергетика та екологія» та «Отримання і застосування радіонуклідів» на позаурочну роботу учням ми пропонуємо застосовувати для створення 3D-моделей та роботи з ними такі програмні середовища: Virtual Robotics Toolkit, Mindstorms EV3 Software, LEGO Digital Designer. Для закріплення вивчення теми «Ядерний реактор» учні створюють в програмному середовищі LEGO Digital Designer 3D-модель ядерного реактора.

Щоб забезпечити функціонування 3D-моделі використовується Mindstorms EV3 Software – середовище візуального програмування EV3-G. В даному

середовищі учні створюють програму, що забезпечує роботу рухомих частин 3D-моделі ядерного реактора.

Для об'єднання 3D-моделі та написаної для неї програми застосовується Virtual Robotics Toolkit (VRT) – багато функціональне програмне середовище для роботи з LEGO Mindstorms, що дозволяє тестувати роботу робота, подібно фактичній моделі, без потреби володіння ним, для цього потрібно імпортувати 3D-модель, яку можна створити в LEGO Digital Designer та завантажити програму, написану для робота мовою програмування EV3-G.

Основна особливість VRT – це можливість імпортувати власні 3D-моделі LEGO з будь-яким CAD-програмним забезпеченням на основі базового стандарту LDraw. Це означає, що користувач має змогу використовувати офіційний інструмент LEGO Digital Designer, або альтернативи, такі як MLCAD, для створення роботів або інших агрегатів, а потім легко імпортувати їх та перевіряти їх функціональність у VRT.

Робота в даних програмних середовищах учнів забезпечує унаочнення матеріалу, поєднання теоретичних знань та застосування їх на практиці та реалізовує принцип науковості.

Поєднання інноваційних технологій STEM-освіти в освітньому процесі атомної і ядерної фізики з хмаро орієнтованим навчальним середовищем, на нашу думку, забезпечує такі важливі аспекти, як:

- вільний доступ до бібліотек, репозитаріїв, колекцій навчальних матеріалів, сукупностей програм та різного роду даних;
- роботи з спеціалізованим програмним забезпеченням «хмари», доступ до якого є лише у користувачів закладу освіти, а саме сервіси моделювання, програмування, обчислень, конструювання, розв'язання навчальних задач;
- доступ до сервісів освітніх інформаційних мереж з різноманітними даними, електронними ресурсами і мережевими інструментами навчального призначення, що надаються учасникам загальнодоступної мережі.

І як наслідок, така сукупність даних, сервісів, засобів та додатків утворюють хмарну лабораторію STEM-освіти, що дозволить керувати різноманітними

засобами, пристроями та обладнанням через мережу. Це в свою чергу забезпечує інструментарій для опанування атомної і ядерної фізики в умовах ХОНС.

Отже, ХОНС значно розширює можливості учнів до опанування всіма компонентами STEM-освіти та робототехніки, що сприяє підвищенню мотивації та зацікавленості в учнів до навчання атомної і ядерної фізики, покращення рівня теоретичних знань (додаток К), розвитку уміння учнів використовувати хмарні сервіси для виконання особистісних і суспільно значущих завдань та проектів; вміння використовувати у процесі навчання атомної і ядерної фізики різноманітних програмних засобів; вироблення навичок як самостійності так і колективної співпраці та навчальної комунікації, посилює зв'язок навчання атомної і ядерної фізики з реальним життям.

Невід'ємним атрибутом впровадження хмарних та STEM-технологій є навички організації спільної роботи суб'єктів в навчальному середовищі, що забезпечує зростання продуктивності в роботі, дозволяє використовувати в комплексі інтегровано різні засоби, а також значно розширює умови для співпраці та взаємодії, колективної роботи в середовищі, системності та систематизації діяльності; оцінювання і самооцінювання результатів діяльності учнів старшої школи при навчанні атомної і ядерної фізики.

2.3.3. Модернізація системи експерименту в освітньому процесі атомної і ядерної фізики у хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Фізика – експериментальна наука. Тому ця її риса визначає низку специфічних завдань шкільного курсу фізики. Завдяки навчальному фізичному експерименту учні оволодівають досвідом практичної діяльності людства в галузі здобуття фактів та їх попереднього узагальнення на рівні емпіричних уявлень, понять і законів. За таких умов він виконує функцію методу навчального пізнання, завдяки якому в свідомості учня утворюються нові зв'язки і відношення, формується суб'єктивно нове особистісне знання. Саме тому навчальний фізичний експеримент найефективніше проявляється через діяльнісний підхід до навчання фізики [69–71].

Прямі експерименти з атомної і ядерної фізики (додаток А.6) в умовах обладнання закладів загальної середньої освіти поставити досить складно. На

нашу думку, реалізацію принципу науковості під час навчання питань атомної та ядерної фізики на належному рівні забезпечить використання комп'ютерного моделювання, яке є одним з ефективних методів навчання складних для прямого спостереження систем. Крім того, комп'ютерне моделювання є інноваційним методом навчання фізики, спрямованим на розвиток інтелектуальних здібностей суб'єктів навчання, формування мотивації до процесу оволодіння знаннями через посилення інтересу до опанування атомної і ядерної фізики, формування різних типів мислення та активізації навчально-дослідницької діяльності (додаток К).

Для досягнення розуміння учнями відмінних від класичних уявлень понять атомів, ядер, під час навчання розділу «Атомна і ядерна фізика», ми пропонуємо спочатку ознайомити їх з таблицею відомих легких ядер, яка наведена на рис. 2.27. Ця таблиця обговорювалась на науковому симпозіумі Дубнінського Об'єднаного інституту ядерних досліджень у м. Ялті у 1972 р. і одержала схвалення.

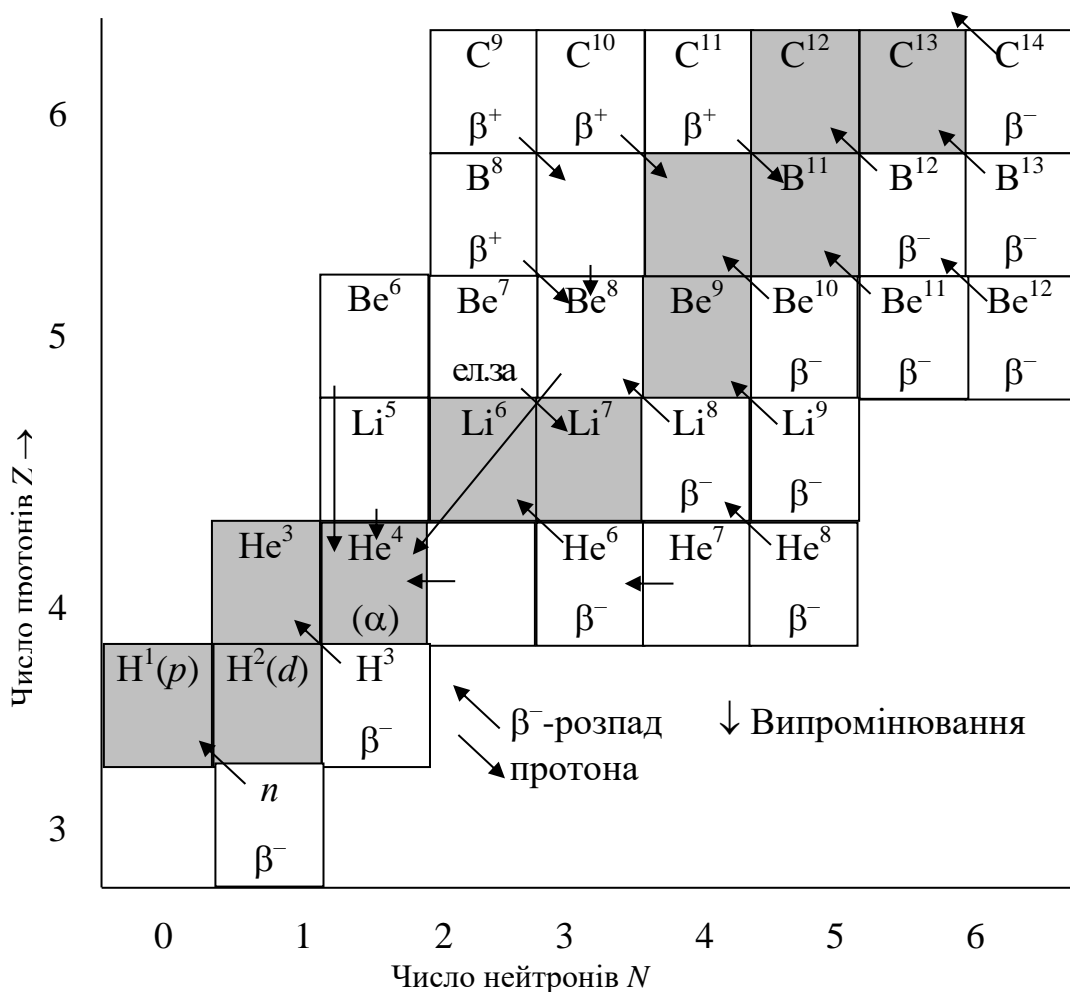


Рис. 2.27. Таблиця ядер легких елементів

У методичних дослідженнях навчання фізики [36; 87] у старшій школі вона не розкрита, до змісту підручників [9; 34; 38; 81] також не входить (додаток А.3). Хоча така таблиця дає цілісну і наочну картину про ядра.

Після ознайомлення учнів з приведеною таблицею переходимо до опанування повної таблиці-діаграми, яка містить більше 1600 клітинок: близько 330 природних ізотопів, з яких 260 стійких і майже 1300 штучних та створених у лабораторних умовах ізотопів за допомогою авторського програмного продукту «Карта ізотопів» [1], який ми пропонуємо помістити для вільного доступу учнів в хмаро орієнтованому навчальному середовищі (moodle.kspu.kr.ua).

Програма «Карта ізотопів» [1] призначена для моделювання місця знаходження ізотопів хімічних елементів на графіку в залежності від числа протонів і числа нейтронів (рис. 2.28). За допомогою цієї програми ми одержали наочне зображення хімічного елементу в системі координат NOZ та

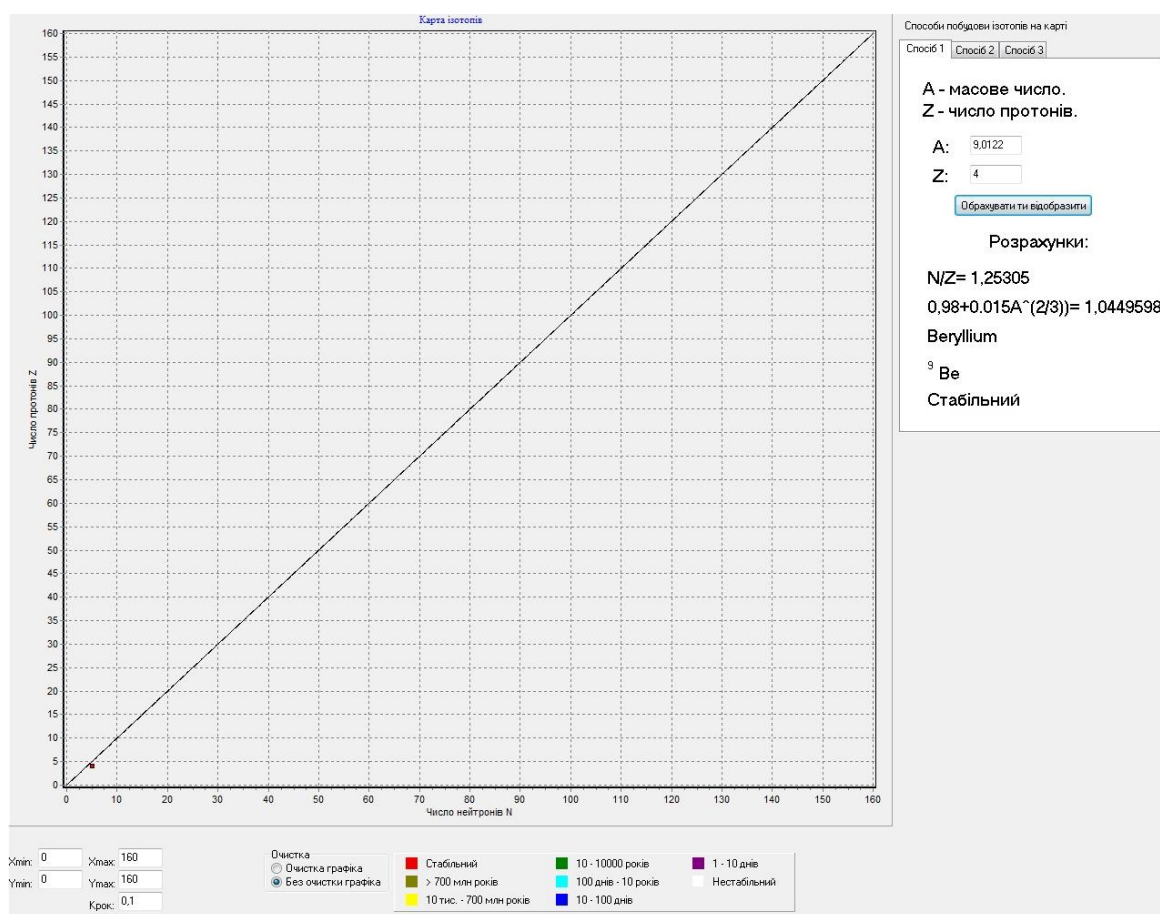


Рис. 2.28. Область побудови графіка

розрахунок відношення числа нейтронів до числа протонів $\frac{N}{Z}$. Такий підхід сприяє науковому і наочному викладу теми про будову і властивості ядер, кращому засвоєнню знань та підвищенню інтересу до цієї теми (додаток К).

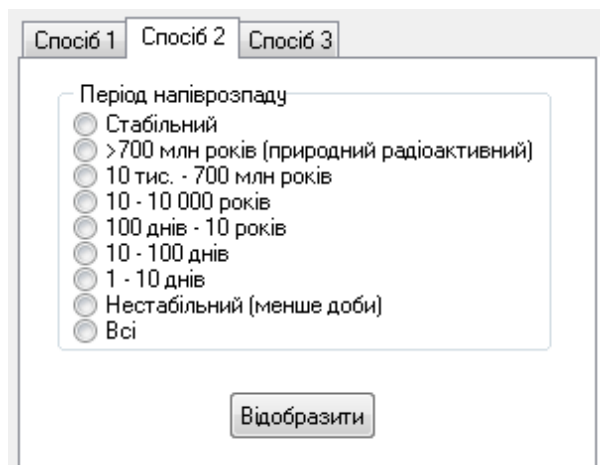


Рис. 2.29. Періоди напіврозпаду

В програмі реалізовано три способи побудови графіка (рис. 2.29).

Запустивши програму, ми можемо спостерігати область, в якій будемо будувати графік. Визначаємо вкладки способів побудови, до яких додаємо елементи для вхідних і вихідних даних й кнопки побудови графіків і проведення обчислень. Також передбачаємо

можливу зміну масштабу графіка через введення у відповідні поля максимальних і мінімальних значень x та y координат й крок між двома сусідніми значеннями (рис. 2.30). Побудова графіку дозволяє кожного разу

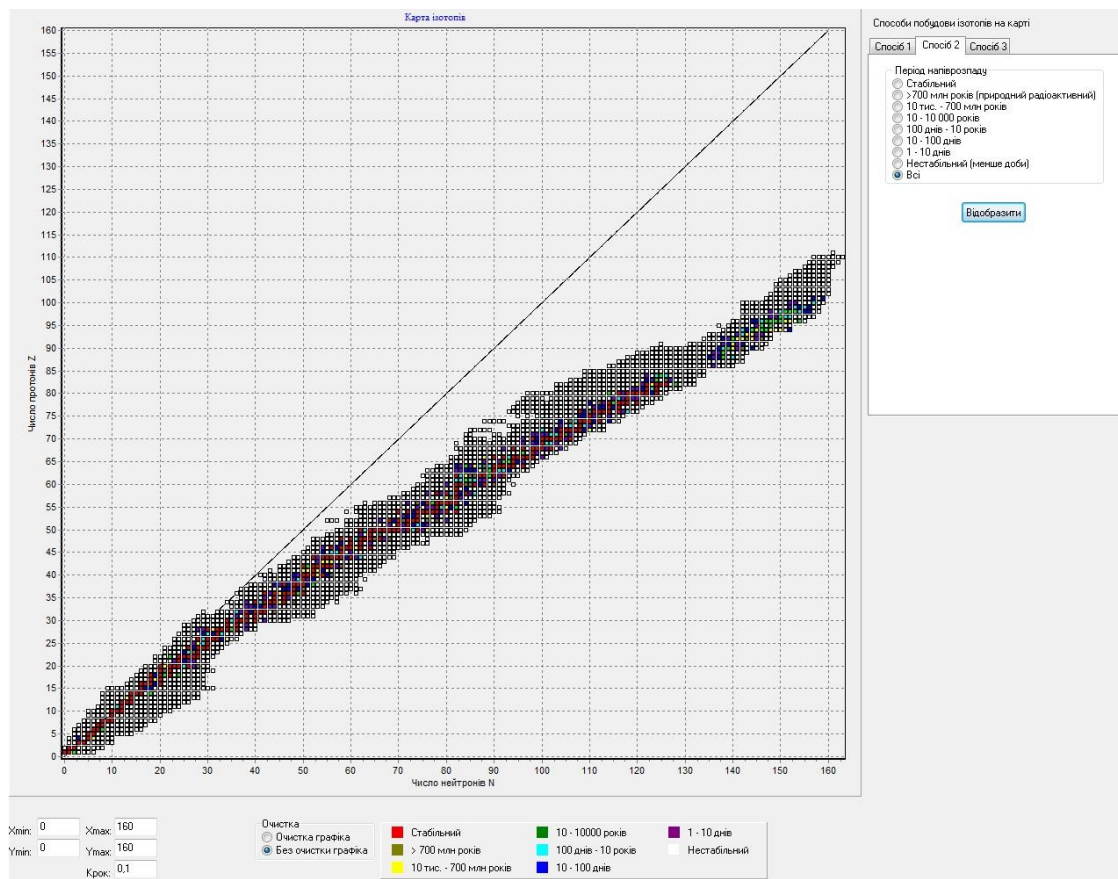


Рис. 2.30. Приклад побудови всіх груп ізоотопів

очищати попередні значення, або залишати попередні значення на графіку з окремим виділенням кольором, шрифтом тощо. Така функція представлена в вигляді двох перемикачів. Визначаємо кнопку очистки графіка. Наочно представлені кольорові позначки груп ізотопів, на які вони поділяються за періодами напіврозпаду. Кожний ізотоп при побудові на графіку приймає свій колір групи, до якої він відноситься.

Перший спосіб. У відповідні поля вводяться значення масового числа A і число протонів Z ізотопу хімічного елементу. Натиснувши на кнопку «Обрахувати та відобразити», за цими даними будується графік (рис. 2.28), який показує місце розташування хімічного елементу в долині стабільності. Розраховується параметр $\frac{N}{Z}$, відношення числа нейтронів до числа протонів, за якими можна судити про співвідношення протонів і нейтронів, і відповідно впливає величина стабільності хімічного елементу. Для найбільш стабільних виконується умова $N \approx Z$. Заносяться дані про хімічний елемент, вказується назва ізотопів, а також вказується період напіврозпаду.

Другий спосіб. Кожен ізотоп довільного хімічного елементу має період напіврозпаду. За періодом напіврозпаду всі ізотопи ми поділили на вісім груп:

- Стабільний;
- > 700 млн. років (природний радіоактивний);
- 10 тис. – 700 млн. років;
- 10 – 10000 років;
- 100 днів – 10 років;
- 10 – 100 днів;
- 1 – 10 днів;
- Нестабільний.

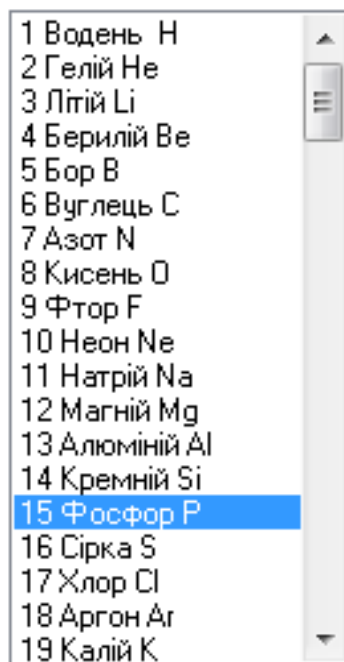
Цей спосіб дає змогу відобразити групу ізотопів (рис. 2.29) та всі групи ізотопів одночасно (рис. 2.30).

Для побудови долини необхідно вибрати зі списку потрібний період напіврозпаду і натиснути кнопку «Відобразити». На графіку з'являться всі ізотопи

з вибраним періодом напіврозпаду. Використовувати дані графіки можна при навчанні матеріалу фізики атомного ядра та особливостей систематики ядер.

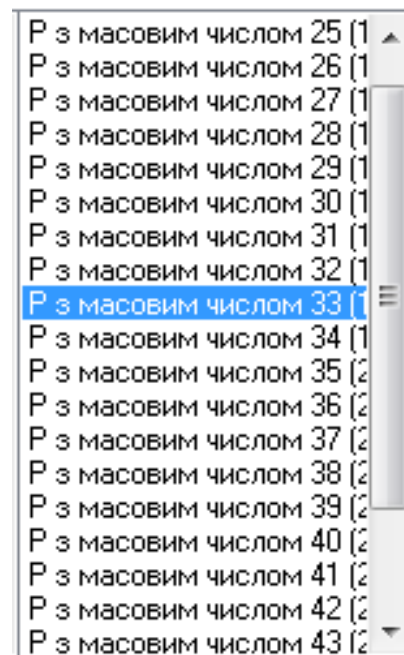
Третій спосіб. Дає змогу будувати ізотопи на графіку, вибираючи їх зі списку. Є два списки: в одному записані хімічні елементи (рис. 2.31), а в іншому – в порядку збільшення числа протонів p (рис. 2.32). Вибравши потрібний хімічний елемент і натиснувши кнопку «Відобразити список» в іншому списку, з'являється список ізотопів даного хімічного елементу (рис. 2.32) ізотопи в цьому списку впорядковані зі збільшенням числа нейтронів. Вибравши ізотоп зі списку і натиснувши відповідну кнопку «Відобразити» цей ізотоп з'являється на графіку (рис. 2.33). Автоматично буде обраховане відношення числа нейтронів до числа протонів $\frac{N}{Z}$ даного ізотопу.

Список хімічних елементів



Відобразити список

Список ізотопів вибраного хімічного елементу



Відобразити

Рис. 2.31. Список хімічних елементів Рис. 2.32. Список ізотопів вибраного хімічного елемента

Отже, організоване у хмаро орієнтованому навчальному середовищі навчання розділу «Атомна і ядерна фізика» з використанням змодельованих ізотопів хімічних елементів забезпечує процес формування у суб'єктів навчання уявлень про класифікацію атомних ядер та долину стійкості ядер.

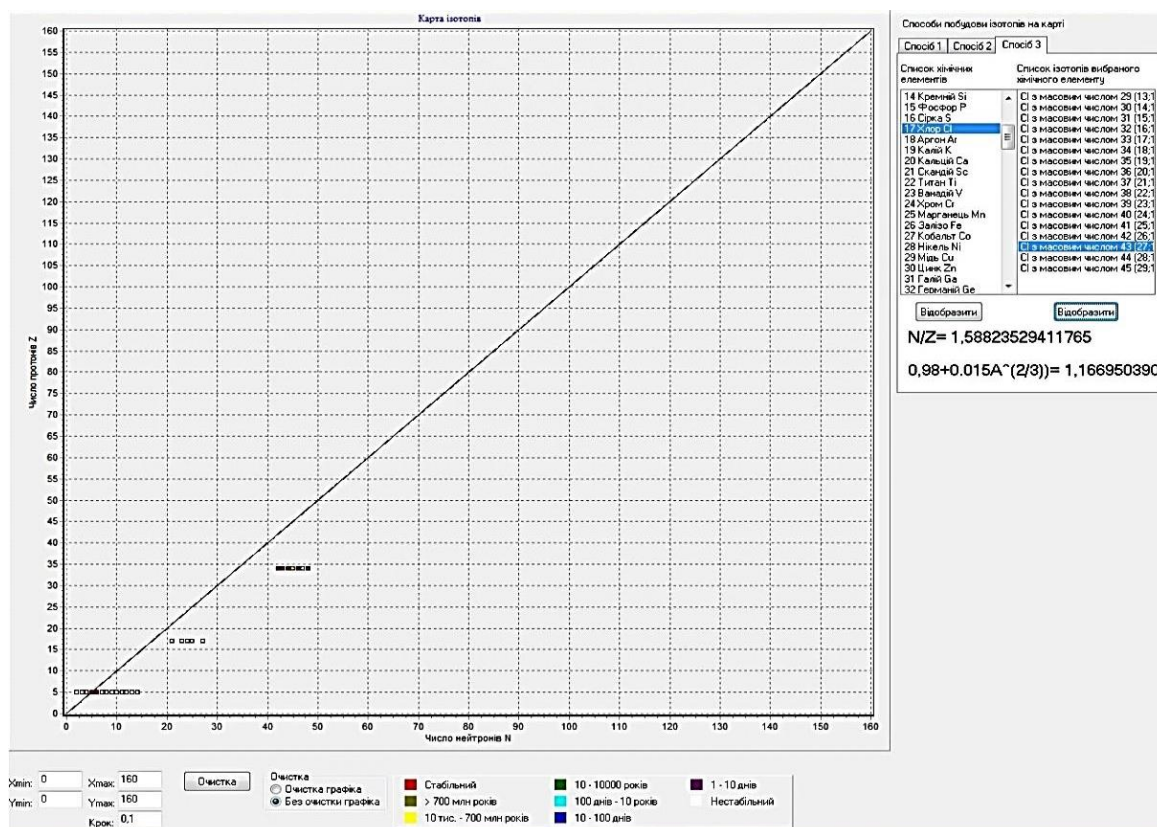


Рис. 2.33. Приклад побудови ізотопів хімічного елемента зі списку

Для системи Moodle та організованого в ній ХОНС атомної і ядерної фізики існують модулі, які дозволяють додавати Java-application, комп'ютерні програми створені мовою програмування Java. Особливістю є те, що ці програми виконуються у вікні браузера і не залежать від операційної системи встановленої на комп'ютері. Java-application можна створювати самостійно, або ж обрати потрібний застосунок із бібліотеки The AAPT ComPADRE Digital Library, VirtuLab, Wiley, Open Source Physics чи PhET Interactive Simulations (рис. 2.34).

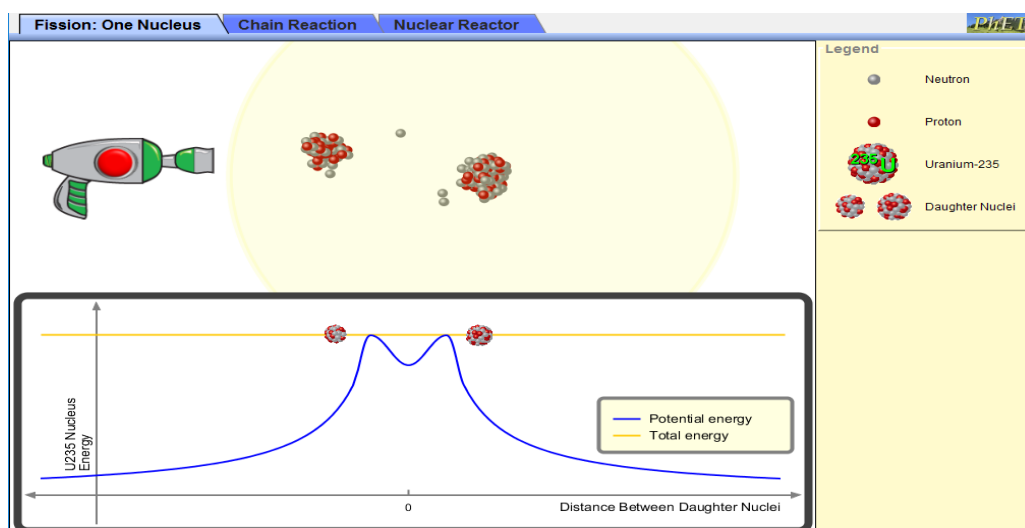


Рис. 2.34. Програма «Nuclear fissions» із бібліотеки PhET Interactive Simulations

Програма «Nuclear fissions» [133] із бібліотеки PhET Interactive Simulations дозволяє експериментально ознайомити учнів з поділом ядра Урану-235 в результаті захоплення нейтрона. Нейтрон, влучаючи в ядро Урану-235, сильно його деформує, і воно починає витягуватись та нагадувати форму еліпсоїда. Після чого розділяється на два уламки, які розлітаються завдяки кулонівській силі. Ядра-уламки миттєво повертаються до сферичної форми. Процес поділу ядра супроводжується також випусканням нейтронів, що забирають із собою надлишок потенціальної енергії та випромінюється γ -квант. Крім цього, дана програма під час протікання процесу поділу ядра демонструє на графіку залежність енергії дочірніх ядер від відстані, на яку вони розлітаються.

До програми «Nuclear fissions» [133] також включено демонстрацію ланцюгової реакції розпаду та ядерного реактора, які мають більш експериментальний характер. У ланцюговій реакції задається кількість ядер з комбінації Урану-235 та Урану-238, які прийматимуть у ній участь. Загальна кількість комбінацій ядер, що будуть знаходитись в робочій області програми не може перевищувати 100. Аналогічно до демонстрації поділу випускається нейтрон, який і запускає реакцію поділу. На інформаційній панелі відображається у відсотках кількість ядер Урану-235, які взяли участь у поділі (рис. 2.35). А в демонстрації «Ядерний реактор» відтворюються процес поділу Урану-235 в реакторі та за допомогою графіків унаочнюється кількість енергії, яка виділилась в результаті реакції.

Даний фізичний експеримент забезпечує формування в суб'єктів навчання уявлень про процес ланцюгової реакції, її залежність від коефіцієнту розмноження ізотопів Урану та принципу роботи ядерного реактора.

Демонстраційна модель реакцій, які протікають в атомному ядрі та експериментальне дослідження ланцюгової реакції забезпечує спостереження, вивчення та обробку результатів дослідження фізичних явищ і процесів в атомному ядрі, що сприяє підвищенню рівня активації розумової діяльності учнів (додаток К).

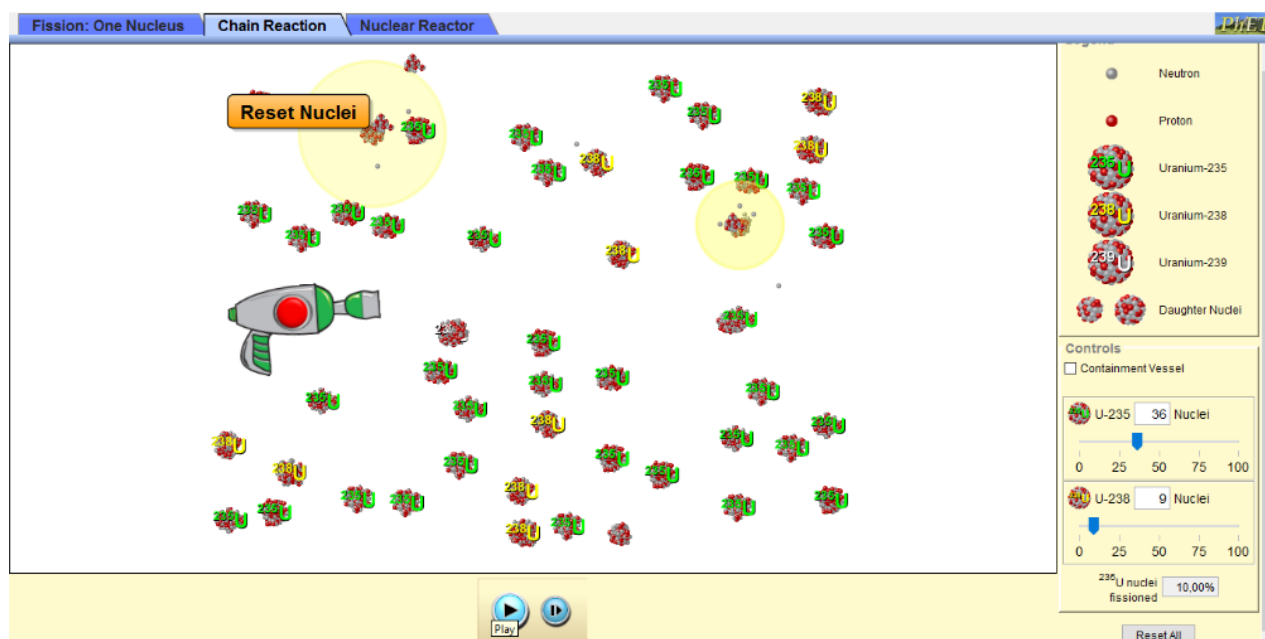


Рис. 2.35. Демонстрація реакції поділу в програмі Nuclear fissions із бібліотеки PhET Interactive Simulations

Модуль EJSApp для Moodle дозволяє декільком користувачам одночасно працювати з обраним Java-application, програма буде надана для перегляду всім користувачам у спільній сесії. Завдяки чому активізується діяльність усіх суб'єктів навчання, формується вміння співпрацювати, розвиваються навички взаємодопомоги та колективізму, реалізовується прагнення до спілкування, виконання більшого об'єму роботи, що в свою чергу, приводить до якісного засвоєння знань, формування умінь з атомної і ядерної фізики.

На рис. 2.36. показано інтерфейс користувача комп'ютерної програми для демонстрації Борівської моделі атома у хмаро орієнтованому середовищі GlowScript [127], створеної за допомогою мови програмування Python з використанням бібліотеки Visual.

Репродуктивний характер даної моделі забезпечує експериментальне відтворення постулатів Бора, які доповнюють планетарну модель атома, що дає змогу сформуванню представлення про модель атома, квантові стани, випромінювання енергії електроном та більш глибоко засвоїти матеріал з теми (додаток К).

Даний клас програмного забезпечення носить назву віртуальних лабораторій, які призначені для імітації процесу реального експерименту.

Метою роботи учнів у таких лабораторіях є проведення всього спектру фізичних досліджень, які неможливо відтворити в реальному експерименті з атомної і ядерної фізики.

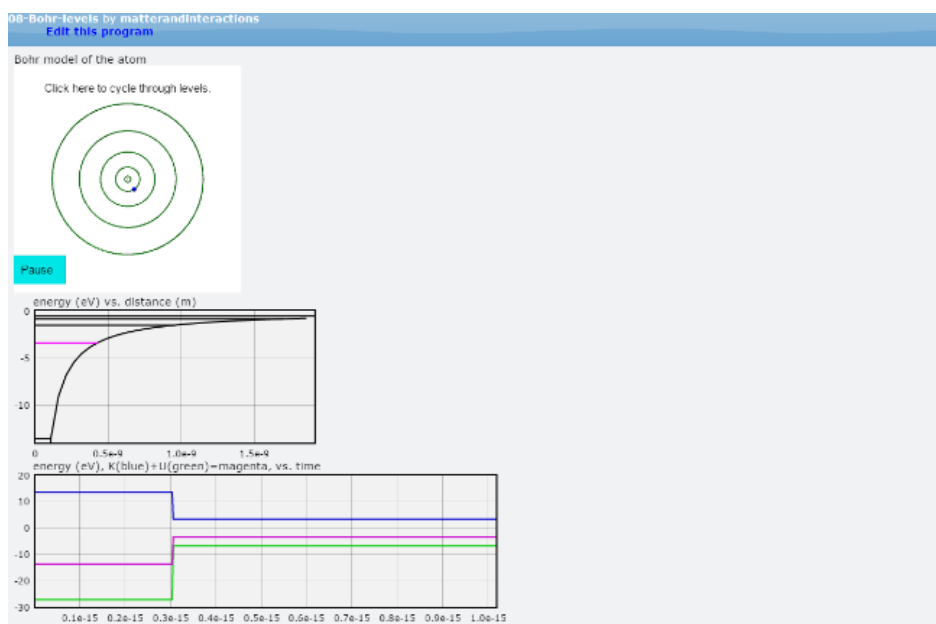


Рис. 2.36. Інтерфейс користувача комп'ютерної програми у VRPython для демонстрації «Борівська модель атома»

Нами проаналізовано 30 найбільш індексованих у пошуковій системі Google віртуальних бібліотек застосунків (додаток 3). Віртуальні демонстрації з теми «Історія вивчення атома. Ядерна модель атома. Квантові постулати Н. Бора» представлені в 19 бібліотеках, «Випромінювання та поглинання світла атомами. Атомні і молекулярні спектри» – 7, «Радіоактивність. Природна і штучна радіоактивність. Види радіоактивного випромінювання» – 8, а темам «Елементарні частинки. Загальна характеристика елементарних частинок», «Класифікація елементарних частинок. Кварки. Космічне випромінювання» вузько представлені лише в 2 віртуальних бібліотеках, не приділяючи уваги стадіям розвитку Всесвіту.

З метою формування у суб'єктів навчання сучасної наукової картини світу нами розроблена програма «Теорія Великого вибуху» [2] на основі мови програмування Action Script 3.0 в середовищі Adobe Flash Professional CC. Комп'ютерна програма дозволяє переглянути періоди розвитку Всесвіту за однією з космологічних моделей, яка носить назву «Великий вибух».

Програма за своєю структурою розділена на розділи, у відповідності до умовних періодів розвитку Всесвіту (рис. 2.37).

Кожен із періодів наповнений властивими йому частинками, які за нашим задумом інтерактивні – при наведенні курсору вони збільшуються та відображається їх назва, що дозволяє дослідити конкретний період та сприяє в подальшому розвитку дослідницької діяльності учнів (рис. 2.38).



Рис. 2.37. Періоди розвитку Всесвіту

Також інформаційною складовою програми є панель фізичних характеристик: час, енергія, температура, що притаманні для кожного періоду.

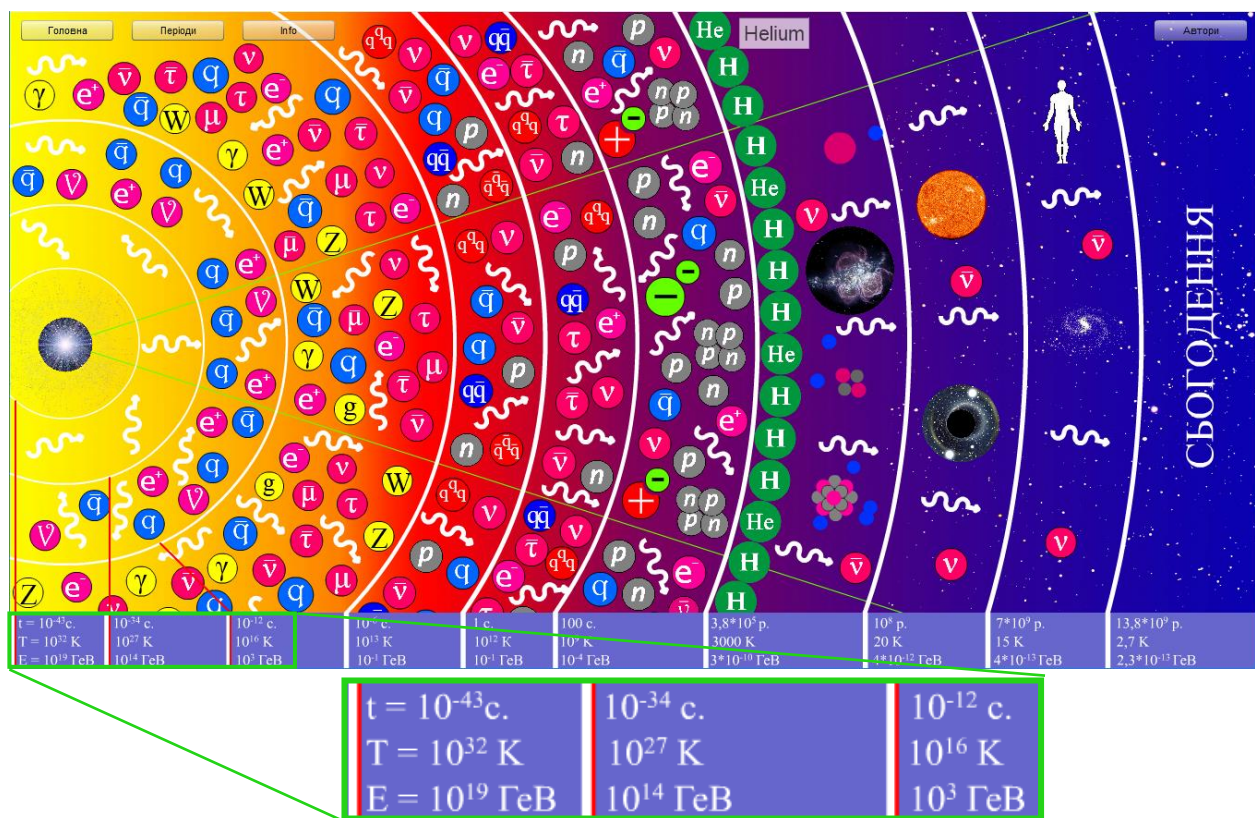


Рис. 2.38. Вікно програми «Теорія Великого вибуху» з інформаційною панеллю

Технічно відображення чи вилучення інформаційної панелі відбувається за допомогою кнопки «Info». Кнопка «Періоди» забезпечує детальний

інформаційний матеріал визначений для окремо взятого періоду. При допомозі кнопок «Назад» і «Вперед» (рис. 2.39), реалізується перехід від одного до іншого періоду, що є зручним при їх навчанні окремо. Кнопка «Головна» повертає до основного режиму перегляду періодів. Робота в даній програмі формує у суб'єктів навчання дослідницькі компетентності, підвищує якість знань з атомної і ядерної фізики (додаток К).

Інформаційно-довідниковий елемент програми «Теорія Великого вибуху» спонукає учнів до детального дослідження як окремо взятої частинки, так і періоду в цілому, працюючи як в індивідуальному режимі, так і колективно. Динамічність програми дає змогу розглядати розвиток Всесвіту, що в поєднанні з ХОНС забезпечує активізацію пізнавальної діяльності, виробляє прагнення до вивчення більш широкого кола фізичних явищ; повторення фізичних законів, понять і визначень; сприяє узагальненню і систематизації знань з атомної і ядерної фізики.

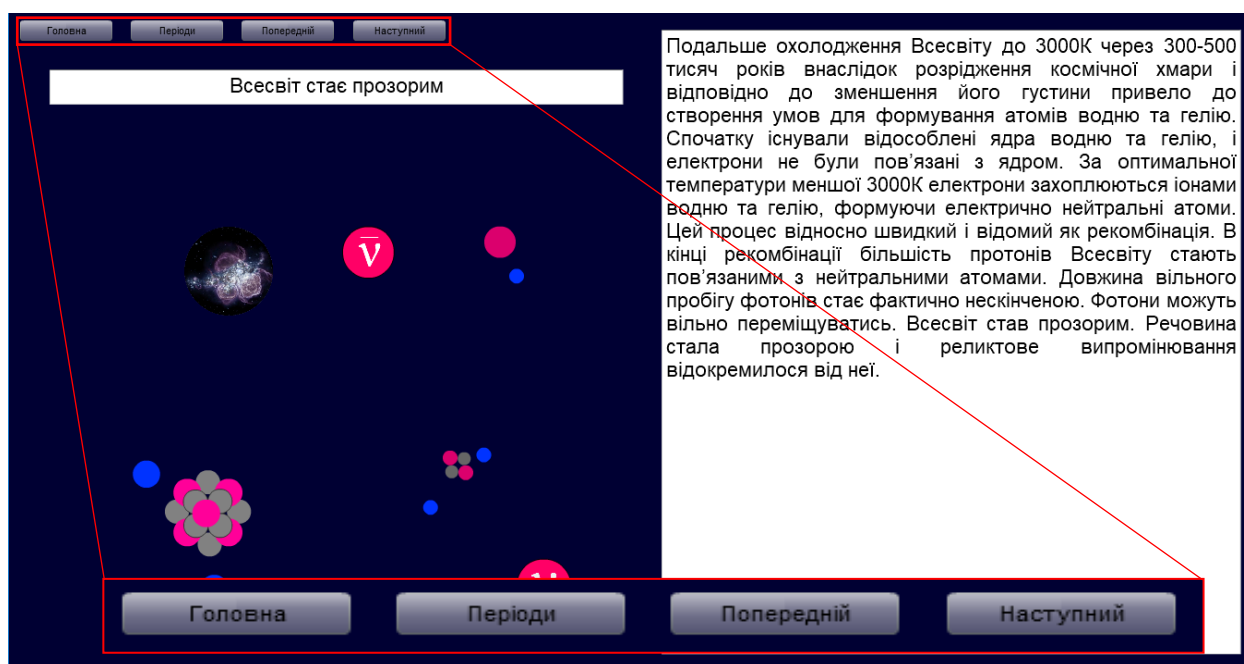


Рис. 2.39. Відтворення одного із періодів розвитку Всесвіту в програмі «Теорія Великого вибуху»

Застосування комп'ютерної програми «Теорія Великого вибуху» в хмаро орієнтованому навчальному середовищі з атомної і ядерної фізики, шляхом самостійного (або колективного) опрацювання представленого матеріалу, реалізовується під час навчання теми «Класифікація елементарних частинок.

Кварки. Космічне випромінювання» та формує в суб'єктів навчання дослідницьку компетентність, розкриває можливість пізнання становлення Всесвіту, взаємозв'язок і взаємообумовленість явищ та матеріальну єдність Всесвіту (додаток К).

Використання хмаро орієнтованого навчального середовища при навчанні атомної і ядерної фізики відкриває нові перспективи в удосконаленні організації освітнього процесу та зацікавленості учнів у якісному опануванні предмету, сприяє активізації розумової діяльності, підвищує мотивацію до навчання, а також реалізовує міжпредметні взаємозв'язки між фізикою та інформатикою.

2.4. Використання хмаро орієнтованого навчального середовища з атомної і ядерної фізики для оцінювання знань учнів за допомогою тестового контролю знань

Сучасні соціально-економічні умови розвитку суспільства вимагають від суб'єктів навчання володіння знаннями атомної і ядерної фізики на високому рівні, що в свою чергу передбачає реформування змісту освіти, її розбудови.

Одним із чинників, що впливає на якість здобутої учнями освіти є контроль та діагностика знань [37]. Тому важливими складовими системи освіти є як організація освітнього процесу з атомної і ядерної фізики старшої школи, так і способи контролю знань суб'єктів навчання.

Міцність знання учнів взагалі, і з атомної і ядерної фізики зокрема, з психологічної точки зору характеризується пам'яттю [37]. Відомо, що для пам'яті людини властива здатність втрачати інформацію, або забувати. З метою запобігання такому негативному психологічному явищу, потрібно регулярно поновлювати знання школярів, для чого добре себе зарекомендовує проведення своєчасного діагностування рівня засвоєння навчального матеріалу учнями за допомогою засобів хмаро орієнтованого навчального середовища.

Педагогічне тестування – форма оцінювання знань, умінь, навчальних досягнень, компетентності учнів за допомогою тестів [18].

Тестова технологія перевірки знань все більше впроваджується в освіту. Як зазначає В. С. Аванесов, тестове завдання є одним з видів педагогічного завдання, яке можна визначити як засіб інтелектуального розвитку, освіти і навчання [3].

Ми погоджуємось з думкою В. С. Аванесова, який трактує педагогічний тест як сукупність завдань рівномірно зростаючої складності, певного змісту та специфічної форми, що дозволяє якісно та ефективно оцінити структуру та виміряти рівень знань, вмінь та навичок тих, хто навчається [3].

Розрізняють [3; 43] три основні види тестувань: вхідне, поточне та підсумкове (додаток Е). Саме їх ми пропонуємо використовувати у процесі навчання атомної і ядерної фізики в ХОНС.

Вхідне педагогічне тестування спрямоване на з'ясування рівня володіння учнями базовими знаннями, уміннями і навичками з атомної і ядерної фізики (табл. 2.1) та їх готовність до сприймання нового матеріалу.

Поточний контроль передбачає перевірку якості засвоєння знань з атомної і ядерної фізики у процесі навчання конкретних тем (табл. 2.1). Його основне призначення полягає в оперативному виявленні якості засвоєння учнями знань і умінь, визначенні ефективності навчальної діяльності на уроці [43].

Педагогічні тести під час поточного контролю можна розділити на дві групи: діагностичні та коригуючі (додаток Е). Коригуючий тест характеризується корекційним балом, перевищення якого свідчить про потребу в корекції знань учня з атомної і ядерної фізики [3]. Завдяки корекційним тестам можна виявити прогалини в знаннях учнів та вибудувати стратегії в їх корекції. Коригувальний тест може включати в себе зміст однієї, або навіть декількох тем, для виявлення прогалин в знаннях учня.

Діагностичний тест спрямований, в свою чергу, на виявлення причин прогалин в знаннях з атомної і ядерної фізики. Такі тести слабо варіюються в змісті своїх завдань і розраховуються за формою подання на відстеження етапів корегувального тесту, що і дозволяє виявити труднощі та причини стійких помилок [3] (додаток К).

На нашу думку, уникнути проведення діагностичних тестів можливо за допомогою поєднання комп'ютерної генерованості порядку завдань та відповідей у них з групуванням завдань у навчальні модулі з атомної і ядерної фізики [110]. В такому випадку корекцію знань можна буде проводити негайно тому, що після чергового пропуску за допомогою комп'ютера вчитель, або ж учень самостійно, зможе визначити в якому модулі у нього прогалини в знаннях.

Метою підсумкового тестування є оцінювання результатів навчання. В. С. Аванесов додатково виділяє в підсумковому тестуванні: критеріально-орієнтований та нормативно-орієнтований підходи [3].

Критеріально-орієнтоване тестування спрямоване на визначення підготовленості учнів з певного модулю або ж розділу в цілому.

Головне використання критеріально-орієнтованого тестування – це надання інформації, на підставі якої можна було б зробити однозначний висновок щодо навчальних досягнень учня. При цьому не ставиться за мету і не здійснюється порівняння навчальних досягнень, здібностей окремих осіб в даній групі або окремих груп [3].

В свою чергу критеріально-орієнтовані тести поділяються на визначення індивідуального рівня досягнень та кваліфікаційні тести.

У кожній навчальній програмі [69–71] зазначається зміст навчання, обсягом якого повинен оволодіти учень за період вивчення певного змістового модуля або розділу. Цей обсяг засвоєного матеріалу визначає критеріально-орієнтований індивідуальний тест. Об'єм знань, які потрібно показати в тесті, приймається за 100 %. Рівень навчальних досягнень учня також можна відобразити у відсотках.

Кваліфікаційний тест слугує для розділення учнів на групи, які поділяються в залежності від рівня засвоєного обсягу матеріалу. Для такого виду тестування заздалегідь встановлюється критеріальний бал, який і слугує орієнтиром для розподілу учнів за групами. Наприклад, за допомогою такого тесту можна розділити учнів на групи, які повністю оволоділи знаннями з

атомної і ядерної фізики, тих, кому потрібно поглибити або розширити та тих, кому потрібно повторне опрацювання та роз'яснення вивченого матеріалу.

Нормативно-орієнтовані тести покликані упорядкувати учнів за рівнем їх підготовки. Такі тести дозволяють порівнювати знання учнів між собою. Результатом таких тестувань може бути, що всі учні погано виконали тест і отримали низькі бали. Але, в такому випадку можливо упорядкувати тих, хто отримав низькі бали, а хто – ще нижчі. Інколи можуть попадати завдання легкі, й всі учні на них будуть давати вірну відповідь. І навпаки, коли завдання заважке, і всі виконують його невірно [3]. Такі завдання не дозволять провести упорядкування, тому ці завдання потрібно видалити з тесту. Якщо тест складають завдання, які всі учні виконують вірно, або ж, невірно, то такий нормативно-орієнтований тест не працює. Можливо такий тест буде працювати краще як критеріально-орієнтований.

Також слід зазначити, що нормативно-орієнтовані тести направлені на використання, наприклад, в конкурсних відборах кандидатів для навчання, а не для поточної перевірки знань учнів.

На нашу думку, на уроках з атомної і ядерної фізики (див. п. 2.2), коли потрібно оцінити знання теоретичного матеріалу та застосування цих знань на практиці, тобто розв'язування задач, виконання практичних та лабораторних робіт, доцільно використовувати коригуючий тест в поточному контролі та критеріально-орієнтоване тестування в підсумковому контролі. Так як воно заощаджує час за рахунок невеликої тривалості та дозволяє оцінити знання кожного учня. З розвитком ІКТ та появою хмарних сервісів з'явилася можливість (див. п. 1.4) створення хмаро орієнтованого навчального середовища, одним із пріоритетних завдань якого і є організація оцінювання знань учнів із автоматичною перевіркою. Таке тестування завдяки автогенерації розміщення завдань та відповідей на них дозволить зменшити відсоток списування та вгадування. Працювати в хмаро орієнтованому навчальному середовищі на уроці у процесі навчання атомної і ядерної фізики можна з будь-якого пристрою.

Для організації тестування з атомної і ядерної фізики у ХОНС, перш за все, потрібно ввести інформацію про тест та встановити додаткові параметри тесту. Сторінка з параметрами тесту схожа до сторінки з параметрами для курсу, всі параметри для зручності розбиті на групи та мають за замовчуванням вже встановлені властивості, тому не є обов'язковим налагодження всіх параметрів для тесту. До групи «Загальне» відносяться два параметра: назва та опис. У назві вказується назва тесту, яка буде відображатися для учнів, наприклад «Історія вивчення атома. Ядерна модель атома. Квантові постулати Н. Бора. (Досліди Д. Франка і Г. Герца). Енергетичні стани атома». Під час навчання атомної і ядерної фізики в ХОНС назви тестів повинні відповідати назві теми, що вивчається відповідно до змісту навчального матеріалу шкільного курсу атомної і ядерної фізики (табл. 2.1). Цей параметр є обов'язковим.

В освітньому процесі з атомної і ядерної фізики є можливість використання всіх параметрів «Вибір часу»: коли тест буде доступний для виконання; обмежити час виконання тесту; встановити дію, яка буде виконуватись при завершенні тесту, за замовчуванням встановлено, що розпочата спроба виконання буде автоматично завершена, крім цього є варіанти, в яких буде надано пільговий час та варіант, коли відповіді не відправлені, і час завершився, вони враховуватись не будуть. Коли час спливає встановлено «Надається пільговий час...», тоді існує ще один параметр, в якому і встановлюється цей додатковий час (рис. 2.40).

Вибір часу

Почати тестування ?	18 ▾	квітень ▾	2018 ▾	08 ▾	00 ▾	<input checked="" type="checkbox"/> Включити
Завершити тестування	18 ▾	квітень ▾	2018 ▾	16 ▾	00 ▾	<input checked="" type="checkbox"/> Включити
Обмеження в часі ?	45	хвилин(а) ▾	<input checked="" type="checkbox"/> Включити			
Коли час спливає ?	Початі спроби будуть закінчуватися автоматично					
Пільговий період подання ?	0	хвилин(а) ▾	<input type="checkbox"/> Включити			

Рис. 2.40. Група параметрів «Вибір часу»

Досить важливим для організації діагностування знань учнів з атомної і ядерної фізики є група «Оцінка», яка має наступні параметри: категорія оцінки,

прохідний бал, дозволено спроб, метод оцінювання. Категорія оцінки – параметр, що визначає категорію в «Журналі оцінок», в яку буде розміщено оцінку діяльності. «Прохідний бал» визначає мінімальну оцінку для проходження тесту. Параметр «Дозволено спроб» визначає кількість дозволених спроб на виконання тест. Даний параметр може прийняти значення від 1 до 10, та необмежену кількість разів. І останній параметр «Метод оцінювання», працює в тому разі, коли властивість попереднього параметра налаштована на проходження тесту декілька разів, встановлює метод визначення фінальної оцінки. Це може бути краща оцінка – до журналу оцінок відправляється кращий результат проходження тесту, середня оцінка – обраховується середнє арифметичне з усіх оцінок за тест, перша спроба – всі інші спроби ігноруються, остання спроба – всі спроби крім останньої ігноруються. Вибір параметру «Оцінка» залежить від дидактичної мети, що висувається до тестування.

В групі «Макет» параметр «Нова сторінка» дозволяє визначити кількість питань (додаток Е), що буде відображатись при проходженні тесту на одній сторінці. Для відображення всіх питань на одній сторінці потрібно вибрати «Ніколи, усі запитання на одній сторінці», кожне запитання на новій сторінці – «Кожне запитання», та декілька питань на одній сторінці – «Кожні n питань(ня)» (де n – кількість запитань).

Встановити випадковий порядок відповідей та варіанти отримання результату відповіді на запитання, наприклад, негайно після відповіді або після відправлення всього тесту дає змогу група «Поведінка питань».

Встановити пароль на доступ до тесту забезпечується в групі «Додаткові обмеження на спроби».

Після проходження тесту з атомної і ядерної фізики ми пропонуємо для учня коментар, який буде відрізнитись від отриманої оцінки, для цього потрібно вказати межі оцінок (у відсотках або числом) та два варіанти коментарю в групі «Розширений відгук».

Налаштування тесту завершується натисканням кнопки в кінці сторінки «Зберегти й показати». На рис. 2.41 зображено сторінку, яка з'явиться при

використовувати в освітньому процесі з атомної і ядерної фізики старшої школи в умовах ХОНС. Загальновживаним типом тестів є множинний вибір, цей тип дозволяє вибрати одну, або декілька відповідей із запропонованого списку. Тому, наприклад, вибираємо із списку типів «Множинний вибір» та натискаємо «Додати». На завантаженій сторінці буде відображена форма налаштування параметрів запитання, яка є за аналогією схожою до форми з налагодження тесту. Форму тесту «Множинний вибір» доцільно застосовувати при вхідному, поточному та підсумковому тестуванні. Тому дану форму тестування ми пропонуємо застосувати в освітньому процесі атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі (додаток Е).

У групі «Загальне» вибирається категорія, в якій буде зберігатись запитання, категорія поточного курсу встановлена за замовчуванням. Разом з тим є можливість створити нову категорію або вибрати іншу. Далі вказується назва запитання, текст запитання, бал за запитання (за замовчуванням 1) та встановлюється кількість вірних відповідей на запитання. До несуттєвих параметрів відносяться нумерація відповідей та загальний коментар до тесту (рис. 2.43).

Поточна категорія Тест № 1 (22) Використати цю категорію

Зберегти в категорії Тест № 1 (22) ▼

Назва питання* В чому заключався дослід Резерфорда?

Текст питання*

В чому заклучався дослід Резерфорда?

Шлях: p

Типова оцінка* 1

Коментар для всього тесту ?

Вузкий пучок швидких альфа-частинок 1 спрямовувався на тонку золоту чи платинову пластинку 2, за якою розміщувався екран 3, здатний фіксувати їх попадання на екран спалахами. За допомогою спеціального оптичного пристрою 4 можна була спостерігати і вимірювати кут відхилення ϕ альфачастинок.




Рис. 2.43. Група «Загальне» редактора запитань

У наступній групі «Відповіді» вводяться варіанти відповідей на запитання. Форма для відповіді має вигляд як показано на рис. 2.44, у відповідне поле лише потрібно ввести варіант відповіді та вибрати оцінку. Оцінка визначається у відсотках від 0% до 100%, від максимального балу за запитання. Це дозволяє створити такі запитання, в котрих правильні відповіді будуть розділено на повністю правильні та частково.

Рис. 2.44. Форма для відповіді на запитання в системі Moodle

Якщо ж питання передбачає декілька правильних відповідей, для кожної необхідно встановити відсоток від максимального балу. Система автоматично контролює, щоб сума відсотків не була меншою 100, слід відзначити, що вона не може бути більшою 100, якщо допустимі різні комбінації відповідей (рис. 2.45).

Рис. 2.45. Форма для відповідей на запитання в системі Moodle

У групі «Комбінований коментар» передбачені коментарі, які будуть з'являться в разі, коли відповідь правильна, частково правильна або

неправильна. Ці заготовлені коментарі можна змінити. Коментар забезпечує спрямування учня до додаткового перегляду матеріалу атомної і ядерної фізики із даного питання в разі надання частково правильної та неправильної відповіді на запитання.

Група «Декілька спроб» дозволяє встановити підказки для запитань в разі вибору неправильної відповіді. За кожну неправильну спробу встановлюється «штраф» у відсотковому еквіваленті від максимального балу за запитання. Даний параметр забезпечує цільове направлення учня в пошуку правильної відповіді та осмислення процесів атомної і ядерної фізики. Форму для створення підказки зображено на рис. 2.46.

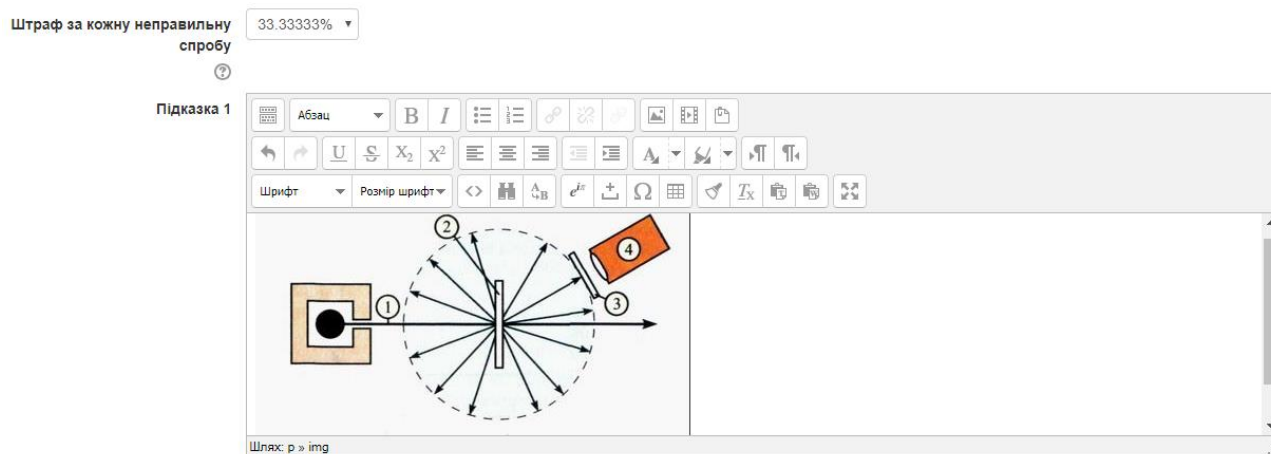


Рис. 2.46. Форма для підказок до запитань

Після створення запитання потрібно натиснути кнопку «Зберегти зміни», при цьому запитання додається до тесту та повернеться до сторінки редагування тесту. Завершується додавання запитань до тесту натисканням на кнопку «Зберегти» на сторінці редагування тесту.

Вдалою, на нашу думку, формою тесту для перевірки знання фізичних термінів є тип тестів «Правильно/Неправильно», в якому вибирається одна з відповідей, яка вказує на вірність твердження чи його хибність (рис. 2.35). Дану форму тестування ми пропонуємо використовувати для поточного та підсумкового тестування (додаток Е), так як вона дає змогу швидко перевірити знання явищ, законів, процесів з атомної і ядерної фізики.

За аналогією з попереднім типом тестів вказується категорія, назва запитання, текст запитання, бал за замовчуванням. У полі «Правильна

відповідь» встановлюється вірним чи хибним текст запитання (рис. 2.47). Форма тестування «Правильно/Неправильно» є одним з визначників знань учнів явищ, процесів атомної і ядерної фізики на рівнях запам'ятовування та уміннях робити судження (рис. 2.48).

Поточна категорія Тест № 1 (22) Використати цю категорію

Зберегти в категорії Тест № 1 (22) ▼

Назва питання* Чи вірно, що ядро має негативний заряд, величина якого з

Текст питання*

Абзац ▼ **B** *I* ☰ ☷ 🔗 🔗 🔗 🖼️ 🎥 📄

Чи вірно, що ядро має негативний заряд, величина якого за модулем дорівнює заряду протона, помноженому на порядковий номер електрона в таблиці Менделєєва?

Шлях: p

Типова оцінка* 1

Коментар для всього тесту ?

Абзац ▼ **B** *I* ☰ ☷ 🔗 🔗 🔗 🖼️ 🎥 📄

Шлях: p

Правильна відповідь Неправильно ▼

Рис. 2.47. Форма питання типу «Правильно/Неправильно»

Питання 2

Відповіді ще не було

Макс. оцінка до 1,00

Відмітити питання

Редагувати питання

Чи вірно, що ядро має негативний заряд, величина якого за модулем дорівнює заряду протона, помноженому на порядковий номер електрона в таблиці Менделєєва.

Виберіть одну відповідь:

Правильно

Неправильно

Рис. 2.48. Завдання типу «Правильно/Неправильно»

Наступний тип тестів, який ми проаналізуємо називається «Визначити пропущені слова», вигляд такого типу запитань зображено на рис. 2.49. Запитання з пропущеними словами вимагають вибору правильної відповіді в тесті з випадного списку. На нашу думку, дану форму тестування доцільно застосовувати в освітньому процесі з атомної і ядерної фізики в ХОНС для поточного та підсумкового тестування (додаток Е). А також, запитання такої форми оцінювати більшою кількістю балів. В поле «Текст» питання там, де

повинно бути випущене слово або фрази, вставляється число, яке відповідає вірному варіанту відповіді у подвійних квадратних дужках, наприклад $[[1]]$. Форма тестування «Визначити пропущені слова» сприяє розвитку пам'яті, логічного мислення учнів, їх творчих здібностей та вміння аналізувати фізичні явища і процеси атомної і ядерної фізики та забезпечує виявлення рівня розуміння. Якщо в тексті два пропущених слова, то у відповідних місцях вставляються числа, що відповідають вірним варіантам відповідей, наприклад:

Рис. 2.49. Вигляд завдання «Визначити пропущені слова»

У $[[1]]$ розпаді один з нейтронів всередині ядра перетворюється на протон, електрон і антинейтрино. Електрон і антинейтрино вилітають з ядра, а нуклони, які залишились, $[[4]]$.

У такому випадку варіанти відповідей можуть бути згруповані, щоб обмежити відповіді, доступні в кожному випадковому меню (рис. 2.50). Тест направлений на встановлення правильної послідовності, тобто учень при виконанні даного завдання визначає певну послідовність операцій, складових процесу явищ атомної і ядерної фізики.

Перемішати

Варіант 1	Відповідь <input type="text" value="β<sup>-</sup> - розпаді"/>	Група <input type="text" value="1"/>
Варіант 2	Відповідь <input type="text" value="β<sup>+</sup> - розпаді"/>	Група <input type="text" value="1"/>
Варіант 3	Відповідь <input type="text" value="β - розпаді"/>	Група <input type="text" value="1"/>
Варіант 4	Відповідь <input type="text" value="утворюють нове ядро"/>	Група <input type="text" value="2"/>
Варіант 5	Відповідь <input type="text" value="утворюють пару позитрон-електрон"/>	Група <input type="text" value="2"/>
Варіант 6	Відповідь <input type="text" value="утворюють новий позитрон"/>	Група <input type="text" value="2"/>

Рис. 2.50. Форма для завдання «Визначити пропущені слова»

The figure displays three sequential screenshots of a digital assessment interface, each showing a question and its corresponding answer.

Питання 1: The question is "Закон радіоактивного розпаду" (Law of radioactive decay). The answer is $N=N_0 e^{\lambda(-t)}$.

Питання 2: The question is "Активність ізотопу" (Activity of isotope). The answer is $A=-\lambda N=-\lambda N_0 e^{\lambda(-t)}$.

Питання 3: The question is "Період піврозпаду" (Half-life period). The answer is $T=\ln 2/\lambda$.

Each screenshot includes a rich text editor toolbar with icons for text formatting (bold, italic, underline, strikethrough), alignment, list creation, link insertion, unlink, image insertion, video insertion, and document insertion. The third screenshot also includes a more advanced toolbar with mathematical symbols like $\frac{1}{x}$, x^2 , \sqrt{x} , Ω , $\int x$, and navigation arrows.

Рис. 2.51. Форма для створення завдання типу «Відповідність»

Наступною формою питань, яку ми пропонуємо застосовувати в освітньому процесі атомної і ядерної фізики в ХОНС є питання типу «Відповідність». Питання такої форми надає перелік значень, які слід співставити зі списком відповідей. При створенні питання та вірні для них відповіді вносяться у відповідні поля (рис. 2.51). За замовчуванням в системі створюється три пари для встановлення відповідності, за потреби можна додати бажану кількість пар натиснувши кнопку «Додати 3 питання», яка кожного разу додає три нові форми для введення завдання. У даних співвідношеннях може бути лише одна правильна комбінація відповідей, так як можливо для одного питання задати лише одну відповідь. Відповідь учнів зараховується навіть у разі частково правильної комбінації, і визначається за допомогою відсоткового співвідношення від максимального балу за завдання. Учень завдання даного типу бачить у вигляді сукупності рядків (рис. 2.52), в кожному з яких наведено поняття, поруч з яким випадний список у котрому відображені всі варіанти відповідей. Ми пропонуємо застосовувати питання даної форми для визначення знань учнями формул, математичних трактувань фізичних законів атомної і ядерної фізики, наприклад, у полі завдання вказується назва фізичного закону, а в полі відповіді математичний запис даного закону (рис. 2.51). Так як дана


форма тестування передбачає в собі декілька завдань, то ми пропонуємо оцінювати її більшою кількістю тестових балів та застосовувати такі тести в поточному та підсумковому тестуванні під час узагальнення і систематизації знань учнів. Кількість тестових балів за дане завдання, на нашу думку, слід визначати в залежності від кількості питань (додаток Е), які будуть наявні в одному завданні. Даний вид тестового контролю забезпечує уміння учнями встановлювати зв'язок між елементами процесів характерних для атомної і ядерної фізики, що сприяє перевірці знань.

Рис. 2.52. Вигляд завдання на встановлення відповідності

Питання типу «Перетягування тексту», що дозволяють здійснити перевірку пропущених слів у тексті, або встановлення порядку, ми пропонуємо застосовувати в освітньому процесі з атомної і ядерної фізики. Аналогічно як і в завданнях типу «Визначення пропущеного слова» використовуються спеціальні коди для створення такого завдання. Використовувати таку форму тестів в освітньому процесі атомної і ядерної фізики доцільно для поточного та підсумкового тестування (додаток Е). У ході даного тестування визначається уміння учнями логічно будувати послідовність подій, операцій, явищ, процесів атомної і ядерної фізики. Виставлення тестового балу для таких завдань залежить від кількості пропущених слів в завданні.

У полі текст питання в тих місцях, де будуть пропущені слова в подвійних квадратних дужках позначається порядковий номер (наприклад, [[3]] (рис. 2.53)), а в групі «Доступні варіанти» у відповідних місцях вказуються вірні варіанти відповіді. Вільні поля варіантів заповнюються хибними відповідями. За потреби варіанти відповідей можна об'єднувати в групи для зменшення кількості варіантів відповіді, якщо їх забагато.

Назва питання*

Текст питання* 

Заповніть пропуски в тексті.
Лептони - це частинки, які проявляють себе в [[1]] та [[3]] взаємодіях.

Рис. 2.53. Форма для створення завдання типу «Перетягування тексту»

Наприклад, завдання має два пропущених слова, які позначаємо відповідними кодами:

Заповніть пропуски в тексті.

Лептони – це частинки, які проявляють себе в [[1]] та [[3]] взаємодіях.

У поля відповідей під номерами 1 та 3 будуть введені «електрослабкій» та «гравітаційній», а в поле відповіді під номером 2 хибна відповідь – «сильній» (рис. 2.54). Завдання матиме вигляд, як показано на рис. 2.55.

Перемішати

Варіант 1 Відповідь Група Багаторазово

Варіант 2 Відповідь Група Багаторазово

Варіант 3 Відповідь Група Багаторазово

Рис. 2.54. Форма для відповідей на завдання типу «Перетягування тексту»

Питання 5
Відповіді ще не було
Макс. оцінка до 1,00
Відмітити питання
Редагувати питання

Заповніть пропуски в тексті.
Лептони - це частинки, які проявляють себе в та взаємодіях.

Рис. 2.55. Вигляд запитання типу «Перетягування тексту» при виконанні

У ході виконання тесту учень має змогу перемикатись між питання, якщо

Перехід По Тесту

Завершити спробу...

Розпочати нову спробу

для цього в лівій частині сторінки є відповідний блок під назвою «Перехід по тесту» (рис. 2.56).

Також у цьому блоці є кнопка «Завершення виконання тесту», після натискання якої

результати будуть відправлені, і виконання тесту

Рис. 2.56. Блок «Перехід по тесту»

буде завершеним. Аналогічна кнопка знаходиться і в кінці сторінки з тестом.

Після того, як всі запитання пройдені, відкривається сторінка, на якій можна переглянути: на які запитання не дано відповіді, і надається можливість повернутися до них, або ж до будь-яких інших запитань в разі потреби (рис. 2.57).

Результати спроби

Питання	Статус
1	Відповідь збережено
2	Відповідь збережено
3	Відповідь збережено
4	Відповідь збережено
5	Відповідь збережено

Повернутися до спроби

Відправити все та завершити

Рис. 2.57. Результати спроби

Після натиснення на кнопку «Відправити все та завершити» відкривається сторінка з результатами тесту (рис. 2.58), де надається можливість перегляду кількості набраних балів та оцінки за тест. Учень може переглянути: на які запитання він дав вірні та невірні відповіді, ознайомитись з вірними відповідями на запитання та із загальним коментарем до тесту, або до кожного питання, якщо вони передбачені вчителем.

Перехід По Тесту

1 2 3 4 5

Показати одну сторінку за раз

Завершити перегляд

Розпочати нову спробу

Навігація

На головну

Інформаційна сторінка

Сторінки сайту

Мой курси

Фізика

Учасники

Відзнаки

Компетентності

Журнал оцінок

Загальне

Тема 1

Тест 1

Тема 2

Тема 3

Тема 4

Introduction to Moodle

Керування

Керування тестом

Регулювати параметри

Розпочато: вівторок 3 січень 2017 5:20

Стан: Завершено

Завершено: вівторок 3 січень 2017 5:21

Витрачено часу: 51 сек

Бали: 5,00/5,00

Оцінка: 10,00 з можливих 10,00 (100%)

Питання 1

Правильно

Бали: 1,00 з 1,00

Відмітити питання

Регулювати питання

В чому суть дослуду Резерфорда?

Виберть одну відповідь:

а. Зондування атомів золота швидкими ядрами Водню (α -частинками), які виплітають із радіоактивного джерела, вміщеного у свинцевий контейнер.

б. Зондування атомів золота швидкими ядрами Гелію (β -частинками), які виплітають із радіоактивного джерела, вміщеного у свинцевий контейнер.

в. Зондування атомів золота швидкими ядрами Гелію (α -частинками), які виплітають із радіоактивного джерела, вміщеного у свинцевий контейнер. ✓

Ваша відповідь правильна

Правильна відповідь: Зондування атомів золота швидкими ядрами Гелію (α -частинками), які виплітають із радіоактивного джерела, вміщеного у свинцевий контейнер.

Питання 2

Правильно

Бали: 1,00 з 1,00

Відмітити питання

Регулювати питання

Чим вірно, що ядро має негативний заряд, величина якого за модулем дорівнює заряду протона, помноженому на порядковий номер електрона в таблиці Менделєєва.

Виберть одну відповідь:

Правильно

Неправильно ✓

Правильна відповідь: 'Неправильно'

Рис. 2.58. Сторінка результатів тесту для учня

Отже, тестова перевірка знань в хмаро орієнтованому навчальному середовищі, має ряд переваг перед традиційним тестовим контролем, а саме раціональне використання зв'язків між учителем та учнями, визначає ступінь засвоєння навчального матеріалу та об'єктивно оцінює результати роботи учнів, вказує на прогалини у вивченій темі з атомної і ядерної фізики, що дає змогу внести відповідні корективи під час освітнього процесу, сприяє узагальненню та закріпленню навчального матеріалу з атомної і ядерної фізики.

Висновки до розділу 2

1. З метою забезпечення особистісно зорієнтованого, компетентнісного, діяльнісного підходів у навчання атомної і ядерної фізики старшокласників нами розроблено методику навчання атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі, що сприяє позитивному емоційному стану суб'єктів навчання, концентрації уваги на навчальному матеріалі, зацікавленості у вивченні матеріалу і на цій основі усвідомленого повноцінного сприйняття навчальної інформації.

2. Для розгортання ХОНС обрано платформу Moodle, з належним функціоналом для створення та організації освітнього процесу з атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі закладу загальної середньої освіти. Розроблені навчальні матеріали з атомної і ядерної фізики для роботи в хмаро орієнтованому середовищі Moodle. Представлено розроблену систему тестових завдань для контролю знань учнів та фрагменти моделей уроків з атомної і ядерної фізики в ХОНС. Розроблено навчальний контент для виконання проектної діяльності учнями в ХОНС та апробовано в закладах загальної середньої освіти.

3. Досліджено та представлено методи навчання атомної і ядерної фізики в ХОНС, використовуючи технологію «перевернутого» навчання, що забезпечує спільну роботу в навчанні та в проектній діяльності незалежно від місця перебування учасників освітнього процесу, вільного та повсякчасного доступу до навчальних ресурсів, комунікації та співпраці.

4. Запропоновано та представлено методи використання в ХОНС STEM-освіти через застосування програмного засобу LEGO Digital Designer для створення 3D-об'єктів на основі віртуального конструктора деталей LEGO.

5. Створені, апробовані та впроваджені в діяльність авторські комп'ютерні програмні продукти «Карта ізотопів» та «Теорія Великого вибуху».

6. Основні наукові результати другого розділу дисертаційної роботи представлені в таких публікаціях [76; 77; 79; 80; 97; 98; 99; 100; 101; 102; 103; 104; 105; 106; 107; 108; 109; 110; 111; 112; 113; 114; 115; 116; 117].

Список використаних джерел до розділу 2

1. А. с. Комп'ютерна програма «Карта ізотопів» / **М. В. Хомутенко**, М. І. Садовий, О. М. Трифонова (Україна) – № 58666 ; заявка 03.12.2014 № 58846 ; зареєстровано 16.02.2015 ; опублік. 30.04.2015, Бюл. № 36.
2. А. с. Комп'ютерна програма «Теорія Великого вибуху» / **М. В. Хомутенко**, М. І. Садовий, О. М. Трифонова (Україна) – № 67189 ; заявка 10.06.2016 № 67833 ; зареєстроване 11.08.2016 ; опублік. 28.10.2016, Бюл. № 42.
3. Аванесов В. С. Научные основы тестового контроля знаний / В. С. Аванесов. – М. : Исследов. центр, 1994. – 135 с.
4. Анатомія людини [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://anatomia.com.ua/zir> (дата звернення: 23.03.2017). – Назва з екрана.
5. Атаманчук П. С. Інноваційні технології управління навчанням фізики / П. С. Атаманчук. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський держ. пед. ун-т, 1999. – 174 с.
6. Атаманчук П. С. Основи впровадження інноваційних технологій навчання фізиці: навч. посібн. для студ. вищ. пед. навч. закл. / Атаманчук П. С., Сосницька Н. Л. – Кам'янець-Подільський: Абетка-Нова, 2007. – 200 с.
7. Афанасьев В. Г. Человек, компьютер, творчество / В. Г. Афанасьев // Советская педагогика. – 1991. – № 5. – С. 50–56.
8. Балик Н. Р. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти / Н. Р. Балик, Г. П. Шмигер // Фізико-математична освіта. – 2017. – № 2 (12). – С. 26–30.
9. Бар'яхтар В. Г. Фізика : підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. (академічний рівень, профільний рівень) / В. Г. Бар'яхтар [та ін.]. – Х. : Ранок, 2011. – 320 с.
10. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти : [монографія] / В. Ю. Биков ; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання АПН України. – К. : Атіка, 2008. – 684 с.
11. Бібік Н. М. Компетентнісний підхід: рефлексивний аналіз застосування. Компетентнісний підхід в освіті: світовий досвід та українські перспективи / Н. М. Бібік ; за заг. ред. О. В. Овчарук. – К. : «К.І.С.», 2004. – С. 47–52.

12. Бодалев А. А. Общая психодиагностика / Бодалев А. А., Столин В. В., Аванесов В. С. – СПб. : Речь, 2000. – 440 с.
13. Бондар С. Г. Компетентність особистості інтегрований компонент навчальних досягнень учнів / С. Г. Бондар // Біологія і хімія в школі. – 2003. – № 2. – С. 8–9.
14. Булах І. Є. Створюємо якісний тест: навч. посібн. / І. Є. Булах, М. Р. Мруга. – Київ : Майстер-клас, 2006. – 160 с.
15. Варій М. Й. Загальна психологія.: підр. для студ. вищ. навч. закл. / М. Й. Варій. – Київ : Центр учбової літератури, 2009. – 1007 с. – (Перепринт / Держ. ун-т внутр. справ, Центр учбов. літ ; 2007).
16. Василяшко І. П. Упровадження STEM-навчання – відповідь на виклик часу / І. П. Василяшко, Т. К. Білик // Управління освітою. – 2017. – № 2 (386). – С. 28–31.
17. Великий тлумачний словник сучасної української мови / за ред. В. Т. Бусел. – К. : Ірпінь, ВТФ «Перун», 2005. – 1728 с.
18. Величко С. П. Засоби діагностики зі шкільного курсу фізики : навч. посібн. для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. / С. П. Величко, М. І. Садовий, О. М. Трифонова. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. – Част. 1. – 136 с.
19. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход / А. А. Вербицкий. – М. : Высш. школа, 1991. – 207 с.
20. Воропай Н. А. Становлення поняття «самоосвітня компетентність» у науково-методичній літературі / Н. А. Воропай // Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова. Серія : Теорія і практика навчання та виховання : зб. наук. пр. – К., 2010. – Вип. 17. – С. 27–32. – Бібліогр.: 12 назв.
21. Выготский Л. С. Педагогическая психология / Выготский Л. С. – М. : Педагогика, 1991. – 479 с.
22. Головань М. С. Компетенція та компетентність: порівняльний аналіз понять / М. С. Головань // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології : зб. наук. пр. / Сумський державний університет ім. А. С. Макаренка. – Суми, 2011. – № 8 (18). – С. 224–234. – Бібліогр.: 25 назв.

23. Гончаренко С. У. Методика як наука : навчальний посібник / С. У. Гончаренко. – Хмельницький : Вид-во ХГКП, 2001. – 30 с.

24. Горбунова Л. М. Построение системы повышения квалификации педагогов в области информационно-коммуникационных технологий на основе принципа распределенности [Электронный ресурс] / Л. М. Горбунова, А. М. Семибратов // Конференция ИТО-2004 / Московский государственный университет. – Москва, 2004. – Режим доступа: <http://ito.edu.ru/2004/Moscow/Late/Late-0-4937.html> (дата обращения: 12.10.2017). – Название с экрана.

25. Гречановська О. В. Формування культурологічної компетентності в майбутніх інженерів засобами інноваційного навчання : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Гречановська Олена Володимирівна ; М-во освіти і науки України, Вінницький нац. техн. ун-т. – Вінниця, 2012. – 280 с. : іл. – Бібліогр.: с. 130–140 (103 назви).

26. Гриб'юк О. О. Когнітивна теорія комп'ютерно орієнтованої системи навчання природничо-математичних дисциплін та взаємозв'язки вербальної і візуальної компонент / О. О. Гриб'юк // Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет ім. Г. Сковороди» : зб. наук. пр. – Додаток 1 до Вип. 36, Том IV (64): Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». – Київ: Гнозис, 2015. – С. 158–175.

27. Дворецкий И. Х. Латинско-русский словарь [Текст]. Около 50 000 слов / И. Х. Дворецкий. – М. : Русский язык, 1976. – 1096 с.

28. Донець Н. В. Підготовка вчителів фізики до реалізації навчальних проектів у шкільному курсі фізики / Н. В. Донець, О. М. Трифонова, М. І. Садовий // Наукові записки КДПУ. Серія: Педагогічні науки : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2015. – Вип. 141, ч. 2. – С. 45–50. – Бібліогр.: 11 назв.

29. Дьюї Д. Досвід і освіта / Д. Дьюї ; [пер. з англ. М. Василечко]. – Л. : Кальварія, 2003. – 84 с.

30. Емельянов Ю. Н. Теория формирования и практика совершенствования коммуникативной компетентности / Ю.Н. Емельянов. – СПб., 1999. – 403 с.
31. Жалдак М. І. Профільне навчання інформатики / М. І. Жалдак, Н. В. Морзе, О. Г. Кузьмінська // Науковий часопис національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова. Серія : комп'ютерно орієнтовані системи навчання: зб. наук. пр. – Київ, 2004. – Вип. 8. – С. 13–18.
32. Закон України «Про освіту» від 05.09.2017 р. № 2145-VIII [Електронний ресурс] / Верховна Рада України : ВВР України. – 2017. – № 38–39. – ст. 380. – Режим доступу <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> (дата звернення: 12.10.2017). – Назва з екрана.
33. Занков Л. В. Избранные педагогические труды / Л. В. Занков. – М. : Дом педагогики, 1999. – 608 с.
34. Засекіна Т. М. Фізика : підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. (академічний рівень, профільний рівень) / Т. М. Засекіна, Д. О. Засекін. – Харків : Сиція, 2012. – 336 с.
35. Іваницький О. І. Сучасні технології навчання фізики / О. І. Іваницький. – Запоріжжя : Прем'єр, 2001. – 266 с. – Бібліогр.: с. 247.
36. Каменецкий С. Е. Теория и методика обучения физике в школе: Частные вопросы: учебн. пособ. для студен. высших пед. учебн. заведен. / С. Е. Каменецкий, Н. С. Пурышева, Т. И. Носова ; под ред. С. Е. Каменецкого. – М. : Издательский центр «Академия», 2000. – 384 с.
37. Колгатін О. Г. Педагогічна діагностика та інформаційно-комунікаційні технології: [монографія] / О. Г. Колгатін. – Х. : ХНПУ, 2009. – 324 с.
38. Коршак Є. В. Фізика : підручн. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. (рівень стандарту) / Є. В. Коршак, О. І. Ляшенко, В. Ф. Савченко. – К. : Генеза, 2011. – 256 с.
39. Краевский В. В. Предметное и общепредметное в образовательных стандартах / В. В. Краевский, А. В. Хуторской. – Педагогика. – 2003. – № 3. – С. 3–10.

40. Крайнова Е. А. Профессиональная подготовка будущих инженеров-механиков в области информационных технологий : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Крайнова Е. А. – Нижний Новгород, 2007. – 20 с.
41. Крысько В. Г. Психология и педагогика : схемы и комментарии / В. Г. Крысько. – М. : Владос-Пресс, 2001. – 368 с. – Библиогр.: с. 322.
42. Курчатов И. В. Избранные труды : в 3 т. / И. В. Курчатов ; под общей ред. академика А. П. Александрова. – М. : Наука, 1983. – Т. 2. – 368 с.
43. Кухар Л. О. Конструювання тестів. Курс лекцій: навч. посібн. / Л.О. Кухар, В.П. Сергієнко. – Луцьк, 2010. – 182 с.
44. Кухаренко В. М. Теорія та практика змішаного навчання : [монографія] / В. М. Кухаренко [та ін.]. – Харків : «Міськдрук», НТУ «ХП», 2016. – 284 с.
45. Кучай О. В. Компетенція і компетентність – відображення цілісності та інтеграційної суті результату освіти / О. В. Кучай // Рідна школа. – 2009. – № 11. – С. 44–48.
46. Лебедев О. Е. Компетентностный подход в образовании / О. Е. Лебедев // Школьные технологии. – 2004. – № 5. – С. 3–11.
47. Лебедева М. Б. Современные информационные и коммуникационные технологии для взаимодействия и сотрудничества в профориентационной работе с воспитанниками детских домов: учеб. пособие / М. Б. Лебедева, О. Н. Шилова. – Калининград : РГУ им. И. Канта, 2010. – 115 с.
48. Литвинова С. Г. Проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу : [монографія] / С. Г. Литвинова. – Київ : ЦП «Компринт», 2016. – 354 с.
49. Ляшенко О. І. Сучасні проблеми навчання фізики в контексті компетентнісного підходу до освіти / О. І. Ляшенко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. І. Огієнка. Серія педагогічна : зб. наук. пр. – Кам'янець-Подільський, 2015. – Вип. 21 : Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю. – С. 255–256. – Бібліогр.: 13 назв.

50. Ляшенко О. І. Тестові технології оцінювання компетентностей учнів / О. І. Ляшенко, Ю. О. Жук. – К. : Педагогічна думка, 2015. – 181 с.
51. Маркова А. К. Психологический анализ профессиональной компетентности учителя / А. К. Маркова // Советская педагогика. – 1990. – № 8. – С. 82–88.
52. Маркова О. М. Модель методичної системи та цілі навчання основ математичної інформатики студентів технічних університетів / О. М. Маркова // Вісник Черкаського університету. Серія : Педагогічні науки : зб. наук. пр. / Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького. – Черкаси : Вид-во Черкас. нац. ун-т, 2016. – С. 36–42.
53. Мартинюк М. Т. Науково-методичні засади навчання фізики в основній школі : автореферат дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02 / Мартинюк М. Т. ; Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. – Київ, 1999. – 33 с.
54. Морзе Н. В. Основи методичної підготовки вчителя інформатики: [монографія] / Н. В. Морзе. – К. : Курс, 2003. – 372 с.
55. Морзе Н. В. Основи робототехніки: навчальний посібник / Н. В. Морзе, Л. О. Варченко-Троценко, М. А. Гладун. – Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О. А., 2016. – 184 с.
56. Морзе Н. В. Презентація STEAM-освіта [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.stemschool.com/> (дата звернення: 12.10.2017). – Назва з екрана.
57. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 7–9 клас (зі змінами, затвердженими Наказом МОН України № 585 від 29.05.2015) [Електронний ресурс] / О. І. Ляшенко [та ін.]. – Режим доступу: <http://www.mon.gov.ua/> (дата звернення: 25.06.2017). – Назва з екрана.
58. Нагач М. В. Підготовка майбутніх учителів у школах професійного розвитку в США : автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Нагач М. В. Ун-т менеджменту освіти АПН Укр. – К., 2008. – 21 с.
59. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nus.org.ua/wp->

content/uploads/2017/07/konczepczyia.pdf (дата звернення: 12.10.2017). – Назва з екрана.

60. Новиков А. М. Профессиональное образование в России. Перспективы развития [текст] / А. М. Новиков. – М. : ИЦП НПО РАО, 1997. – 254 с.

61. Огієнко О. І. Тенденції розвитку проектної технології у зарубіжній педагогіці ХХ століття / О. І. Огієнко // Порівняльна професійна педагогіка. – № 1. – 2011. – С. 32–37.

62. Онищук В. А. Дидактика современной школы: пособие для учителей / под ред. В. А. Онищука. – К. : Рад. школа, 1987. – 346 с.

63. Патрикеева О. О. Актуальність запровадження STEM-навчання в Україні / О. О. Патрикеева // Інформаційний збірник для директора школи та завідуючого дитячим садочком. – К. : Освіта України, 2015. – № 17–18(41). – С. 53–57.

64. Подопригора Н. В. Методична система навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах : автореферат дис. ... докт. пед. наук : 13.00.04 ; 13.00.02 / Подопригора Н. В.; НПУ ім. М. П. Драгоманова. – Київ, 2016. – 44 с.

65. Пометун О. І. Формування громадянської компетентності: погляд з позиції сучасної педагогічної науки / О. І. Пометун // Вісник програм шкільних обмінів. – 2005. – № 23. – С. 18–20.

66. Про Державну національну програму «Освіта» («Україна ХХІ століття») [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України; Постанова, Програма, Заходи від 03.11.1993 р. № 896, редакція від 29.05.1996, підстава 576-96-п. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/896-93-п> (дата звернення: 25.06.2016). – Назва з екрана.

67. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України, Постанова від 23.11.2011 р. № 1392. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011> (дата звернення: 12.10.2017). – Назва з екрана.

68. Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» [Електронний ресурс] / Президент України; Указ, Стратегія від 25.06.2013 р. № 344/2013. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/344/2013> (дата звернення: 23.03.2015). – Назва з екрана.

69. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 10–11 кл. Академічний рівень (зі змінами, затвердженими наказом МОН України № 826 від 14.07.2016) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/fiz-ak.pdf> (дата звернення: 15.09.2016). – Назва з екрана.

70. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 10–11 кл. Рівень стандарту (зі змінами, затвердженими наказом МОН України № 826 від 14.07.2016) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/physics-st-20.05.2016.docx> (дата звернення: 29.09.2016). – Назва з екрана.

71. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 10–11 кл. Профільний рівень (зі змінами, затвердженими наказом МОН України № 826 від 14.07.2016) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/fiz-pr.pdf> (дата звернення: 15.09.2016). – Назва з екрана.

72. Пышкало А. М. Методика обучения элементам геометрии в начальных классах / А. М. Пышкало. – М. : Просвещение, 1973. – 208 с. : ил. – Библиогр.: с. 205.

73. Рекомендація 2006/962/ЄС Європейського Парламенту та Ради (ЄС) «Про основні компетенції для навчання протягом усього життя» [Електронний ресурс] / Європейський Союз; Рекомендації, Міжнародний документ від 18.12.2006 р. № 2006/962/ЄС. – Режим доступу: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/994_975 (дата звернення: 15.01.2018). – Назва з екрана.

74. Руденский Е. В. Коммуникативная компетентность личности / Е. В. Руденский // Социальная психология: курс лекций. – М. : ИНФРА-М, 1998. – С. 100-109.

75. Садовий М. І. Вибрані питання загальної методики навчання фізики: навч. посібн. для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. / М. І. Садовий, В. П. Вовкотруб, О. М. Трифонова. – Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. – 252 с.

76. Садовий М. І. Інформаційно-комунікаційні технології навчання як один із способів моделювання фізичного експерименту / М. І. Садовий, О. М. Трифонова, **М. В. Хомутенко** // Міжнар. наук. конф. «Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю» (1-2 жовтня 2013 р., Кам'янець-Подільський) : зб. тез доп. – Кам'янець-Подільський, 2013. – С. 179–182.

77. Садовий М. І. Методика формування уявлень про сучасну наукову картину світу в хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. І. Садовий, О. М. Трифонова, **М. В. Хомутенко** // Вісник Черкаського національного університету. Серія: Педагогічні науки : зб. наук. пр. – Черкаси, 2016. – Вип. 7. – С. 8–16. – Бібліогр.: 10 назв.

78. Садовий М. І. Теоретичні і методичні основи становлення і розвитку фундаментальних ідей дискретності та неперервності в курсі фізики загальноосвітньої школи : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 / Садовий Микола Ілліч ; М-во освіти і науки України, Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. – К., 2001. – 517 с.

79. Садовий М. І. Хмаро орієнтоване навчальне середовище – основа розвитку сучасної наукової картини світу / М. І. Садовий, О. М. Трифонова, **М. В. Хомутенко** // Міжнар. семінар «Хмарні технології в освіті «СТЕ2015» (20 травня 2016 р., Кривий Ріг) : зб. тез доп. – Кривий Ріг, 2016. – Том XIV. – С. 73–74.

80. Садовой Н. И. Учебный физический эксперимент в облачно ориентированной учебной среде / Н. И. Садовой, Е. М. Трифонова, **М. В. Хомутенко** // Современные образовательные Web-технологии в системе

школьной и профессиональной подготовки : сб. науч. тр. междунар. научно-практ. конф., 25-27 мая 2017 г., Арзамас / Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. – Арзамас, 2017. – С. 256–265. – Библиогр.: 12 назв.

81. Сиротюк В. Д. Фізика : підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий. – Харків : Сиція, 2011. – 304 с.

82. Сисоєва С. О. Підготовка вчителя до формування творчої особистості учня : [монографія]. / С. О. Сисоєва – К. : Поліграфкнига, 1996. – 407 с.

83. Скрипченко О. В. Вікова та педагогічна психологія: навч. посібн. / Скрипченко О. В., Долинська Л. В., Огороднійчук З. В. – К. : Просвіта, 2001. – 416 с.

84. Слижук О. Комунікативна специфіка сучасного уроку української літератури / О. Слижук // Українська література в загальноосвітній школі. – 2006. – № 3. – С. 19–21.

85. Словник іншомовних слів [Текст] : близько 10000 слів / Нац. ун-т ім. Тараса Шевченка, Укр. мовно-інформ. фонд НАН України ; уклад.: С. М. Морозов, Л. М. Шкарапута ; ред. Є. І. Мазніченко. – К. : Наукова думка, 2000. – 662 с.

86. Сороко Н. В. Розвиток інформаційно-комунікаційної компетентності вчителів філологічної спеціальності в умовах комп'ютерно орієнтованого середовища : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10 / Сороко Наталія Володимирівна; М-во освіти і науки України, Ін-т інформ. технологій і засобів навчання НАПН України. – Київ, 2012. – 256 с.

87. Сосницька Н. Л. Формування і розвиток змісту шкільної фізичної освіти в Україні (історико-методологічний контекст) : автореф. дис. ...д-ра пед. наук : 13.00.02 / Сосницька Н. Л. ; НПУ М. П. Драгоманова. – Київ, 2008. – 40 с.

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

89. Стрижак О. Є. STEM-освіта: основні дефініції / О. Є Стрижак, І. А. Сліпухіна, Н. І. Поліхун, І. С. Чернецький // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2017. – № 6. – С. 16–33.

90. Структура ІКТ-компетентності вчителів. Рекомендації ЮНЕСКО [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://profspilka.kiev.ua/engine/download.php?id=498> (дата звернення: 23.12.2017). – Назва з екрана.

91. Стрюк А. М. Хмаро орієнтовані засоби навчання інформатичних дисциплін студентів вищих навчальних закладів [Електронний ресурс] / А. М. Стрюк. – Режим доступу: <https://www.academia.edu/7374706/> (дата звернення: 29.03.2018). – Назва з екрану.

92. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у вищих навчальних закладах : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Триус Юрій Васильович ; М-во освіти і науки України, Черкаський нац. ун-т ім. Б. Хмельницького. – Черкаси, 2005. – 649 с.

93. Триус Ю. В. Система електронного навчання ВНЗ на базі MOODLE / Ю. В. Триус, І. В. Герасименко, В. М. Франчук ; за ред. Ю. В. Триуса. – Черкаси : ФОП Чабаненко Ю. А., 2012. – 220 с.

94. Форкун Н. В. Методична система навчання фізики в старшій школі на засадах компетентнісного підходу: теоретичний аспект / Н. В. Форкун // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. І. Огієнка. Серія : Педагогічна : зб. наук. пр. – Кам'янець-Подільський, 2014. – Вип. 20. – С. 117–119. – Бібліогр.: 11 назв.

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

96. Хлызова Н. Ю. Мультимедиа и их возможности в организации процесса обучения студентов английскому языку / Н. Ю. Хлызова // Педагогическая теория, эксперимент, практика. – Иркутск : ИИПКРО, 2008. – С. 275–286.

97. Хомутенко М. В. Організація педагогічного тестування з фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. В. Хомутенко // Збірник наукових праць. Педагогічні науки / Херсонський державний університет. – Херсон, 2016. – Вип. LXXI, Том 1. – С. 177–182. – Бібліогр.: 15 назв.

98. Хомутенко М. В. Становлення понять «навчальне середовище» та «хмаро орієнтоване навчальне середовище» / М. В. Хомутенко // Наукові записки. Серія : проблеми методики фізико-математичної і технічної освіти : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2015. – Вип. 8, ч. 4. – С. 111–120. – Бібліогр.: 22 назв.

99. Хомутенко М. В. Створення тестів за допомогою сервісу Google Forms / М. В. Хомутенко // Міжнар. наук.-практ. конф. «Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі» (15-16 вересня 2016 р., Херсон) : зб. тез доп. – Херсон, 2016. – С. 137–139.

100. Хомутенко М. В. Використання платформи Classroom під час вивчення фізики / М. В. Хомутенко // X Міжнар. наук. конф. «Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технічного профілю» (7–8 жовтня 2015 р., Кам'янець-Подільський) : зб. тез доп. – Кам'янець-Подільський, 2015. – С. 160–161.

101. Хомутенко М. В. Віртуальний фізичний експеримент в хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. В. Хомутенко // Наукові записки. Серія: проблеми методики фізико-математичної і технічної освіти : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2016. – Вип. 9, ч. 3. – С. 175–179. – Бібліогр.: 17 назв.

102. Хомутенко М. В. Застосування комп'ютерного моделювання при вивченні фізичних процесів / М. В. Хомутенко, М. І. Садовий // V Всеукр. студ. наук. Інтернет-конф. «Комп'ютери у навчальному процесі» (17-18 квітня 2014 р., Умань) : зб. тез доп. – Умань, 2014. – С. 227–231.

103. Хомутенко М. В. Застосування різних програмних середовищ для моделювання фізичних процесів / М. В. Хомутенко // XV Всеукраїнська наукова конференція молодих вчених «Актуальні проблеми природничих наук

у дослідженнях молодих вчених «Родзинка – 2013» (18-19 квітня 2013 р., Черкаси) : зб. тез доп. – Черкаси, 2013. – С. 65–67.

104. Хомутенко М. В. Застосування хмарних технологій в організації навчального середовища на уроках фізики / М. В. Хомутенко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. І. Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський, 2015. – Вип. 21 : Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю. – Бібліогр.: 13 назв. – С. 297–300. – (Index Copernicus; ICV 2015: 80,87).

105. Хомутенко М. В. Застосування хмаро орієнтованого навчального середовища при використанні віртуальної наочності в атомній фізиці / М. В. Хомутенко // II Міжнар. наук.-практ. онлайн-Інтернет конф. «Проблеми та інновації в природничій, технологічній та професійній освіті» (20-23 квітня 2016 р., Кіровоград) : зб. тез доп. – Кіровоград, 2016. – С. 64–67.

106. Хомутенко М. В. Інформаційно-комунікаційні технології як засіб поліпшення якості навчання фізики / М. В. Хомутенко, О. М. Трифонова // II Всеукр. наук.-практ. конф. молод. учен. «Наукова молодь-2014» (11 грудня 2014 р., Київ) : зб. тез доп. – Київ, 2014. – С.80–83.

107. Хомутенко М. В. Комп'ютерне моделювання процесів в атомному ядрі [Електронний ресурс] / М. В. Хомутенко, М. І. Садовий, О. М. Трифонова // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2015. – Том 45, № 1. – С. 78–92. – Бібліогр.: 19 назв. – (Web of Science; Index Copernicus; ICV 2015: 56,90). – Режим доступу: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1191>.

108. Хомутенко М. В. Методика організації «перевернутого» навчання з фізики з використанням хмарних технологій / М. В. Хомутенко // Наукові записки. Серія: проблеми методики фізико-математичної і технічної освіти : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2015. – Вип. 8, ч. 1. – С. 158–162. – Бібліогр.: 12 назв.

109. Хомутенко М. В. Методика преподавания современных вопросов физики в облачно ориентированной учебной среде / М. В. Хомутенко,

Н. И. Садовой, Е. М. Трифонова // Межвуз. науч.-практ. конф. «Профессиональная направленность курсов физических дисциплин при подготовке будущих специалистов в университете» (13-14 октября 2016 г., Брест) : сб. тез. докл. – Брест, 2016. – С. 71–75.

110. Хомутенко М. В. Організація діагностики зі шкільного курсу атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі : навч. посіб. / М. В. Хомутенко ; ред. О. М. Трифонові. – Кропивницький : ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2017. – 88 с. – Бібліогр.: с. 83 (10 назв).

111. Хомутенко М. В. Організація самостійної діяльності учнів в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища з фізики / М. В. Хомутенко // Всеукр. наук.-практ. конф. «Особливості підвищення якості природничої освіти в умовах технологізованого суспільства» (29 жовтня 2015 р., Миколаїв) : зб. тез доп. – Миколаїв, 2015. – С. 194–197.

112. Хомутенко М. В. Поєднання хмарних технологій та ідей І.Є.Тамма у реалізації наукового розвитку вивчення фізики / М. В. Хомутенко // II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. присвячена 120-річчю від дня народження Ігоря Євгеновича Тамма «Сучасні тенденції навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі» (15-16 жовтня 2015 р., Кіровоград) : зб. тез доп. – Кіровоград, 2015. – С. 73–74.

113. Хомутенко М. В. Полісуб'єктний підхід у навчанні атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. В. Хомутенко // Наукові записки. Серія : проблеми методики фізико-математичної і технічної освіти : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2016. – Вип. 10, ч. 3. – С. 97–103. – Бібліогр.: 23 назви.

114. Хомутенко М. В. Полісуб'єктний підхід у навчанні фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. В. Хомутенко // III Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. «Сучасні тенденції навчання природничо-математичних та технічних дисциплін у загальноосвітній та вищій школі» (17-22 жовтня 2016 р., Кіровоград) : зб. тез доп. – Кіровоград, 2016. – С. 109–111.

115. Хомутенко М. В. Реалізація STEM-освіти в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища з фізики / М. В. Хомутенко, М. І. Садовий, О. М. Трифонова // II Міжнар. наук.-практ. семінар «STEM-освіта – проблеми та перспективи» (25-26 жовтня 2017 р., Кропивницький) : зб. тез доп. – Кропивницький, 2017. – С. 112–114.

116. Хомутенко М. В. Реалізація комбінованого навчання в хмаро орієнтованому навчальному середовищі з фізики / М. В. Хомутенко // Всеукр. наук.-практ. конф. студ. та молод. наук. «Фізика. Технології. Навчання» (24 березня 2017 р., Кропивницький) : зб. тез доп. – Кропивницький, 2017. – С. 107–113.

117. Хомутенко М. В. Роль концепції Г.С. Костюка для розвитку учнів в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища / М. В. Хомутенко // Наукова спадщина Григорія Костюка і сучасні проблеми особистісно орієнтованої освіти (18–29 квітня 2016 р., Кіровоград) : зб. матер. всеукр. наук.-метод. Ін-т. конф. – Кіровоград, 2016. – С. 357–366. – Бібліогр.: 9 назв.

118. Хуторской А. В. Ключевые компетенции как компонент личностно-ориентированной парадигмы образования / А. В. Хуторской // Народное образование. – 2003. – № 2. – С. 55–61.

119. Черных Л. А. Теоретические основы разработки методической системы обучения / Л. А. Черних // Евристика та дидактика точних наук. – Донецьк, 1995. – № 8. – С. 15–19.

120. Шарко В. Д. Залучення студентів до проектування і створення електронних навчальних середовищ з фізики як спосіб їх особистісно-орієнтованої підготовки до методичної діяльності / В. Д. Шарко // Інформаційні технології в освіті. – 2016. – № 29. – С. 32–62.

121. Шарко В. Д. Методологічні засади сучасного уроку: посібн. для вчителів і студ. / В. Д. Шарко. – Херсон : Вид-во ХНТУ, 2010. – 120 с.

122. Шишкіна М. П. Теоретико-методичні засади формування і розвитку хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу : дис... докт. пед. наук : 13.00.10 / Шишкіна Марія Павлівна ; М-во

освіти і науки України, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. – Київ, 2016. – 441 с. : іл. – Бібліогр.: с. 377–423 (401 назви).

123. Baiduc R. R. Mentored Discussions of Teaching: An Introductory Teaching Development Program for Future STEM Faculty [Electronic resource] / R. R. Baiduc, R. A. Linsenmeier, N. Ruggeri // *Innovative Higher Education*. – 2016. – Access mode: <https://www.scholars.northwestern.edu/en/publications/mentored-discussions-of-teaching-an-introductory-teaching-develop> (last access: 02.07.2017). – Title from the screen.

124. Bergmann J. Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day / J. Bergmann, A. Sams // Washington DC: International Society for Technology in Education. – 2012. – P. 120-190.

125. Bowden J. Competency – Based Education – Neither a Panacea nor a Pariah [Electronic resource] / J. Bowden. – Access mode: www.crm.hct.ac.ae/events/archive/tend.018.bowden.html (last access: 09.08.2016). – Title from the screen.

126. Coppola B. P. Advancing STEM teaching and learning with research teams / B. P. Coppola // *New Directions for Teaching and Learning*. – Volume 2009, – Issue 117, – P. 33–44. – Access mode: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tl.342> (last access: 09.08.2016). – Title from the screen.

127. Glow Script [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.glowscript.org/#/user/matterandinteractions/folder/matterandinteractions/program/08-Bohr-levels> (дата звернення: 08.01.2018). – Назва з екрану.

128. Harrison M. Supporting the T and the E in STEM: 2004–2010. / M. Harrison // *Design and Technology Education: An International Journal*. – 2011. – № 16 (1). – P. 17–25.

129. Hom E. J. What is STEM Education [Electronic resource] / E. J. Hom. – Access mode: <https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html> (last access: 09.08.2016). – Title from the screen.

130. Langdon D. STEM: Good jobs now and for the future. Washington, DC: U.S. Department of Commerce [Electronic resource] / D. Langdon [and other]. – Access mode: http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/stemfinaljuly14_1.pdf (last access: 09.08.2016). – Title from the screen.

131. Moreno R., Mayer R. E. Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity / R. Moreno, R. E. Mayer // *Journal of Educational Psychology*. – 1999. – № 91 (2). – P. 358–368.

132. Peters-Burton E. E. Inclusive STEM high school design: 10 critical components. / E. E. Peters-Burton [and other] // *Theory Into Practice*. – 2014. – № 53 (1). – P. 67–71.

133. PhET Interactive Simulations [Electronic resource]. – Access mode: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/nuclear-fission>. (last access: 08.01.2018). – Title from the screen.

134. STEM-освіта [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/> (дата звернення: 23.03.2017). – Назва з екрана.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕДАГОГІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Організація педагогічного експерименту

Для перевірки положень наукового дослідження, унаслідок якого було потрібно виявити ефективність розробленої методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі (див. п. 2.1), впродовж 2014 – 2018 рр. проводилась дослідно-експериментальна частина дослідження на базі закладів освіти Кіровоградської, Закарпатської, Рівненської областей (додаток К).

Експеримент – загальнонауковий метод дослідження, який полягає в активній теоретико-практичній діяльності експериментатора, що певним чином змінює ситуацію для планомірного вивчення об'єкта в природних і/або спеціально створених умовах [16].

Експеримент педагогічний – науково-поставлений дослід у сфері навчальної і/або виховної роботи з метою пошуку нових, більш ефективних способів вирішення педагогічної проблеми [16].

Наукова гіпотеза педагогічного експерименту дослідження зводиться до того, що за умови використання розробленої нами структури методичної системи (див. п. 2.1) навчання атомної і ядерної фізики старшокласників в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища засобами методів математичної статистики, якісного та кількісного аналізу результатів тестування, проведення контрольних робіт, (додаток К), забезпечиться формування предметних компетентностей учнів старших класів закладів загальної середньої освіти, значно підвищиться якість засвоєння знань і умінь, рівень навчальних досягнень учнів.

У проведеному нами педагогічному експерименті брали участь 625 учнів та 16 вчителів (додаток К). Традиційні етапи педагогічного експерименту: констатувальний, формувальний, підсумковий.

В організації та проведенні педагогічного експерименту важливу роль відіграє констатувальний етап. Констатувальний етап – це дослідження існуючого педагогічного стану та повного прийняття поставленої гіпотези про проектування хмаро орієнтованого навчального середовища з атомної і ядерної фізики в закладах загальної середньої освіти [11].

Для реалізації основних завдань констатувального експерименту було здійснено відбір закладів освіти відповідно до наступних вимог: достатня наповнюваність класів учнями; перевірка рівня навчальних досягнень; забезпечення закладу освіти сучасною комп'ютерною технікою, підключення до мережі Інтернет; наявність достатньої кількості фізичного обладнання в кабінеті фізики; готовність вчителів до участі в експерименті (додаток К; додаток Н).

На констатувальному етапі дослідження (2014 – 2015) здійснено аналіз психолого-педагогічної, науково-методичної [4; 8] й спеціальної літератури (див. п. 1.1 – 1.2), навчальних програм та шкільних підручників з фізики (див. п. 1.3), (додаток Б); визначені заклади освіти для проведення педагогічного експерименту (додаток К).

Метою констатувального експерименту було виявлення вихідного рівня знань, умінь і навичок з розділу атомної і ядерної фізики учнів старшої школи. У процесі проведення експерименту визначався рівень сформованості в учнів системи компетентностей з атомної і ядерної фізики (додаток К) та встановлювалися умови, за яких би забезпечувалась вища результативність підготовки учнів з розділу атомної і ядерної фізики.

На даному етапі педагогічного експерименту здійснено аналіз навчальних планів, навчальних програм загальноосвітніх шкіл, підручників, посібників, методичної літератури (див. п. 1.3; додаток А; додаток Б), матеріальної бази та стану розвитку навчального середовища закладів освіти, здійснено добір методів для проведення та обробки результатів дослідження, з'ясовано стан готовності вчителів до впровадження хмаро орієнтованого навчального середовища у освітній процес та готовності учнів до роботи в даному середовищі, зроблено уточнення гіпотези, відповідно до якої використання розробленої нами методики

навчання старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі, якісного та кількісного аналізу результатів проведення самостійних та контрольних робіт (додаток Е), забезпечиться формування предметних компетентностей учнів ЗЗСО, значно підвищиться якість засвоєння знань, умінь та рівень навчальних досягнень учнів з атомної і ядерної фізики.

Констатувальний етап включав у себе процедуру розроблення анкет (додаток Л), уточнення гіпотез, факторів, критеріїв для проведення дослідження та розробка тестів для визначення рівня вивченого матеріалу [18] та компетентності з теми, контрольні роботи (додаток Е.9) та творчі завдання (додаток Ж.1).

Формувальний етап (2015 – 2017) – це перевірка ефективності нових методів, прийомів та засобів, що за задумом дослідника, повинні покращити існуючий стан педагогічного явища та підтвердити чи спростувати гіпотезу дослідження [11].

На формувальному етапі виконано такі завдання: визначено компоненти, розроблено структуру методичної системи навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі; обґрунтовано умови її впровадження в освітній процес; створено та апробовано методичні матеріали [18].

Об'єктивна оцінка ефективності методики навчання атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі є головною ціллю педагогічного експерименту. Формувальний етап включав у себе проведення експериментів у закладах загальної середньої освіти.

З метою визначення рівня сформованості теоретичних знань учнів виділено критерії, за основу було взято критерії оцінювання, що задекларовані у програмах з фізики для ЗЗСО [13] та адаптовані до вимог та умов нашого наукового дослідження (таблиця 3.1).

Для проведення формувального етапу педагогічного експерименту було розділено учнів на експериментальну й контрольну групи, а також підготовлено вчителів фізики до реалізації розробленої методики в практиці навчання

атомної і ядерної фізики в 11-х класах; упроваджено дидактичні матеріали [18]; проведено діагностику результатів упровадження методичних рекомендацій в освітній процес (додаток Е; додаток К). Учителів забезпечено потрібними матеріалами: вони мали змогу користуватися підготовленим навчально-методичним посібником [18], у якому подано теоретичні й практичні матеріали для реалізації освітнього процесу. Учні залучено до виконання індивідуальних дослідницьких завдань контекстного змісту (додаток Ж), тематику яких визначено так, що їх виконання передбачає роботу з різними джерелами інформації (додаток В), представленої в різних формах. Окрім того, ці завдання мають практичну спрямованість і міждисциплінарний зміст.

Таблиця 3.1

Критерії та рівні сформованості теоретичних знань учнів

Рівні навчальних досягнень	Критерії оцінювання навчальних досягнень
Низький рівень	Учень з допомогою вчителя зв'язно описує явища атомної і ядерної фізики або його частини без пояснень відповідних причин; розрізняє буквені позначення окремих фізичних величин атомної і ядерної фізики
Середній рівень	Учень описує явища атомної і ядерної фізики; відтворює значну частину навчального матеріалу; знає одиниці вимірювання окремих фізичних величин і формули з розділу атомної і ядерної фізики; виявляє елементарні знання основних законів, понять, формул атомної і ядерної фізики
Достатній рівень	Учень уміє пояснювати явища атомної і ядерної фізики; аналізувати, узагальнювати знання, систематизувати їх; зі сторонньою допомогою робити висновки; володіє вивченим матеріалом у стандартних ситуаціях; наводить приклади його практичного застосування та аргументи на підтвердження власних думок
Високий рівень	Учень на високому рівні опанував програмовий матеріал атомної і ядерної фізики; самостійно, у межах чинної програми, оцінює різноманітні явища, факти, теорії; використовує здобуті знання та вміння в нестандартних ситуаціях; поглиблює набуті знання, уміє аналізувати явища атомної і ядерної фізики; робить відповідні висновки й узагальнення; уміє знаходити й аналізувати додаткову інформацію

На підсумковому етапі (2018) проаналізовано й узагальнено результати дослідження: визначено розподіли учнів контрольних і експериментальних груп за рівнями сформованості знань у кінці педагогічного експерименту; здійснено порівняння розподілів учнів обох груп на початку та в кінці

експерименту статистичними методами; виконано узагальнення результатів педагогічного експерименту.

Під час проектування педагогічного експерименту основоположним для нас було твердження, що це дослідна діяльність, яку організовано для вивчення причинно-наслідкових зв'язків у педагогічних явищах, що припускає моделювання педагогічного явища й умов його перебігу; активний вплив дослідника на педагогічне явище; вимірювання результатів педагогічного впливу та взаємодії.

3.2. Результати педагогічного експерименту

Статистичну перевірку результатів дослідження було проведено за допомогою критерію Стюдента: $n = \frac{t^2 pq}{\varepsilon^2}$, де n – об'єм вибірки, t – коефіцієнт Стюдента, p і q – ймовірність правильних і неправильних відповідей, ε – гранично допустима похибка. Оскільки величини p і q невідомі, то ми прийняли, що $p = q = 0,5$. Тоді добуток ($p \cdot q$) буде максимальним, а шукана величина n дещо завищеною, але цілком надійною. Скориставшись таблицею значень функції $F(t)$ та врахувавши, що $P = F(t) = 0,95$, було знайдено коефіцієнт Стюдента $t = 1,96$.

Отже, для того, щоб із достатньою ймовірністю можна було стверджувати, що похибка отриманих результатів не перевищила 5 %, необхідно охопити не менш, ніж 385 учнів.

До експерименту було залучено 625 учнів з 16 закладів освіти (додаток К). Класи добирались таким чином, щоб вони відповідали потребам проведення педагогічного експерименту (див. п. 3.1). А саме, в належному стані матеріальна база кабінету фізики, комп'ютерні класи з доступом до Інтернету, середня наповнюваність класів складала понад 10 учнів, досвідчені вчителі, які залучаються до роботи за розробленою нами методикою (див. п. 2.1 – 2.2).

Перед проведенням педагогічного експерименту був проведений аналіз рівня навчальних досягнень учнів. Оскільки навчання розділу «Атомна і ядерна

фізика» починається в II семестрі, то в якості показників взято результати семестрового оцінювання учнів з фізики в 11 класі. Розподіл навчальних досягнень учнів за рівнями представлений у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Розподіли учнів за рівнями навчальних досягнень на початку педагогічного експерименту

ЗЗСО	Рівень		Низький		Середній		Достатній		Високий		Всього учнів
	К-сть	%	К-сть	%	К-сть	%	К-сть	%	К-сть	%	
Кіровоградський обласний навчально-виховний комплекс (гімназія-інтернат – школа мистецтв) Кіровоградської обласної ради	6	5,2	50	43,5	43	37,4	16	13,9			115
Богданівська загальноосвітня школа I-III ступенів № 1 ім. І.Г. Ткаченка Знам'янської районної ради Кіровоградської області	2	11,8	7	41,2	6	35,3	2	11,8			17
Богданівська загальноосвітня школа I-III ступенів № 2 Знам'янської районної ради Кіровоградської області	3	9,7	14	45,2	11	35,5	3	9,7			31
Володимирівська загальноосвітня школа I-III ступенів Знам'янської районної ради Кіровоградської області	4	11,1	15	41,7	13	36,1	4	11,1			36
Дмитрівська загальноосвітня школа I-III ступенів № 2 імені Т.Г.Шевченка Знам'янської районної ради Кіровоградської області	3	7,9	17	44,7	14	36,8	4	10,5			38
Добровеличківська загальноосвітня школа I-III ступенів № 1 Добровеличківської районної ради Кіровоградської області	2	10,5	8	42,1	7	36,8	2	10,5			19
Добровеличківська спеціалізована загальноосвітня школа-інтернат I-III ступенів Добровеличківської районної ради Кіровоградської області	1	6,7	7	46,7	5	33,3	2	13,3			15
Комунальний заклад «Навчально-виховне об'єднання № 35 «Загальноосвітня школа I-III ступенів, позашкільний центр» Кіровоградської міської ради Кіровоградської області	3	11,1	12	44,4	9	33,3	3	11,1			27

Продовж. табл. 3.2

ЗЗСО	Рівень		Низький		Середній		Достатній		Високий		Всього учнів
	К-сть	%	К-сть	%	К-сть	%	К-сть	%			
Комунальний заклад «Новгородківський навчально-виховний комплекс «Загальноосвітня школа I-III ступенів – дошкільний навчальний заклад»	4	9,5	19	45,2	15	35,7	4	9,5	42		
Комунальний заклад «Новгородківський навчально-виховний комплекс імені заслуженого вчителя України П.Ф. Козуля «Загальноосвітня школа I-III ступенів – дошкільний навчальний заклад»	2	7,7	12	46,2	9	34,6	3	11,5	26		
Мошоринська загальноосвітня школа I-III ступенів Знам'янської районної ради Кіровоградської області	3	9,4	15	46,9	11	34,4	3	9,4	32		
Перчунівська загальноосвітня школа I-III ступенів Добровеличківської районної державної адміністрації Кіровоградської області	1	6,7	7	46,7	5	33,3	2	13,3	15		
Гнатівський навчально-виховний комплекс «Мрія» Добровеличківської районної ради	2	6,7	13	43,3	11	36,7	4	13,3	30		
Трепівська загальноосвітня школа I-III ступенів Знам'янської районної ради Кіровоградської області	4	11,4	15	42,9	12	34,3	4	11,4	35		
Комунальний заклад «Школа-інтернат II-III ступенів «Рівненський обласний ліцей» Рівненської обласної ради	3	8,6	16	45,7	12	34,3	4	11,4	35		
Тячівська загальноосвітня школа I-III ступенів № 2 Тячівської міської ради Закарпатської області	8	7,1	49	43,8	43	38,4	12	10,7	112		
Разом	51	8,2	276	44,2	226	36,2	72	11,5	625		

Аналіз наведеної таблиці 3.2 дає підстави для висновку, що розподіли за рівнями навчальних досягнень є приблизно однаковими в кожному закладі загальної середньої освіти, які брали участь у педагогічному експерименті.

Для перевірки однорідності розподілів перед початком формувального експерименту потрібно: знайти основні кількісні характеристики вибірок та порівняти їх середні арифметичні.

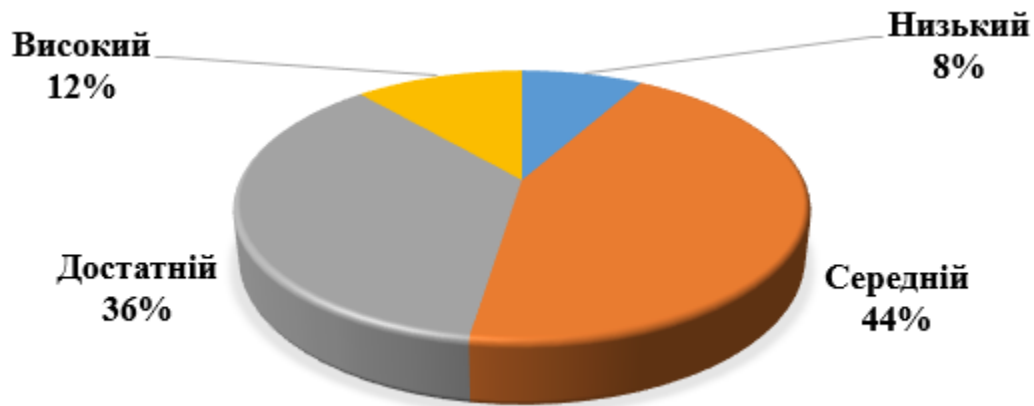


Рис. 3.1. Кругова діаграма розподілу учнів за рівнями навчальних досягнень

Для всіх груп здійснено обчислення таких числових характеристик вибірок (табл. 3.3):

- вибіркоче середнє $\bar{x} = \frac{\sum x_i n_i}{n}$;
- вибіркова дисперсія $D_x = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 n_i}{n}$;
- вибіркоче середнє квадратичне відхилення $\sigma_x = \sqrt{D_x}$;
- виправлена дисперсія $S_x^2 = \frac{n}{n-1} D_x$;
- стандартне відхилення $S_x = \sqrt{\frac{n}{n-1} D_x}$;
- точність оцінки середнього вибіркового $\delta_x = 0,05$;

Довірчий інтервал: $\bar{x} - \delta_x$; $\bar{x} + \delta_x$.

Таблиця 3.3

Результати обробки числових характеристик вибірок на початку педагогічного експерименту

№ п/п ЗССО	Числові характеристики вибірок							
	вибіркоче середнє, \bar{x}	вибіркова дисперсія, D_x	вибіркоче середнє квадратичне відхилення, σ_x	виправлена дисперсія, S_x^2	стандартне відхилення, S_x	точність оцінки середнього вибіркового, δ_x	Довірчий інтервал	
							$\bar{x} + \delta_x$	$\bar{x} - \delta_x$
1.	6,7	4,99	2,23	5,08	2,25	0,05	2,25+0,05	2,25-0,05
2.	6,5	5,07	2,25	5,73	2,39	0,05	2,39+0,05	2,39-0,05
3.	6,5	4,96	2,23	5,29	2,30	0,05	2,30+0,05	2,30-0,05
4.	6,6	4,97	2,23	5,25	2,29	0,05	2,29+0,05	2,29-0,05

Продовж. табл. 3.3

№ п/п ЗССО	Числові характеристики вибірок							
	вибіркове середнє, \bar{x}	вибіркова дисперсія, D_x	вибіркове середнє квадратичне відхилення, σ_x	виправлена дисперсія, S_x^2	стандартне відхилення, S_x	точність оцінки середнього вибіркового, δ_x	Довірчий інтервал	
							$\bar{x} + \delta_x$	$\bar{x} - \delta_x$
5.	6,7	4,94	2,22	5,21	2,28	0,05	2,28+0,05	2,28-0,05
6.	6,5	5,09	2,26	5,67	2,38	0,05	2,38+0,05	2,38-0,05
7.	6,6	4,96	2,23	5,69	2,39	0,05	2,39+0,05	2,39-0,05
8.	6,4	5,06	2,25	5,46	2,34	0,05	2,34+0,05	2,34-0,05
9.	6,4	4,94	2,22	5,19	2,28	0,05	2,28+0,05	2,28-0,05
10.	6,5	4,94	2,22	5,34	2,31	0,05	2,31+0,05	2,31-0,05
11.	6,3	5,23	2,29	5,23	2,29	0,05	2,29+0,05	2,29-0,05
12.	6,6	4,91	2,22	5,63	2,37	0,05	2,37+0,05	2,37-0,05
13.	6,7	5,06	2,25	5,36	2,32	0,05	2,32+0,05	2,32-0,05
14.	6,5	4,99	2,23	5,29	2,30	0,05	2,30+0,05	2,30-0,05
15.	6,7	5,20	2,28	5,51	2,35	0,05	2,35+0,05	2,35-0,05
16.	6,6	5,08	2,25	5,17	2,27	0,05	2,27+0,05	2,27-0,05

Визначені довірчі інтервали перекриваються (рис. 3.2), що дозволяє говорити про відсутність розбіжності у всіх групах учнів у закладах освіти, що були охоплені педагогічним експериментом (табл. 3.2) на початку експерименту.

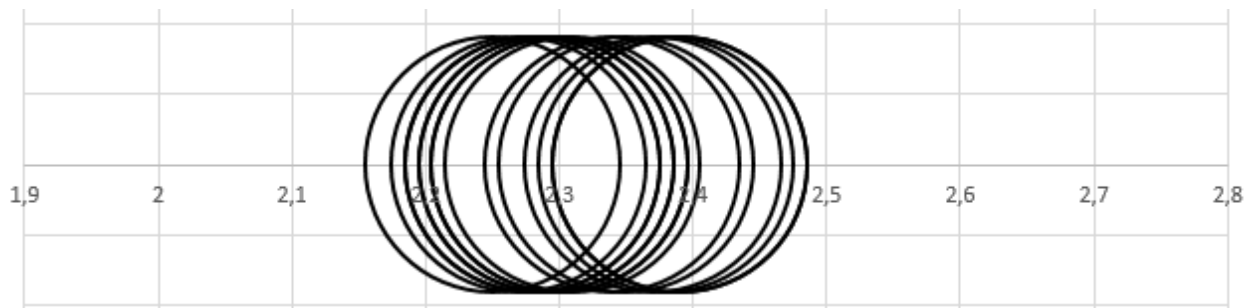


Рис. 3.2. Довірчі інтервали для вибірок на початку педагогічного експерименту

Суттєвим для дослідження була статистична перевірка характеру відмінностей. Вибірки учнів були випадковими та незалежними. Для кожної з них була реальна можливість увійти до будь-якої з чотирьох категорій вимірюваної властивості.

Названі властивості задовольняють умови застосування для порівняння результатів тестування критерію χ^2 (хі-квадрат) [9, с. 96].

У зв'язку з невеликою кількістю категорій шкали вимірювання (всього чотири категорії) скористаємося двостороннім критерієм χ^2 , який придатний для перевірки результатів у тих ситуаціях, коли отримувані в ході виконання

експерименту дані подаються у вигляді таблиці $2 \times C$ (в нашому випадку у вигляді таблиці 2×4 – контрольна та експериментальна групи і чотири рівні навчальних досягнень).

Методика застосування критерію χ^2 передбачає співставлення емпіричних розподілів для вибірок більше 50, порівняння спостережуваного та табличного значення критерію, на підставі чого робиться висновок про суттєвий чи несуттєвий характер відмінностей в розподілах учнів за обраною ознакою. Технологія методу передбачає, що, чим більше розбіжність між $\chi_{\text{сп}}^2$ (спостережуване значення критерію χ^2) та $\chi_{\text{кр}}^2$ (критичне значення критерію χ^2), тим істотніші відмінності у розподілах. Оскільки в педагогічному експерименті брали участь лише два заклади освіти в яких кількість вибірок перевищує 50, то дану методику застосовано лише для них.

Спостережуване значення критерію χ^2 розраховуємо за формулою [9, с. 101]:

$$\chi^2 = \frac{1}{n \cdot m} \sum_{i=1}^C \frac{(nO_{2i} - mO_{1i})^2}{O_{2i} - O_{1i}},$$

де O_{2i} та O_{1i} – кількість учнів, які потрапили до i -тої групи, що відповідає певному рівню (початковий, середній, достатній, високий), n та m – об'єми вибірок, C – кількість категорій стану вибірок (рівнів, що в нашому дослідженні дорівнює 4).

Знаходимо значення статистики до початку експерименту:

$$\chi_{\text{сп}}^2 = \frac{1}{n \cdot m} \sum_{i=1}^C \frac{(nO_{2i} - mO_{1i})^2}{O_{2i} - O_{1i}} = 0,828.$$

Критичне значення $\chi_{\text{кр}}^2$ визначене за таблицею [9] для трьох ступенів свободи ($\nu = C - 1 = 3$) і рівня значущості $\alpha = 0,05$, який вважається допустимим для педагогічних досліджень та дорівнює $\chi_{\text{кр}}^2 = 7,815$. Порівняння спостережуваного та критичного значення критерію показує, що $\chi_{\text{сп}}^2 < \chi_{\text{кр}}^2$ ($0,828 < 7,815$).

Такий результат дає підстави говорити про відсутність суттєвих відмінностей між вибірками на початку педагогічного експерименту.

Порівняння середніх вибірових (критерій Стьюдента).

Спостережуване значення критерію:

$$Z_{\text{сп}} = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{D_x}{n} + \frac{D_y}{m}}} = 0,37.$$

За таблицею функції Лапласа знаходимо критичну точку з рівності:

$$\Phi(Z_{\text{кр}}) = \frac{1 - \alpha}{2} = \frac{1 - 0,05}{2} = 0,475.$$

$$Z_{\text{кр}} = 1,96.$$

Оскільки $Z_{\text{сп}} < Z_{\text{кр}}$ ($0,37 < 1,96$), то різниця між вибіровими середніми не є суттєвою.

Таким чином, перед початком формувального експерименту нами дотримано принцип однаковості кількісних і якісних показників, а також виявлено, що середні значення навчальних досягнень учнів з фізики у ЗЗСО, які приймали участь у педагогічному експерименті на початковому етапі експерименту суттєво не відрізняються.

Головною ідеєю, яку ми переслідували на формувальному етапі педагогічного дослідження, була практична перевірка ефективності розробленої нами методики навчання атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі (див. п. 2.1).

У контрольних класах навчання фізики здійснювалося за традиційною методикою, яка передбачала опанування питань атомної і ядерної фізики в 11 класі. Експериментальні класи навчалися відповідно до запропонованої нами методики (див. п. 2.1) із використанням створеного та наповненого хмаро орієнтованого навчального середовища (див. п. 2.2).

Результати перевірки рівня опанування учнями системою теоретичного знання на основі аналізу відповідей на запитання тестів (додаток К) подано в таблиці 3.4 та на рисунку 3.3.

Таблиця 3.4

Рівні опанування учнями системою теоретичного знання (після завершення експерименту)

Група	Кількість учнів, які відповідають рівню				Всього учнів
	Початковий (1–3 бали)	Середній (4–6 балів)	Достатній (7–9 балів)	Високий (10–12 балів)	
Контрольна	30	137	111	37	315
Експериментальна	24	90	152	44	310
Разом	54	227	263	81	625

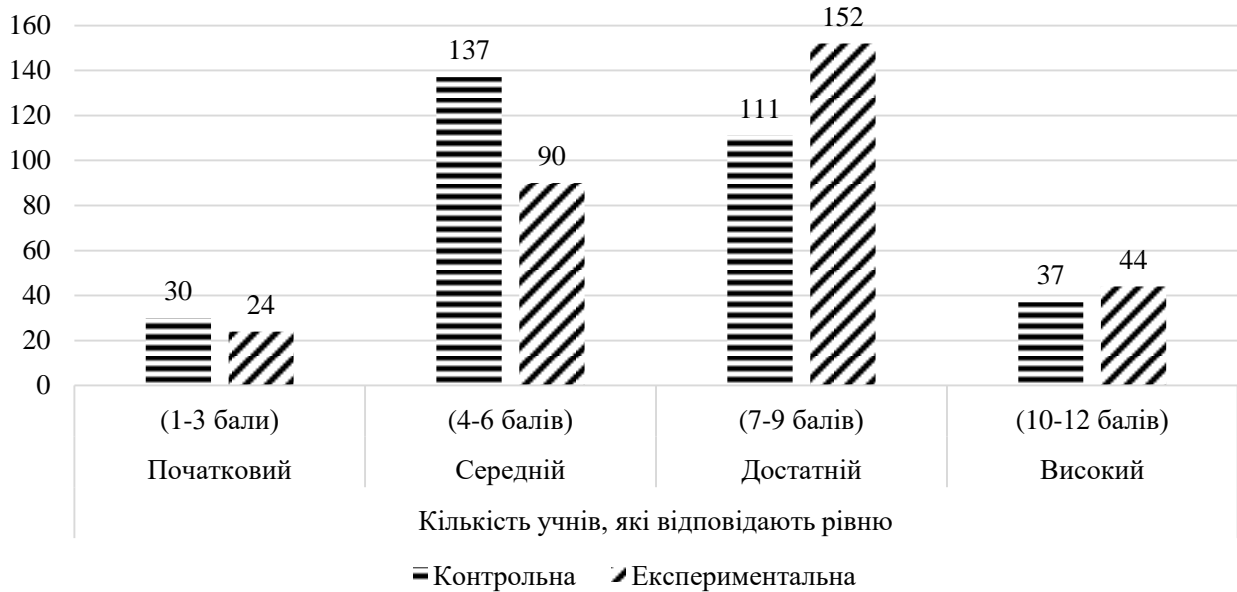


Рис. 3.3. Порівняння рівнів опанування теоретичним знанням після завершення педагогічного експерименту

Для обох груп здійснено обрахунки таких числових характеристик вибірок, табл. 3.5:

- вибіркоче середнє $\bar{x} = \frac{\sum x_i n_i}{n}$;
- вибіркова дисперсія $D_x = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 n_i}{n}$;
- вибіркоче середнє квадратичне відхилення $\sigma_x = \sqrt{D_x}$;
- виправлена дисперсія $S_x^2 = \frac{n}{n-1} D_x$;
- стандартне відхилення $S_x = \sqrt{\frac{n}{n-1} D_x}$;
- точність оцінки середнього вибіркового $\delta_x = 0,25$;

Довірчий інтервал: $\bar{x} - \delta_x$; $\bar{x} + \delta_x$.

Таблиця 3.5

**Результати обробки результатів порівняння рівнів опанування
теоретичним знанням після завершення педагогічного експерименту**

Числові характеристики вибірок	Контрольна	Експериментальна
вибіркове середнє, \bar{x}	6,6	7,2
вибіркова дисперсія, D_x	4,68	4,60
вибіркове середнє квадратичне відхилення, σ_x	2,16	2,14
виправлена дисперсія, S_x^2	4,71	4,63
стандартне відхилення, S_x	2,17	2,15
точність оцінки середнього вибіркового, δ_x	0,25	0,25
Довірчий інтервал:	6,6-0,25	7,2-0,25
$\bar{x} - \delta_x$	6,6+0,25	7,2+0,25
$\bar{x} + \delta_x$		

Статистична обробка результатів після завершення експерименту (табл. 3.5) показала, що довірчий інтервал експериментальної групи перевищує відповідний показник контрольної групи (рис. 3.4), а також, що вони не перекриваються, що у свою чергу дає підстави [15] стверджувати з надійністю $\gamma=0,95$, що рівень опанування учнями системою теоретичних знань вищий в експериментальних класах. Це пояснюється впровадженням авторської методики навчання (див. п. 2.1), а не випадковими впливами.

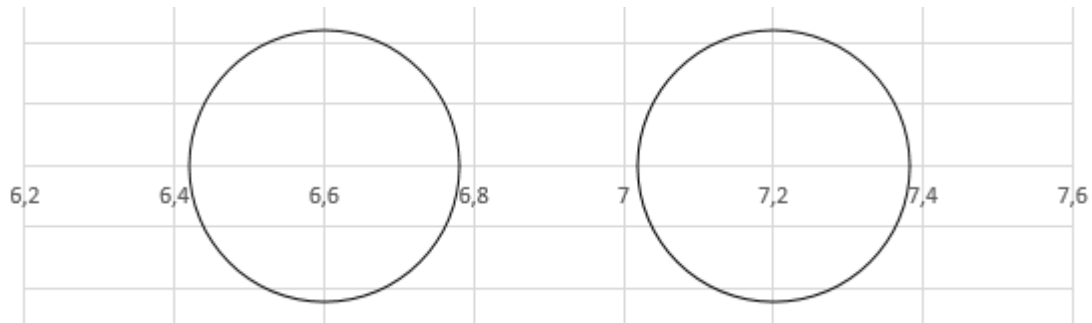


Рис. 3.4. Довірчі інтервали контрольної та експериментальної груп після завершення перевірки рівня опанування системою теоретичного знання

Знаходимо значення статистики χ^2 з метою виявлення відмінностей між вибірками за наслідками опанування системою теоретичних знань (використовуємо програму Microsoft Excel):

$$\chi_{\text{сп}}^2 = \frac{1}{n \cdot m} \sum_{i=1}^C \frac{(nO_{2i} - mO_{1i})^2}{O_{2i} - O_{1i}} = 17,356,$$

де O_{2i} та O_{1i} – кількість учнів експериментальної та контрольної груп відповідно, які потрапили до i -тої групи, що відповідає певному рівню (початковий, середній, достатній, високий), n та m – об'єми вибірок, C –

кількість категорій стану вибірок (рівнів, що в нашому дослідженні дорівнює 4).

Критичне значення $\chi_{кр}^2$ визначене за таблицею [9] для трьох ступенів свободи ($\nu = C - 1 = 3$) і рівня значущості $\alpha = 0,05$, який вважається допустимим для педагогічних досліджень та дорівнює $\chi_{кр}^2 = 7,815$. Порівняння спостережуваного та критичного значення критерію показує, що $\chi_{сп}^2 > \chi_{кр}^2$ ($17,356 > 7,815$).

Такий результат дає підстави говорити про істотні ($\Delta\chi^2 = 9,541$) зрушення у розподілі учнів за даним критерієм та відповідно наявність суттєвих відмінностей між контрольними та експериментальними класами в опануванні теоретичними знаннями.

Порівняння середніх вибірових (критерій Стюдента).

Спостережуване значення критерію:

$$Z_{сп} = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{D_x}{n} + \frac{D_y}{m}}} = 3,48.$$

За таблицею функції Лапласа знаходимо критичну точку з рівності:

$$\Phi(Z_{кр}) = \frac{1 - 2\alpha}{2} = \frac{1 - 0,1}{2} = 0,45.$$

$$Z_{кр} = 2,58.$$

Оскільки $Z_{сп} > Z_{кр}$ ($3,48 > 2,58$), це свідчить про сутєву відмінність між середнім вибіровим спостережуваного значення критерію Стюдента та його критичним значенням.

Значущість різниці пояснюється ефективністю впровадження нових методичних підходів до навчання атомної і ядерної фізики на основі впровадженної методики навчання в хмаро орієнтованому навчальному середовищі (див. п. 2.2).

Після завершення навчання атомної і ядерної фізики було проведено комплексну контрольну роботу (додаток Е.9) з метою визначення загального

рівня опанування учнями системи знань. Результати контрольної роботи подано в таблиці 3.6. та на рисунку 3.5.

Таблиця 3.6

Результати комплексної контрольної роботи після завершення педагогічного експерименту та розподіл учнів за рівнями досягнень

Група	Кількість учнів, які відповідають рівню				Всього учнів
	Початковий (1–3 бали)	Середній (4–6 балів)	Достатній (7–9 балів)	Високий (10–12 балів)	
Контрольна	27	129	127	32	315
Експериментальна	21	83	159	47	310
Разом	48	212	286	79	625



Рис. 3.5. Порівняння рівнів опанування оволодіння знанням після завершення педагогічного експерименту за результатами комплексної контрольної роботи

Для обох груп здійснено обрахунки ряду числових характеристик вибірок (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Результати обробки результатів порівняння рівнів опанування оволодіння знанням після завершення педагогічного експерименту за результатами комплексної контрольної роботи

Числові характеристики вибірок	Контрольна	Експериментальна
вибіркове середнє, \bar{x}	6,4	7,3
вибіркова дисперсія, D_x	5,07	5,51
вибіркове середнє квадратичне відхилення, σ_x	2,25	2,35
виправлена дисперсія, S_x^2	5,11	5,55
стандартне відхилення, S_x	2,26	2,36
точність оцінки середнього вибіркового, δ_x	0,25	0,25
Довірчий інтервал:	6,4-0,25	7,3-0,25
	$\bar{x} - \delta_x$ $\bar{x} + \delta_x$	6,4+0,25 7,3+0,25

Статистична обробка результатів комплексної контрольної роботи свідчить, що довірчий інтервал експериментальної групи перевищує відповідний показник контрольної групи (рис. 3.6). Довірчі інтервали не перекриваються. Це дає підстави стверджувати з надійністю $\gamma=0,95$, що рівень опанування учнями системою теоретичних знань вищий в експериментальних класах. Це пояснюється впровадженням авторської методики навчання (див. п. 2.1), а не випадковими впливами.

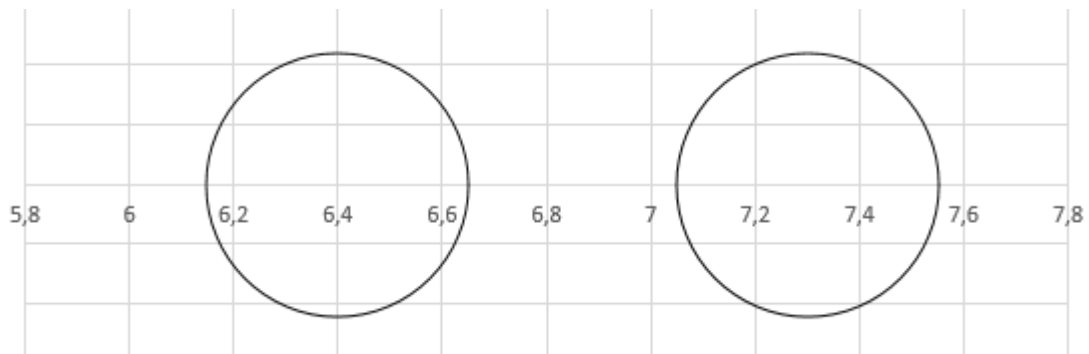


Рис. 3.6. Довірчі інтервали контрольної та експериментальної груп за результатами комплексної контрольної роботи

Знаходимо значення статистики χ^2 з метою виявлення відмінностей між вибірками за наслідками опанування системою теоретичних знань (використовуємо програму Microsoft Excel):

$$\chi_{\text{сп}}^2 = \frac{1}{n \cdot m} \sum_{i=1}^c \frac{(nO_{2i} - mO_{1i})^2}{O_{2i} + O_{1i}} = 17,121.$$

де O_{2i} та O_{1i} – кількість учнів експериментальної та контрольної груп відповідно, які потрапили до i -тої групи, що відповідає певному рівню (початковий, середній, достатній, високий), n та m – об'єми вибірок, C – кількість категорій стану вибірок (рівнів, що в нашому дослідженні дорівнює 4).

Критичне значення $\chi_{\text{кр}}^2$ визначене за таблицею для трьох ступенів свободи ($\nu = C - 1 = 3$) і рівня значущості $\alpha = 0,05$, який вважається допустимим для педагогічних досліджень та дорівнює $\chi_{\text{кр}}^2 = 7,815$. Порівняння спостережуваного та критичного значення критерію показує, що $\chi_{\text{сп}}^2 > \chi_{\text{кр}}^2$ ($17,121 > 7,815$).

Такий результат дає підстави говорити про істотні ($\Delta\chi^2 = 9,306$) зрушення у розподілі учнів за даним критерієм та відповідно наявність суттєвих відмінностей між контрольними та експериментальними класами в опануванні емпіричними знаннями.

Порівняння середніх вибірових (критерій Стюдента).

Спостережуване значення критерію:

$$Z_{\text{сп}} = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{D_x}{n} + \frac{D_y}{m}}} = 4,89.$$

За таблицею функції Лапласа знаходимо критичну точку з рівності:

$$\Phi(Z_{\text{кр}}) = \frac{1 - 2\alpha}{2} = \frac{1 - 0,1}{2} = 0,45.$$

$$Z_{\text{кр}} = 2,58.$$

Оскільки $Z_{\text{сп}} > Z_{\text{кр}}$ ($4,89 > 2,58$), це свідчить про сутєву відмінність між середнім вибіровим спостережуваного значення критерію Стюдента та його критичним значенням.

Значущість різниці пояснюється ефективністю впровадження нових методичних підходів до атомної і ядерної фізики на основі впровадженої методики навчання (див. п. 2.1) в хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Аналіз одержаних результатів (табл. 3.7) переконливо засвідчує, що запровадження в освітньому процесі фізики лише традиційних підходів до навчання без урахування сучасних тенденцій розвитку навчального середовища не забезпечує того рівня опанування системою фізичного знання, який досягається в результаті запровадження авторської методики навчання (див. п. 2.1) старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Проведений педагогічний експеримент, статистична обробка його результатів та проведений кореляційний аналіз (додаток К), що мають статистично достовірний характер, переконливо доводять ефективність

пропонованої методики навчання старшокласників атомної і ядерної фізики у хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Для того щоб переконатися в ефективності розробленої методики навчання атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі нами проведено поелементний аналіз рівня засвоєння знань учнів.

У ході аналізу змісту розділу «Атомна і ядерна фізика» (див. п. 1.3) ми виділили 180 понять, явищ, процесів, принципів та фундаментальних взаємодій, які зустрічаються під час його вивчення (додаток А.3).

Обробка отриманих даних здійснювалась за методикою, запропонованою П. Н. Воловиком [5; 6; 7] і Ю. В. Павловим [12]. Коефіцієнт засвоєння елементів знань (K_3) визначається (у відсотках) відношенням числа відтворених елементів знань до максимально можливого числа елементів і обчислюється зі співвідношення:

$$K_3 = \frac{N}{N_0},$$

де N – число правильних відповідей, визначається добутком числа правильних відповідей на число учнів (n), які брали участь в експерименті; N_0 – максимально можливе число відповідей на запитання, визначається добутком числа елементів знань на число учнів (n), які брали участь в експерименті.

У ході констатувального експерименту нами з'ясувалися коефіцієнти засвоєння знань (K_3) учнів з визначених нами показників (додаток К).

Ми розраховали середню похибку вибірки в експериментальному навчанні згідно розробленої методики [12, с. 125–128]. Математична ефективність структури навчального матеріалу і методики її навчання перевірялась через достовірність одержаної різниці коефіцієнтів засвоєння елементів знань.

$$P_{pk} = \sqrt{\frac{K_{pk}(1 - K_{pk})}{n_k}}$$

$$P_{pk} = 1,84$$

$$P_{pe} = \sqrt{\frac{K_{pe}(1 - K_{pe})}{n_e}}$$

$$P_{pk} = 2,45$$

де P_{pe} та P_{pk} , K_{pe} та K_{pk} , n_e та n_k – відповідно середні похибки правильних відповідей, коефіцієнти засвоєння знань, кількість учнів у експериментальних та контрольних групах.

Середня імовірність правильних відповідей на запитання розраховується середньою помилкою їх різниці:

$$P_\alpha = \sqrt{P_{pk}^2 + P_{pe}^2}$$

$$P_\alpha = 3,06 \cdot 10^{-2}$$

Таким чином, помилка середньої ймовірності правильних відповідей не перевищує 3,06 %. Оцінку імовірності достовірності одержаної різниці проведено за допомогою нормального відхилення:

$$t_\alpha = \frac{K_{pe} - K_{pk}}{P_\alpha} = \frac{d}{P_\alpha}$$

$$t_\alpha = 11,3$$

Так як $t \gg 3$, 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 навчання змісту атомної і ядерної. За таблицями Стьюдента [7, с. 207] імовірність достовірності одержаної різниці ймовірностей засвоєння знань в експериментальних і контрольних групах рівна 0,9999.

В якості показників ефективності запропонованої методики по відношенню до традиційної використовувалися: середній показник засвоєння знань K_3 , математичне сподівання E , дисперсія D , середнє квадратичне відхилення σ , міра розсіювання M (табл. 3.8), які обчислювалися за наступними формулами [7, с. 28-31]:

$$E = \sum_{i=1}^{180} p \cdot z$$

$$D = \sum_{i=1}^{180} (p - E)^2 \cdot z$$

$$\sigma = \sqrt{D}$$

$$M = \sigma\sqrt{2}$$

де p – кількість правильних відповідей, z – імовірність.

Різниця d якості вивчення елементів знань з атомної і ядерної фізики їх співвідношення у контрольних та експериментальних групах є суттєвою на рівні достовірності 95 %, так як критерій Стьюдента має значення 11,3.

Таблиця 3.8

Основні характеристики статистичних відхилень

Групи	K_3 , %	E	D	σ	M
Контрольні	47	83,8	7207,8	84,9	120
Експериментальні	81	146,3	19965,8	141,3	199,8

На якість виконання письмових робіт при експерименті випадкові фактори у контрольних та експериментальних групах мало впливали, а пояснити розбіжність $\sigma_e = 141,3$, $\sigma_k = 84,9$ можна впровадженням методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі. Значення моди у експериментальних групах значно вище, ніж у контрольних, що вказує на вищу якість у засвоєнні нових знань, пропедевтики, яких не здійснено раніше.

Тому можна говорити про достатню ефективність удосконаленої методики навчання розділу атомної і ядерної фізики та надійності результатів педагогічного експерименту. Помилка середньої імовірності правильних відповідей у контрольних групах знаходиться у межах 1,28–2,26 %, а в експериментальних – від 2,15 до 2,68 % і не перевищує прийнятої нами граничної похибки 5 %. Рівень достовірності елементів знань складає 0,988. Ці значення не виходять за прийняті нами межі помилки.

Педагогічний експеримент проводився з учнями у різних закладах загальної середньої освіти (додаток К), що не дозволило в однаковій мірі вивчати та аналізувати освітній процес у всіх експериментальних і контрольних класах. Крім цього, у кожного вчителя, що брав участь в експерименті, свої

бачення організації освітнього процесу та логіки навчального предмету. Проте результати експериментального навчання виявились практично однаковими.

Таким чином, проведений педагогічний експеримент підтвердив ефективність запропонованої методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі в закладах загальної середньої освіти.

3.3. Експертна оцінка методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі

Задля визначення значущості розробленої методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі (див. п. 2.1), програмного [1; 2], методичного забезпечення [3; 18], хмаро орієнтованого навчального середовища для старшокласників з атомної і ядерної фізики (<http://moodle.kspu.kr.ua/course/view.php?id=778>), проводилося їх експертне оцінювання фахівцями у галузі освіти, методистами з фізики, інформатики та математики (додаток Л.2). Серед 50 експертів 3 – доктори наук, 11 – кандидати наук. Вчене звання професора мають 3 експертів. Один експерт завідувач навчальною лабораторією. До складу експертів ввійшли 36 вчителів, що працюють у школах різного типу і профілю, серед яких 5 – вчителі-методисти, 20 вчителів мають вищу категорію.

Експерти, що взяли участь в експертизі мають науково-педагогічний стаж: у двох експертів перевищує 40 років, стаж 3 експертів перевищує 20 років, 4 мають 10–19 років науково-педагогічного стажу, в 5 експертів стаж складає 5–9 років. Педагогічний стаж роботи: 8 мають стаж понад 30 років, 10 – понад 20 років, 14 – понад 10 років, в 2 експертів стаж складає 5–9 років, менше 5 років мають 2 особи. Основні відомості про експертів подані у додатку Л.2.

Результати експертного оцінювання проводилась за методикою «Оцінки відносної важливості кожної окремо взятої вимоги» [10] до комплекту дидактичних матеріалів. Бланк анкети експерта наведено у додатку Л.1.

Результати оцінки відносної важливості кожної вимоги (дидактичної, інформаційної, науково-технічної та відповідності змісту навчального матеріалу), що наведені у додатках Л.3 – Л.4, оцінювалися за 100-бальною шкалою відповідно розробленої методики [10].

В якості показників для визначення значущості кожної вимоги вводяться такі показники: показник узагальненої думки; ступінь погодженості думок експертів; статистична значущість показника погодженості думок експертів; показники активності експертів; показники компетентності експертів.

А. Показники узагальненої думки характеризувалися наступними величинами:

Середнє арифметичне M_j величини оцінки певної вимоги (у балах за 100-бальною шкалою), що обчислювалася за формулою з [10]:

$$M_j = \frac{1}{m_j} \sum_{i=1}^m C_{ij},$$

де m – кількість експертів, що оцінювали j -ту вимогу; C_{ij} – оцінка відносної важливості i -тим експертом j -тої вимоги.

Для даних, які наведені в додатку Л.3 (табл. Л.3.1), отримуємо:

$$M_1 = \frac{3845}{50} = 77$$

$$M_2 = \frac{3863}{50} = 77$$

$$M_3 = \frac{3605}{50} = 72$$

$$M_4 = \frac{3700}{50} = 74$$

Частота максимально можливих оцінок (100 балів) одержаних j -тою вимогою, що згідно [10, с. 82] обчислювалася за формулою:

$$K_j = \frac{m_j^1}{m_j}$$

де m_j – загальна кількість оцінок за j -ту вимогу; m_j^1 – кількість максимально можливих оцінок, що відповідають 100 балам за j -ту вимогу.

$$K_1 = 0,24$$

$$K_2 = 0,26$$

$$K_3 = 0,2$$

$$K_4 = 0,26$$

Проводилося ранжування за зниженням оцінок, виставлених експертами за такою методикою: складала таблицю ранжування, де горизонтально виставлялись експертні бали, а по вертикалі повторюваність однакової експертної оцінки кожним експертом. Ранг оцінки визначали за формулою $R_{ij} = k \frac{F}{w}$, де $k = 0,1$ – постійний коефіцієнт взятий з узагальнення результатів експертної оцінки для зручності обрахунків, F – експертна оцінка кожного експерта, w – кількість повторювань даної експертної оцінки (додаток Л.3; табл. Л.3.1).

Сума рангів S_j , отриманих j -тою вимогою, що згідно [10, с. 83] визначалася наступним чином (додаток Л.3):

$$S_j = \sum_{i=0}^m R_{ij},$$

де R_{ij} – ранг оцінки i -тим експертом j -ї вимоги. Обчисливши одержуємо:

$$S_1 = 88,5$$

$$S_2 = 88,8$$

$$S_3 = 75$$

$$S_4 = 66,5$$

В. Показники ступеня погодженості думок експертів обраховуються так:

а) коефіцієнт варіації V_j оцінок, отриманих за j -ту вимогу, визначався так:

- розраховувалася дисперсія оцінок D_j , наданих j -тій вимозі за формулою [10]:

$$D_j = \frac{1}{m_{j-1}} \sum_{i=1}^m (c_{ij} - M_{ij})^2;$$

- визначалися, згідно [10, с. 84], середні квадратичні відхилення σ_j оцінок, наданих j -й вимозі:

$$\sigma_j = \sqrt{D_j};$$

• обчислювалися коефіцієнти варіації оцінок, що були поставлені експертами, за j -ту вимогу:

$$V_j = \frac{\sigma_j}{M_j}.$$

Результати обчислень наведено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Результати визначення показника ступеня погодженості думок експертів

Вимоги	Середнє арифметичне, M_j	Дисперсія, D_j	Середнє квадратичне відхилення, σ_j	Коефіцієнт варіації, V_j
Дидактична	77	75,36	8,68	0,11
Інформаційна	77	75,71	8,70	0,11
Науково-технічна	72	70,66	8,41	0,12
Відповідності змісту навчального матеріалу	74	72,52	8,52	0,12

б) коефіцієнт конкордації W , що є показником ступеня погодженості думок експертів про відносну важливість сукупності всіх запропонованих вимог для впровадження в освітній процес з атомної і ядерної фізики в старшій школі хмаро орієнтованого навчального середовища:

• обчислювалося середнє арифметичне суми рангів, одержаних усіма напрямками дослідження [10]:

$$M[S_j] = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n S_j;$$

• розраховувалося відхилення d_j суми рангів оцінок, що були виставлені за j -у вимогу, від середнього арифметичного суми рангів оцінок за усіма вимогами [10]:

$$d_j = |S_j - M[S_j]|,$$

$$M[S_j] = \frac{1}{4} 318,8 = 79,7$$

$$d_1 = 8,8$$

$$d_2 = 9,1$$

$$d_3 = 4,7$$

$$d_4 = 13,2$$

• обчислювалися показники T_i рівнів рангів оцінок, виставлених i -тим експертом. У випадку, коли всі n рангів оцінок, виставлених i -тим експертом

різні, то приймалося $T_i = 0$. В іншому випадку, коли серед рангів оцінок є зв'язані, то виконувалися розрахунки показників T_i рівнів рангів оцінок за наступною формулою [10]:

$$T_i = \sum_{l=1}^L (t_1^3 - t_l),$$

де $l = 1, 2 \dots L$; L – кількість груп з однаковими рангами в l -й групі.

- розраховувався коефіцієнт конкордації [10]:

$$W = \frac{12}{m^2(n^3-n) - m \sum_{i=1}^m T_i} \sum_{j=1}^n d_j^2,$$

$$W = 0,44$$

С. Для статистичної оцінки значущості показника погодженості думок експертів розраховувався критерій Пірсона χ^2 . Для заданого рівень значущості $\alpha = 0,05$, визначено рівень значущості за критерієм Пірсона. Величину χ^2 обчислювали за формулою [10]:

$$\chi^2 = \frac{1}{mn(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^m T_i} \sum_{j=1}^n d_j^2.$$

$$\chi^2 = 9,6.$$

Обчислюємо кількість ступенів вільності наступним чином $\nu = n - 1 = 3$.

У таблиці χ^2 для даного числа ступенів вільності знаходимо найближче до визначеного за формулою значення. Табличне значення $\chi^2 = 9,6$, що відповідає рівню значущості $\alpha=0,025$ [10, с. 130].

Д. Коефіцієнт активності експертів для j -тої вимоги визначався за формулою:

$$K_j = \frac{m_j}{m}.$$

Для всіх вимог до розробленого обладнання та методики його запровадження в освітньому процесі з атомної і ядерної фізики, коли всі експерти оцінювали всі вимоги, матимемо:

$$K_1 = 1; K_2 = 1; K_3 = 1; K_4 = 1.$$

Е. Коефіцієнт компетентності експертів визначався за формулою [10]:

$$K_k = \frac{K_3 + K_a}{2}$$

де K_3 – коефіцієнт ступеня знайомства з розглянутою проблемою; K_a – коефіцієнт аргументованості.

Коефіцієнт ступеня знайомства K_3 обчислювався шляхом нормування значення власної оцінки експерта, тобто множенням її на 0,1. Коефіцієнт аргументованості обчислювався як сума чисел, позначених у таблиці джерел аргументації (додаток Л.3; табл. Л.3.1).

Отримано середнє значення коефіцієнта компетентності:

$$\langle K_k \rangle = 0,77$$

Результати визначення компетентності експертів подані у додатку Л.3. (табл. Л.3.2).

Таким чином, експертна оцінка запропонованої нами методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі (див. п. 2.1), хмаро орієнтованого навчального середовища (див. п. 2.2), розробленого програмного забезпечення (див. п. 2.3.3) та демонстрацій [14] показали високу їх «дидактичну якість» та відповідність змісту навчального матеріалу.

За результатами експертної оцінки з'ясувалось, що вимоги щодо методичного та дидактичного забезпечення навчання атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі отримали високі бали (додаток Л), а відповідно мають бути запроваджені в освітній процес закладів загальної середньої освіти. У додатку Л подані узагальнені дані про оцінку методики навчання, хмаро орієнтованого навчального середовища та програмного забезпечення вчителями, працівниками вищої школи включаючи розподіл за віковим статусом.

Отримані результати експертної оцінки дидактичних матеріалів, методичних рекомендацій у сукупності з комп'ютерним забезпеченням для навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі показали їх дидактичні якості та відповідність змісту навчального матеріалу, а отже і доцільність впровадження їх у освітньому процесі атомної і ядерної фізики у старшій школі.

Висновки до розділу 3

1. На основі проведеного педагогічного експерименту нами здійснено статистичні обрахунки отриманих результатів дослідження та виконано їх аналіз. В результаті встановлено: запропонована методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі (див. п. 2.1) підтвердила свою якість та доцільність у практичному використанні та її реалізації в освітньому процесі з фізики в ЗЗСО.

На початку проведення дослідження, користуючись критерієм Стьюдента, встановили, що учні в класах, котрі приймали участь в педагогічному експерименті, мають однаковий рівень знань. Педагогічний експеримент проводився в закладах загальної середньої освіти за участю 625 учнів старшої школи (310 – експериментальна група, 315 – контрольна група). Після проведення педагогічного експерименту, обрахувавши дані дослідження, нами встановлено, що в експериментальних класах, де застосовувалася запропонована методика навчання, рівень знань учнів значно вищий (див. п. 3.2), що підтверджує висунуту нами гіпотезу (див. п. 3.1) щодо доцільності навчання старшокласників атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі. Статистична обробка результатів комплексної контрольної роботи (див. п. 3.2) свідчить, що довірчий інтервал експериментальної групи перевищує відповідний показник контрольної групи, а також, що вони не перекриваються, що у свою чергу дає підстави стверджувати з надійністю $\gamma=0,95$, що рівень опанування учнями системою теоретичних знань вищий в експериментальних групах.

Порівняння спостережуваного та критичного значення двостороннього критерію Пірсона показує, що ($\Delta\chi^2 = 9,541$ – для теоретичного знання, $\Delta\chi^2 = 9,306$ – для загального рівня опанування системою знань з атомної і ядерної фізики), тобто зрушення у розподілі учнів за даним критерієм та відповідно наявність суттєвих відмінностей між контрольними та експериментальними групами в опануванні знаннями.

Проведено поелементний аналіз рівня засвоєння знань учнів з атомної і ядерної фізики в експериментальній та контрольній групах. Порівняння середнє квадратичного відхилення σ ($\sigma_e = 141,3$ – для експериментальної групи, $\sigma_k = 84,9$ – для контрольної групи) показує значне відхилення. Значення моди у експериментальних групах значно вище, ніж у контрольних ($M_e = 199,8$, $M_k = 120$), що вказує на вищу якість у засвоєнні нових знань, пропедевтики, яких не здійснено раніше.

Порівняння середніх вибірових спостережуваного значення критерію Стьюдента та його критичного значення показало, що вони відрізняються значимо не випадково.

Отримані результати свідчать, що підвищилася якість опанування учнями теоретичного матеріалу, вміння застосувати набуті знання на практиці в ході виконання тестових, лабораторних та проектних робіт, як індивідуально, так і в групі; зросла мотивація учнів до вивчення атомної і ядерної фізики та зацікавленість в опануванні фізичною наукою в цілому.

2. Експертна оцінка запропонованої методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі, методичного забезпечення та навчальних матеріалів відповідають сучасним інноваційним науково-технічним та дидактичним вимогам. Експертна оцінка з урахуванням висновків 50 експертів показала, що розроблені у ході дослідження дидактичні матеріали: посібники, що розривають методику та методичні рекомендації у сукупності з комп'ютерним забезпеченням для розвитку пізнавальної активності учнів у навчанні фізики з використанням хмаро орієнтованого навчального середовища відповідають змісту навчального матеріалу (74 %) та характеризуються високими дидактичними (77 %), інформаційними (77 %), науково-технічними (72 %) вимогами, що підтверджує доцільність впровадження в освітній процес закладів загальної середньої освіти.

3. Основні наукові результати третього розділу дисертаційної роботи представлені в таких публікаціях [1–3; 14; 17–21].

Список використаних джерел до розділу 3

1. А. с. Комп'ютерна програма «Карта ізотопів» / **М. В. Хомутенко**, М. І. Садовий, О. М. Трифонова (Україна). – № 58666 ; заявка 03.12.2014 № 58846 ; зареєстровано 16.02.2015 ; опублік. 30.04.2015, Бюл. № 36.
2. А. с. Комп'ютерна програма «Теорія Великого вибуху» / **М. В. Хомутенко**, М. І. Садовий, О. М. Трифонова (Україна). – № 67189 ; заявка 10.06.2016 № 67833 ; зареєстроване 11.08.2016 ; опублік. 28.10.2016, Бюл. № 42.
3. А. с. Навчальний посібник «Організація діагностики зі шкільного курсу атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі» / М. В. Хомутенко (Україна). – № 74312 ; заявка 19.08.2017 № 75013 ; зареєстроване 20.10.2017 ; опублік. 26.01.2018, Бюл. № 47.
4. Величко С. П. Засоби діагностики зі шкільного курсу фізики : навчальний посібник для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. / Величко С. П., Садовий М. І., Трифонова О. М. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. – Част. 1. – 136 с.
5. Воловик П. М. Застосування дисперсійного аналізу в педагогічних дослідженнях / П. М. Воловик // Радянська школа. – 1979. – № 6. – С. 29–37.
6. Воловик П. М. Проблеми підвищення якості педагогічних досліджень / П. М. Воловик // Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти : зб. наук. пр. /НТУ ХПІ. – Харків, 2002. – Вип. 3. – С. 111–118.
7. Воловик П. М. Теорія імовірностей і математична статистика в педагогіці / П. М. Воловик.– Київ : Радянська школа, 1969. – 222 с.
8. Гончаренко С. У. Методика навчання і наукових досліджень у вищій школі / С. У. Гончаренко. – Київ : Вища школа, 2003. – 323 с.
9. Грабарь М. И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы. / М. И. Грабарь, К. А. Краснянская. – М. : Педагогика, 1977. – 136 с.
10. Добров Г. М. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании / Г. М. Добров [и др.]. – Київ : Наукова думка, 1974. – 160 с.

11. Новиков А. М. *Методология* / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. – М. : Синтег, 2007. – 668 с.
12. Павлов Ю. В. *Статистическая обработка дидактического эксперимента, измерение и оценка знаний* / Ю. В. Павлов. – М. : Знание, 1977. – 40 с.
13. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 10–11 кл. Профільний рівень (зі змінами, затвердженими наказом МОН України № 826 від 14.07.2016) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/fiz-pr.pdf> (дата звернення: 15.09.2016). – Назва з екрана.
14. Садовой Н. И. *Учебный физический эксперимент в облачно ориентированной учебной среде* / Н. И. Садовой, Е. М. Трифонова, **М. В. Хомутенко** // *Современные образовательные Web-технологии в системе школьной и профессиональной подготовки (25-27 мая 2017 г., Арзамас, Российская Федерация)* : сб. науч. тр. междунар. научно-практ. конф. – Арзамас, 2017. – С. 256–265. – Библиогр.: 12 назв.
15. Сидоренко Е. В. *Методы математической обработки в психологии* / Е. В. Сидоренко. – СПб. : ООО «Речь», 2003. – 350 с.
16. *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.
17. Хомутенко М. В. *Організація педагогічного тестування з фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі* / М. В. Хомутенко // *Збірник наукових праць. Педагогічні науки* / Херсонський державний університет. – Херсон, 2016. – Вип. LXXI, Том 1. – С. 177–182. – Бібліогр.: 15 назв.
18. Хомутенко М. В. *Організація діагностики зі шкільного курсу атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі* : навч. посіб. / М. В. Хомутенко ; ред. О. М. Трифонові. – Кропивницький : ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2017. – 88 с. – Бібліогр.: с. 83 (10 назв).
19. Хомутенко М. В. *Організація та результати педагогічного експерименту з упровадження методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у*

хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. В. Хомутенко // Наукові записки. Серія: проблеми методики фізико-математичної і технічної освіти : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кропивницький, 2017. – Вип. 11, ч. 4 – С. 113–117. – Бібліогр.: 8 назв.

20. Хомутенко М. В. Педагогічний експеримент з упровадження методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. В. Хомутенко // V Міжнар. наук.-практ. онлайн-Інтернет конф. «Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті» (10-21 квітня 2017 р., Кропивницький): зб. тез доп. – Кропивницький, 2017. – С. 88–90.

21. Хомутенко М. В. Формування базових уявлень про рівновагу з використанням комп'ютерного моделювання / М. В. Хомутенко, О. М. Трифонова // Всеукр. наук.-практ. конф. студ. та молод. наук. «Фізика. Технології. Навчання» (26 березня 2015 р., Кропивницький): зб. тез доп. – Кіровоград, 2015. – С. 183–188.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне та методичне обґрунтування та узагальнення щодо впровадження в закладах загальної середньої освіти методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі. Розв'язання наукового завдання запропоновано з позицій застосування хмаро орієнтованого навчального середовища атомної і ядерної фізики реалізованого на платформі Moodle

Узагальнення одержаних в дослідженні результатів дозволяє сформулювати такі висновки.

1. Здійснено аналіз еволюції теорій, понять, принципів, законів атомної і ядерної фізики у науці та трансформації їх у зміст навчання старшокласників закладів загальної середньої освіти. На основі проведеного аналізу та дослідження законодавчо-нормативних документів у галузі освіти, науково-педагогічної літератури з психології, педагогіки, методики навчання фізики та інноваційних досягнень у галузі інформаційно-комунікаційних технологій встановлено, що методика навчання атомної і ядерної фізики в ЗЗСО потребує сучасного інтегративного підходу в природничих науках та технологіях, доповненого новітніми відкриттями та досягненнями. Виокремлено властивості ХОНС з атомної і ядерної фізики та запропоновано трактування ХОНС з атомної і ядерної фізики як середовища, в якому, базуючись на особистісно зорієнтованому, компетентнісному, системному та діяльнісному підходах, забезпечено досягнення дидактичних цілей, наукового розуміння природи і сучасних технологій, уміння спостерігати, аналізувати, збирати дані, проводити експерименти, аналізувати результати, здійснювати пошук та здобувати нові знання, набувати нові вміння і навички, вміти визначати навчальні цілі та способи їх досягнення, оцінювати власні результати навчання, застосовувати знання, уміння та навички в практичній діяльності.

2. Досліджено особливості формування та розвитку поняття хмаро орієнтованого навчального середовища, що характеризується вільним доступом до навчального матеріалу та супутнього контенту з будь-якого пристрою та в

будь-який час, завдяки чому реалізується принцип доступності. Уточнено та сформульовано теоретичні основи, поняття та принципи функціонування хмаро орієнтованого навчального середовища. Конкретизовано поняття хмаро орієнтованого навчального середовища для освітнього процесу атомної і ядерної фізики, на основі чого визначено платформу Moodle для розгортання ХОНС.

3. Розроблене ХОНС для навчання атомної і ядерної фізики в старшій школі дало змогу забезпечити навчальну мобільність, зручність та впорядкованість навчального матеріалу, самостійну та колективну роботу суб'єктів навчання, направлену на навчально-експериментальну діяльність. Для забезпечення цього сформовані методичні рекомендації до впровадження хмаро орієнтованого навчального середовища атомної і ядерної фізики в освітній процес. Створено та впроваджено в освітній процес закладів загальної середньої освіти авторські комп'ютерні програмні продукти «Карта ізотопів», «Теорія Великого вибуху» для належного відображення фізичного експерименту та досягнення дидактичних цілей експерименту з атомної і ядерної фізики. Розроблено та апробовано тестові завдання з атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі побудованого на платформі Moodle.

4. Вперше запропоновано методику навчання атомної і ядерної фізики старшокласників в ХОНС, що ґрунтується на особистісно зорієнтованому, компетентнісному, системному та діяльнісному підходах, спрямовану на підвищення навчально-пізнавальної активності учнів. Створена нами структура методики навчання атомної і ядерної фізики в ХОНС містить такі компоненти: цільовий, змістовий, процесуальний та результативний компоненти. Основним компонентом створеної методики навчання є процесуальний компонент, через який реалізовується змістовий компонент (зміст навчання атомної і ядерної фізики в ХОНС).

5. Проведено педагогічний експеримент, статистичну обробку його результатів та аналіз, який свідчить про його достовірність. Результати експерименту підтверджують ефективність розробленої та впровадженої методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро

орієнтованому навчальному середовищі в ЗЗСО, а також розробленого й впровадженого навчально-методичного забезпечення, що реалізує запропоновану автором систему навчання атомної і ядерної фізики в ХОНС. У процесі педагогічного експерименту встановлено зростання рівня опанування учнями експериментальної групи, порівняно із контрольною, системою теоретичного знання та підвищення загального рівня навчальних досягнень. Доведено, що запропонована методика навчання атомної і ядерної фізики у хмаро орієнтованому навчальному середовищі забезпечує реалізацію в освітньому процесі формування цілісної системи фізичного знання, стимулювання самостійної діяльності та пізнавальної активності учнів, розвиток мислення, враховує психологічні особливості розвитку та індивідуальні потреби учнів.

Проведено експертну оцінку запропонованої методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі та її методичного забезпечення. Експертна оцінка з урахуванням висновків 50 експертів показала, що відповідні розробки відповідають змісту навчального матеріалу (74 %) та характеризуються високими дидактичними (77 %), інформаційними (77 %), науково-технічними (72 %) вимогами, що підтверджує доцільність впровадження в освітній процес закладів загальної середньої освіти.

ДОДАТКИ

Додаток А

Аналіз авторефератів, підручників на об'єкт дисертаційного дослідження

Додаток А.1. Аналіз авторефератів з педагогічних досліджень

Таблиця А.1.1

Перелік авторефератів з педагогічних досліджень атомної і ядерної фізики у середній школі (1997–2017 рр.)

Прізвище та ініціали дослідника	Назва автореферату	Шифр спеціальності	Рік захисту
Будний Б.Є.	Теоретичні основи формування в учнів системи фундаментальних фізичних понять	13.00.02	1997
Муляр В.П.	Засоби інформаційних технологій у вивченні питань квантової фізики в середній школі	13.00.02	1999
Костенко Л.Д.	Диференційоване вивчення основ квантової фізики у середніх навчальних закладах різного профілю	13.00.02	2001
Сиротюк В.Д.	Теоретико-методичні засади використання дидактичних засобів у навчанні фізики в школах інтенсивної педагогічної корекції	13.00.02	2005
Закалюжний В.М.	Техніко-технологічний компонент змісту курсу фізики старшої школи як засіб формування пізнавальної мотивації учнів	13.00.02	2006
Семерня О.М.	Дидактичні основи використання еталонних вимірників якості знань у навчанні фізики старшокласників	13.00.02	2007
Сірик Е.П.	Дидактичні основи розробки та використання сучасних джерел випромінювання у шкільному фізичному експерименті	13.00.02	2007
Поліхун Н.І.	Розвиток творчої діяльності старшокласників у процесі навчання фізики з використанням проектної технології	13.00.02	2007
Андрєєв А.М.	Розвиток уміння формулювати і розв'язувати експериментальні задачі з фізики у процесі винахідницької діяльності старшокласників	13.00.02	2007
Рибалко А.В.	Система дослідницьких задач як засіб розвитку продуктивного мислення старшокласників у навчанні фізики	13.00.02	2007
Свистунов О.Ю.	Модельний експеримент як засіб формування наукових понять у старшокласників у процесі вивчення електродинаміки	13.00.02	2008

Продовж. табл. А.1.1

Прізвище та ініціали дослідника	Назва автореферату	Шифр спеціальності	Рік захисту
Корсун І. В.	Активізація навчально-пізнавальної діяльності старшокласників у процесі вивчення властивостей твердих тіл у курсі фізики	13.00.02	2009
Хитрук В.І.	Вивчення властивостей твердих тіл у загальноосвітніх навчальних закладах на основі інтегративно-предметного підходу	13.00.02	2009
Бодненко Т.В.	Комплексне використання наочних засобів навчання фізики учнів старшої школи	13.00.02	2010
Соколюк О.М.	Розвиток контрольної-оцінювальної уміння старшокласників у процесі навчання фізики в умовах комп'ютерно орієнтованого середовища	13.00.02	2010
Шевченко О.С.	Тестування як засіб діагностики креативного мислення старшокласників у процесі навчання фізики	13.00.02	2010
Іваницька Н.А.	Формування дослідницьких уміння учнів основної школи в процесі навчання фізики	13.00.02	2011
Мерзликін О.В.	Хмарні технології як засіб формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики	13.00.10	2017

**Додаток А.2. Аналіз підручників з курсу фізики 11 клас
(розділ «Атомна і ядерна фізика»)**

Таблиця А.2.1

**Порівняння кількості понять розділу «Атомна і ядерна фізика» за
підручниками для закладів загальної середньої освіти**

Прізвище автора	Назва	Кількість понять
Сиротюк В.Д., Баштовий В.І.	Фізика (рівень стандарту) (підручник)	81
Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф.	Фізика (рівень стандарту) (підручник)	36
Засекіна Т.М., Засекін Д.О.	Фізика (академічний рівень, профільний рівень) (підручник)	160
Бар'яхтар В.Г., Божинова Ф.Я., Кірюхіна О.О., Кірюхін М.М.	Фізика (академічний рівень, профільний рівень) (підручник)	78

Таблиця А.2.2

Дані про інформативність підручників з атомної і ядерної фізики

Прізвище автора	Кількість понять, n	Кількість відношень, m	Кількість контурів, k	Степінь графа, $p=2m/n$	U_n	U_m	U_k
Засекіна Т.М., Засекін Д.О.	160	93	7	1,16	1612623,85	883204,99	1971,83
Сиротюк В.Д., Баштовий В.І.	81	45	7	1,11	381388,29	18502,38	41,00
Бар'яхтар В.Г., Божинова Ф.Я., Кірюхіна О.О., Кірюхін М.М.	78	40	5	1,03	257239,67	324745,60	36,00
Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф.	36	24	2	1,33	48878,58	1196,77	11,00

Додаток А.3. Відображення фізичних понять у підручниках ЗЗСО

Таблиця А.3.1

Таблиця повторюваності понять, явищ у підручниках ЗЗСО
рекомендованих МОН України

Поняття, явища, закони	Засєкіна Т.М., Засєкін Д.О.	Сирогіук В.Д., Баштовий В.І.	Бар'яхтар В.Г., Божінова Ф.Я., Кірюхіна О.О., Кірюхін М.М.	Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф.
1	2	3	4	5
d-кварк	+		+	
s-кварк	+		+	
u-кварк	+		+	
α -розпад	+	+		
α -випромінювання	+	+	+	
α -частинка	+	+	+	+
β^- – розпад	+			
β^{+-} -розпад	+			
β -випромінювання	+	+	+	
β -розпад	+	+		
γ -випромінювання	+	+	+	
γ -квант	+			
Адрони	+		+	
Активність ізотопу	+	+	+	
Анігіляція	+	+	+	
Анод	+			+
Антикатод		+		
Антинейтрино	+	+	+	
Антинейтрон		+		
Антипротон		+		
Античастинка	+			
Атом	+	+	+	+
Баріони	+	+		
Баріонний заряд	+			
Бозон	+	+		
Бомбардування атомних ядер	+			
Будова атома	+	+		+
Бульбашкові камери	+		+	
Випускання	+			
Вторинна йонізація	+			
Гальмівне рентгенівське випромінювання			+	
Гамма-квант	+			
Гіперони	+	+		
Гравітаційна взаємодія	+		+	
Гравітон	+			
Густина ядра	+			
Дейтрон		+		
Дефект маси	+		+	

Продовж. табл. А.3.1

1	2	3	4	5
Дивність (квантове число)	+	+		
Диод	+			
Дифракційна ґратка		+		
Дифракція		+		
Дозиметр	+			
Еволюція Всесвіту	+			
Еквівалентна доза випромінювання	+			
Експозиційна доза	+			
Електричний заряд частинки	+		+	
Електромагнітна взаємодія	+	+	+	
Електромагнітне випромінювання	+	+	+	+
Електрон	+	+	+	+
Електронна оболонка	+			
Електрослабка теорія	+			
Елементарна частинка	+			
Енергетичний вихід ядерної реакції	+	+	+	
Енергетичні рівні	+		+	+
Енергія випромінювання	+	+		
Енергія зв'язку ядра	+	+	+	
Енергія спокою		+	+	+
Ефективний коефіцієнт розмноження нейтронів	+	+		
Закон збереження електричного заряду	+			
Закон збереження енергії	+	+		
Закон збереження імпульсу	+			
Закон збереження кількості нуклонів	+			
Закон збереження мікросвіту	+			
Закон збереження моменту імпульсу	+			
Закон радіоактивного розпаду	+	+		
Заряд атома	+	+	+	
Заряджена частинка	+	+	+	
Зачарування	+			
Збуджений стан	+	+		+
Ізотоп	+	+	+	+
Іон	+	+		
Іонізація атома	+	+		
Калібрувальна теорія	+			
Калібрувальні бозони	+			
Камера Вільсона	+	+	+	
Катод	+	+		+
Квантова хромодинаміка	+			
Квантовий перехід	+	+	+	+
Квантування енергії	+			
Кварк	+	+	+	
Керована термоядерна реакція	+			
Коефіцієнт радіаційного ризику	+			
Коливання нуклонів	+			
Колір	+			
Колайдер	+			

Продовж. табл. А.3.1

1	2	3	4	5
Корпускулярно-хвильовий дуалізм	+			
Космічне проміння	+			
Краплинна модель ядра	+		+	
Критична маса	+	+		
Кулонівська сила	+	+	+	+
Лазер (квантовий генератор)			+	+
Ланцюгова ядерна реакція	+	+	+	
Лауеграма		+		
Лептони	+		+	
Лептонний заряд	+			
Лінійні прискорювачі	+			
Лічильники йонізуючого випромінювання	+	+	+	
Логографія			+	
Люмінофор	+		+	
Магнітний момент	+			
Мазер				+
Маса спокою		+		+
Маса частинки	+		+	
Маса ядра	+	+	+	+
Масове число	+	+	+	+
Мезон	+	+	+	
«Мічений» атом	+			
Момент імпульсу			+	
Мюон	+			
Напівпровідниковий лічильник	+			
Нейтрино	+	+	+	
Нейтрон	+	+	+	+
Нестабільні ядра	+		+	
Нуклони	+	+	+	+
Обмінний характер ядерних сил	+			
Оболонкова модель	+			
Основний стан	+	+	+	+
Парність	+			
Період напіврозпаду	+	+	+	
Питома енергія зв'язку	+	+	+	
Піон	+	+		
Планетарна модель атома	+	+	+	+
Поверхневий натяг ядра	+			
Повільні нейтрони		+		
Поглинання	+			
Поглинута доза випромінювання	+			
Поділ ядра	+		+	
Позитрон	+	+	+	
Поляризація		+		
Постулати Бора	+	+	+	+
Потужність дози	+			
Принцип Паулі	+	+	+	+
Природна радіоактивність	+			

Продовж. табл. А.3.1

1	2	3	4	5
Протон	+	+	+	+
Радіоактивність	+	+	+	+
Реакція захоплення	+			
Реакція синтезу	+		+	
Рентгенівське випромінювання		+	+	+
Сильна взаємодія	+			
Сильна взаємодія	+	+	+	
Синхрофазотрон	+			
Слабка взаємодія	+		+	
Спектр випромінювання	+	+	+	+
Спектр відбивання	+	+	+	+
Спектр поглинання	+	+	+	+
Спектр розсіювання	+	+	+	+
Спектри енергетичних станів	+		+	
Спін	+			
Стабільні ядра	+		+	
Стала розпаду	+	+	+	
Стійкість ядра	+			
Стрипові детектори	+			
Структура ядра атома	+	+	+	+
Сцинтиляційний лічильник	+		+	
Теплові нейтрони	+			
Термоядерні реакції	+	+	+	
Товстошарові фотоемульсії	+			
Трек	+	+		
Трекові детектори	+			
Тривалість життя частинки	+			
Фізика елементарних частинок	+			
Флуоресценція			+	
Фосфоресценція			+	
Фотокатод	+			
Фотон	+	+	+	+
Фотони	+			
Фундаментальні частинки	+			
Характеристичне рентгенівське випромінювання			+	
Хімічні властивості	+			
Циклотрон	+			
Частинка	+		+	
Черенковський лічильник	+			
Швидкі нейтрони	+	+		
Штучна радіоактивність	+			
Ядерна реакція	+	+	+	+
Ядерний вибух	+			
Ядерний реактор	+	+		
Ядерні сили	+	+		+
Ядро	+	+	+	+
Разом	160	81	78	36

Таблиця А.3.2

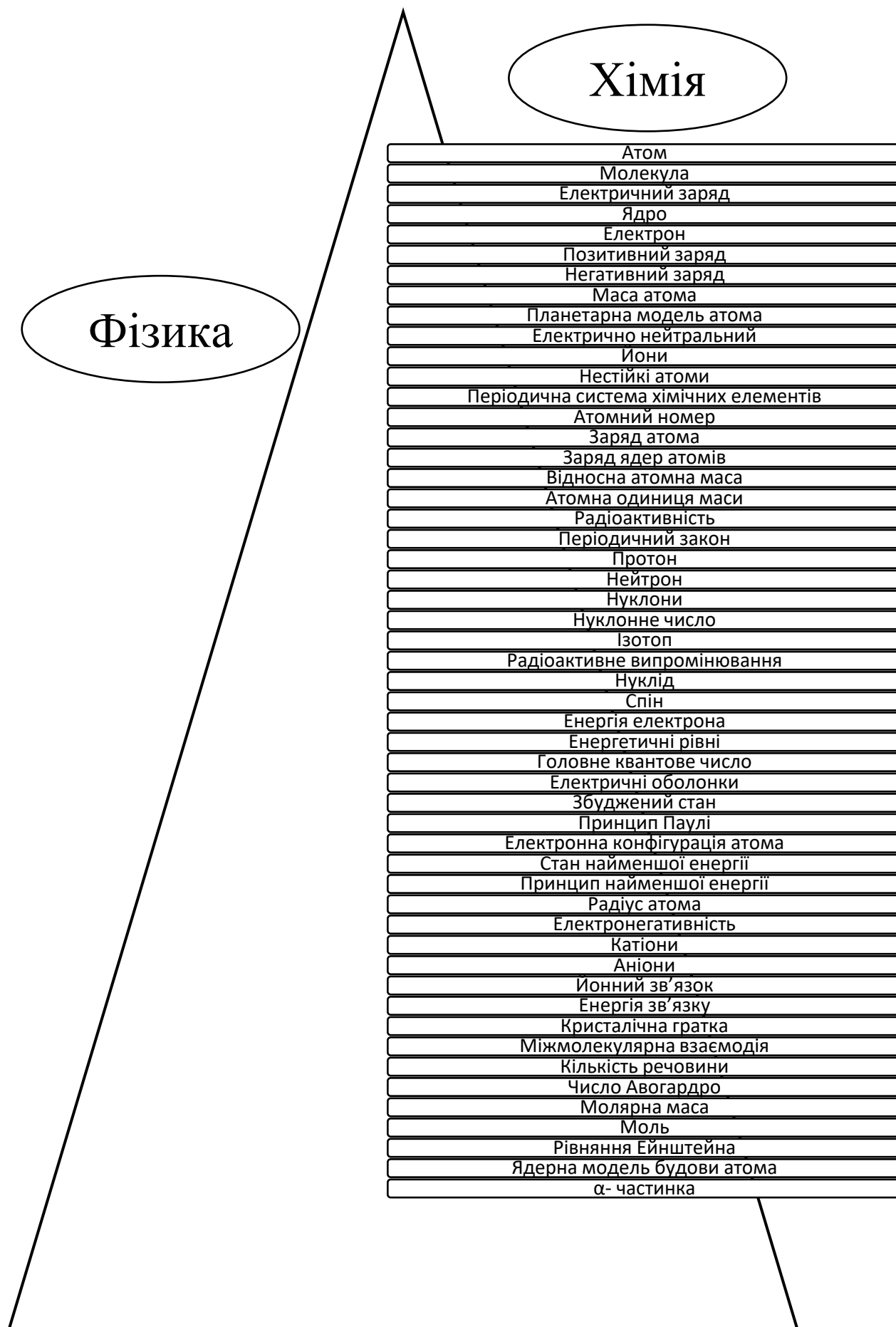
Порівняльний аналіз матеріалу винесеного на вивчення в розділі «Атомна і ядерна фізика» за рівнем стандарту, академічним та профільним рівнями

Зміст навчального матеріалу	Рівень стандарту	Академічний рівень	Профільний рівень
Історія вивчення атома	+	+	+
Ядерна модель атома	+	+	+
Квантові постулати Н.Бора	+	+	+
Досліди Д. Франка і Г. Герца	-	(+)	(+)
Енергетичні стани атома	-	+	+
Принцип В. Паулі	-	-	+
Фізичні основи побудови періодичної системи хімічних елементів Д.І. Менделєєва	-	-	+
Випромінювання та поглинання світла атомами	+	+	+
Атомні і молекулярні спектри	+	+	+
Рентгенівське випромінювання	+	+	+
Рентгенівські спектри	-	-	+
Роботи І. Пулюя з дослідження рентгенівського випромінювання	-	-	+
Застосування рентгенівського випромінювання в науці, техніці, медицині, на виробництві	-	(+)	(+)
Спектральний аналіз та його застосування	+	+	+
Методи реєстрації йонізуючого випромінювання	-	+	-
Атомне ядро	+	+	+
Протонно-нейтронна модель атомного ядра	+	+	+
Нуклони	+	+	+
Ізотопи	-	+	+
Ядерні сили та їх особливості	+	+	+
Стійкість ядер	+	+	+
Роль електричних і ядерних сил у забезпеченні стійкості ядер	-	+	+
Взаємозв'язок маси та енергії	+	-	-
Фізичні основи ядерної енергетики	+	+	+
Енергія зв'язку атомного ядра	+	+	+
Дефект мас	-	+	+
Способи вивільнення ядерної енергії: синтез легких і поділ важких ядер	+	+	+
Ядерні реакції	+	+	+
Ланцюгова реакція поділу ядер урану	+	+	+
Ядерний реактор	-	+	+
Термоядерні реакції	-	-	+
Ядерна енергетика та екологія	+	+	+
Радіоактивність	+	+	+
Природна і штучна радіоактивність	-	+	+
Види радіоактивного випромінювання	+	+	+
Альфа- і бета-розпади	-	-	+
Спонтанний поділ ядер	-	-	+
Період напіврозпаду	+	+	+

Продовж. табл. А.3.2

Зміст навчального матеріалу	Рівень стандарту	Академічний рівень	Профільний рівень
Закон радіоактивного розпаду	-	+	+
Отримання і застосування радіонуклідів	+	+	+
Радіоактивний захист людини	+	-	-
Методи реєстрації йонізуючого випромінювання	-	-	+
Дозиметрія	-	(+)	(+)
Властивості йонізуючого випромінювання	-	-	(+)
Дози випромінювання	-	(+)	(+)
Принцип дії дозиметрів	-	-	(+)
Захист від йонізуючого випромінювання	+	(+)	+
Елементарні частинки	+	+	+
Загальна характеристика елементарних частинок	+	+	+
Класифікація елементарних частинок	+	(+)	(+)
Кварки	+	+	+
Космічне випромінювання	+	+	+
Лабораторна робота: Спостереження неперервного і лінійчатого спектрів речовини	+	+	+
Лабораторна робота: Дослідження треків заряджених частинок за фотографіями	-	+	+

Додаток А.4. Перетин атомної і ядерної фізики із хімією



Перелік використаних джерел для визначення перетину змісту розділу «Атомна і ядрена фізика» із хімією:

1. Бар'яхтар В. Г. Фізика : підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. (академічний рівень, профільний рівень) / В. Г. Бар'яхтар [та ін.]. – Х. : Ранок, 2011. – 320 с.

2. Буринська Н. М. Хімія : підручн. для 10 кл. загальноосвіт. навч. закл. (профіль. рівень) / Н. М. Буринська [та ін.]. – К. : Педагогічна думка, 2010. – 352 с.

3. Буринська Н. М. Хімія : підручн. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. / Н. М. Буринська, Л. П. Величко. – К. : Ірпінь, 2009. – 232 с.

4. Бутенко А. М. Хімія : підручн. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл. з поглиб. вивч. Хімії / А. М. Бутенко – Х. : Гімназія, 2016. – 288 с.

5. Величко Л. П. Хімія : підручн. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. / Л. П. Величко, Н. М. Буринська. – К. : Школяр, 2013. – 384 с.

6. Григорович О. В. Хімія : підручн. для 7 кл. загальноосвіт. навч. закл. / О. В. Григорович – Х. : Ранок, 2015. – 192 с.

7. Григорович О. В. Хімія : підручн. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл. / О. В. Григорович – Х. : Ранок, 2016. – 260 с.

8. Засекіна Т. М. Фізика : підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. (академічний рівень, профільний рівень) / Т. М. Засекіна, Д. О. Засекін. – Харків : Сиція, 2012. – 336 с.

9. Коршак Є. В. Фізика : підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. (рівень стандарту) / Є. В. Коршак, О. І. Ляшенко, В. Ф. Савченко. – К. : Генеза, 2011. – 256 с.

10. Сиротюк В. Д. Фізика : підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий. – Харків : Сиція, 2011. – 304 с.

Додаток А.5. Перелік відкриттів в області квантової фізики та стан їх висвітлення

Таблиця А.5.1

Перелік відкриттів в області квантової фізики та стан їх висвітлення

Назва поняття, явища, закону	Науковець	Рік присвоєння Нобелівської премії	Наявність матеріалу в програмі
1	2	3	4
Рентгенівські промені	Вільгельм Конрад Рентген	1901	+
Вплив магнетизму на радіаційні явища	Гендрік Антон Лоренц, Пітер Зеєман	1902	
Спонтанна радіоактивність	Антуан Анрі Беккерель	1903	+
Дослідження явищ радіації	П'єр Кюрі й Марія Кюрі	1903	+
Дослідження катодних променів	Філіп Едуард Антон фон Ленард	1905	+
Створення точних оптичних інструментів і спектроскопічних і метрологічних досліджень, виконаних з їхньою допомогою	Альберт Абрахам Майкельсон	1907	+
Створення методу фотографічного відтворення кольорів на основі явища інтерференції	Габриель Ліппман	1908	
Відкриття в області законів, що керують тепловим випромінюванням	Вільгельм Він	1911	+
Дослідження властивостей речовини при низьких температурах, які привели до отримання рідкого гелію	Хейке Камерлінг-Оннес	1913	+
Дифракція рентгенівських променів у кристалах	Макс фон Лаує	1914	+
Дослідження структури кристалів за допомогою рентгенівських променів	Вільям Генрі Брегг й Вільям Лоренс Брегг	1915	+
Відкриття характеристичного рентгенівського випромінювання елементів	Чарлз Гловер Баркла	1917	+
Відкриття квантів енергії	Макс Карл Еріст Людвіг Планк	1918	+
Відкриття закону фотоелектричного ефекту	Альберт Ейнштейн	1921	+
Дослідження будови атомів і випромінювання, що випускається ним	Нільс Бор	1922	+
Визначення елементарного електричного заряду при фотоелектричному ефекті	Роберт Ендрюс Міллікен	1923	+
Відкриття й дослідження в області рентгенівської спектроскопії	Манне Сігбан	1924	
Відкриття законів зіткнення електрона з атомом	Джеймс Франк й Густав Людвіг Герц	1925	
Роботи з дискретної природи матерії й відкриття седиментаційної рівноваги	Жан Батист Перрен	1926	
Відкриття ефекту Комптона	Артур Голлі Комптон	1927	

Продовж. табл. А.5.1

1	2	3	4
Метод візуального виявлення траєкторій електрично заряджених частинок за допомогою конденсації пари	Чарльз Томсон Різ Вільсон	1927	
Відкриття хвильової природи електронів	Луї Віктор де Бройль	1929	
Роботи з розсіювання світла й відкриття ефекту Рамана	Чандрасекара Венката Раман	1930	
Створення квантової механіки, застосування якої привело, до відкриття алотропних форм водню	Вернер Карл Гайзенберг	1932	
Відкриття нових продуктивних форм атомної теорії	Ервін Шредінгер й Поль Адріен Моріс Дірак	1933	+
Відкриття нейтрона	Джеймс Чедвік	1935	+
Відкриття космічних променів	Віктор Франц Гесс	1936	+
Відкриття позитрона	Карл Девід Андерсон	1936	+
Експериментальне відкриття дифракції електронів в кристалах	Клінтон Джозеф Девісон й Джордж Томсон	1937	
Докази існування нових радіоактивних елементів, отриманих при опроміненні нейтронами, відкриття ядерних реакцій, що викликані повільними нейтронами	Енріко Фермі	1938	+
Винахід і створення циклотрона, отримання штучних радіоактивних елементів	Ернест Орландо Лоуренс	1939	+
Внесок у розвиток методу молекулярних пучків і відкриття та вимір магнітного моменту протона	Отто Штерн	1943	+
Резонансний метод вимірів магнітних властивостей атомних ядер	Ісідор Айзек Рабі	1944	
Відкриття принципу заборони Паулі	Вольфганг Паулі	1945	+
Дослідження фізики верхніх шарів атмосфери, відкриття так званого шару Еплтона	Едуард Віктор Еплтон	1947	
Вдосконалення методу камери Вільсона й зроблені у зв'язку із цим відкриттями в області ядерної фізики й космічної радіації	Патрік Мейнард Стюарт Блекетт	1948	+
Передбачення існування мезонів на основі теоретичної роботи з ядерних сил	Хідекі Юкава	1949	+
Розробка фотографічного методу дослідження ядерних процесів і відкриття мезонів, що був здійснений за допомогою цього методу	Сесил Френк Павелл	1950	
Дослідницька робота з перетворення атомних ядер за допомогою штучно прискорених атомних частинок	Джон Дуглас Кокрофт й Ернест Томас Синтон Волтон	1951	
Розвиток нових методів для точних ядерних магнітних вимірів і пов'язані із цим відкриття	Фелікс Блох й Едвард Міллс Перселл	1952	
Обґрунтування фазово-контрастного методу, винахід фазово-контрастного мікроскопа	Фріц Церніке	1953	
Фундаментальні дослідження із квантової механіки, статистична інтерпретація хвильової функції	Макс Борн	1954	

Продовж. табл. А.5.1

1	2	3	4
Метод співпадання для виявлення космічних променів і зроблені у зв'язку із цим відкриття	Вальтер Боті	1954	
Відкриття, пов'язані з тонкою структурою спектра водню	Вілліс Юджин Лемб	1955	
Точне визначення магнітного моменту електрона	Полікарп Куш	1955	
Дослідження напівпровідників і відкриття транзисторного ефекту	Вільям Бредфорд Шоклі, Джон Бардін й Волтер Хаузер Браттейн	1956	
Передбачення при вивченні так званих законів парності, що привело до важливих відкриттів в галузі елементарних частинок	Чженьнін Янг, Цзундао Чи	1957	
Відкриття й тлумачення ефекту Черенкова	Павло Олексійович Черенков, Ілля Михайлович Франк й Ігор Євгенович Тамм	1958	
Відкриття антипротона	Еміліо Джіно Сегре й Оуен Чемберлен	1959	+
Винахід бульбашкової камери	Дональд Артур Глазер	1960	+
Основні дослідження з розсіювання електронів на атомних ядрах і пов'язаних з ними відкриттів в області структури нуклонів	Роберт Хофшtedтер	1961	
Дослідження резонансного поглинання гамма-випромінювання й відкриття у зв'язку із цим ефекту Мессбауера	Рудольф Людвіг Мессбауер	1961	
Теорії конденсованих середовищ й рідкого гелію	Лев Давидович Ландау	1962	
Внесок у теорію атомного ядра й елементарних частинок, за допомогою відкриття додаткових фундаментальних принципів симетрії	Юджин Пол Вігнер	1963	
Відкриття, що стосуються оболонкової структури ядра	Марія Гепперт-Майер й Ханс Йенсен	1963	+
Фундаментальні роботи в області квантової електроніки, що призвели до створення випромінювачів і підсилювачів на лазерно-мазерному принципі	Микола Геннадійович Басов, Олександр Михайлович Прохоров й Чарлз Хард Таунс	1964	
Фундаментальні роботи із квантової електродинаміки, що мали глибокі наслідки для фізики елементарних частинок	Синітіро Томонага, Джуліус Швінгер, Річард Філіпс Фейнман	1965	
Відкриття й розробка оптичних методів дослідження резонансів Герца в атомах	Альфред Кастлер	1966	
Внесок у теорію ядерних реакцій, відкриття, що стосуються джерел енергії зірок	Ганс Альбрехт Бете	1967	
Внесок у фізику елементарних частинок, зокрема відкриття великого числа резонансів, що стало можливим завдяки розробленій ним техніці з використанням водневої бульбашкової камери й оригінальному аналізу даних	Луїс Уолтер Альварес	1968	
Відкриття, пов'язані із класифікацією елементарних частинок й їхніх взаємодій	Маррі Гелл-Манн	1969	+

Продовж. табл. А.5.1

1	2	3	4
Фундаментальні роботи й відкриття в магнітній гідродинаміці й плідні застосування їх у різних областях фізики	Ханнес Альфвен	1970	
Фундаментальні праці й відкриття, що стосуються антиферромагнетизму й ферромагнетизму, які спричинили важливі передбачення в області фізики твердого тіла	Луї Ежен Фелікс Неель	1970	
Винахід і розробка голографічного методу	Деніс Габор	1971	
Створення теорії надпровідності, що зазвичай називають БКШ-теорією	Джон Бардін, Леон Ніл Купер й Джон Роберт Шріффер	1972	
Теоретичне передбачення властивостей струму, що проходить через тунельний бар'єр, зокрема явищ, загальновідомих нині за назвою ефектів Джозефсона	Есакі Леона, Івар Гйевер, Брайан Девід Джозефсон	1973	
Дослідження в області радіофізики	Мартін Райл і Ентоні Хьюїш	1974	
Відкриття взаємозв'язку між колективним рухом і рухом окремої частинки в атомному ядрі й розвиток теорії будови атомного ядра, що базується на цьому взаємозв'язку	Оге Нільс Бор, Бен Рой Моттelson і Лео Джеймс Рейнуотер	1975	
Відкриття важкої елементарної частинки нового типу	Бертон Ріхтер і Семюел Тінг	1976	
Фундаментальні теоретичні дослідження електронної структури магнітних і неупорядкованих систем	Філіп Уоррен Андерсон, Невілл Франсіс Мотт й Джон Ван Флек	1977	
Базові дослідження й відкриття у фізиці низьких температур	Петро Леонідович Капиця	1978	
Відкриття мікрохвильового реліктового випромінювання	Арно Аллан Пензіас й Роберт Вудро Вілсон	1978	
Внесок в об'єднану теорію слабких й електромагнітних взаємодій між елементарними частинками, у тому числі передбачення слабких нейтральних струмів	Шелдон Лі Глешоу, Абдус Салам і Стівен Вайнберг	1979	
Відкриття порушень фундаментальних принципів у розпаді нейтральних К-мезонів	Джеймс Уотсон Кронін і Вал Логсен Фітч	1980	
Розвиток лазерної спектроскопії	Ніколас Бломберген і Артур Леонард Шавлов	1981	
Внесок у розвиток електронної спектроскопії високої роздільної здатності	Кай Сігбан	1981	
Теорія критичних явищ у зв'язку з фазовими переходами	Кеннет Вільсон	1982	
Теоретичні дослідження фізичних процесів, що грають важливу роль у будові і еволюції зірок	Субраманьян Чандрасекар	1983	
Теоретичне й експериментальне дослідження ядерних реакцій, що мають важливе значення для утворення хімічних елементів Всесвіту	Вільям Альфред Фаулер	1983	
Вирішальний внесок у великий проект, здійснення якого привело до відкриття квантів поля W й Z - переносників слабкої взаємодії	Карло Руббіа, Симон ван дер Мер	1984	

Продовж. табл. А.5.1

1	2	3	4
Відкриття квантового ефекту Холла	Клаус фон Клітцинг	1985	
Робота над електронним мікроскопом	Ернст Руска	1986	
Винахід сканерного туннелюючого мікроскопа	Герд Бінніг і Генріх Рорер	1986	
Відкриття надпровідності в керамічних матеріалах	Георг Беднорц й Олександр Мюллер	1987	
Метод нейтринного променя й доказ дуалізму структури лептонів за допомогою відкриття мюонного нейтрино	Леон Ледерман, Мелвін Шварц і Джек Стейнбергер	1988	
Винахід методу роздільних коливальних полів і його використання у водневому мазері й інших атомних годинниках	Норман Рамзей	1989	
Розробка методу втримання одиночних іонів	Ханс Демелт і Вольфганг Пауль	1989	
Дослідження глибоконепружного розсіювання електронів на протонах і зв'язаних нейтронах, істотно важливих для розробки кваркової моделі у фізиці частинок	Джером Фрідман, Генрі Кендалл і Річард Тейлор	1990	
Виявлення того, що методи, розвинені для вивчення явищ упорядкованості в простих системах, можуть бути узагальнені на рідкі кристали й полімери	П'єр Жиль де Жен	1991	
Відкриття й створення детектерів частинок, зокрема багатодротинкової пропорційної камери	Жорж Шарпак (Григорій Харпак)	1992	
Відкриття нового типу пульсарів, що дало нові можливості у вивченні гравітації	Рассел Халс і Джозеф Тейлор мол.	1993	
Створення нейтронної спектроскопії	Бертрам Брокхауз	1994	
Створення методу нейтронної дифракції	Кліффорд Шалл	1994	
Відкриття тау-лептона	Мартин Перлина	1995	
Експериментальне виявлення нейтрино	Фредерік Рейнс	1995	+
Відкриття надтекучості гелію-3	Девід Чи, Дуглас Ошеров Роберт Ричардсон	1996	
За створення методів охолодження й уловлювання атомів лазерним променем	Стівен Чу, Клод Коен-Таннуджи і Вільям Філіпс	1997	
Відкриття нової форми квантової рідини (при низьких температурах і сильному магнітному полі) у частинки з новими властивостями, що мають, зокрема, дробовий електричний заряд	Роберт Лафлін, Хорст Штермер і Деніел Цуї	1998	
Пояснення квантової структури електрослабких взаємодій	Герард Хоофт і Мартін Вельтман	1999	
Розробки в напівпровідниковій техніці	Жорес Іванович Алфьоров і Герберт Кремер	2000	
Дослідження в області інтегральних схем	Джек Кілбі	2000	
Досягнення у вивченні процесів конденсації Бозе-Ейнштейна в середовищі вироджених газів і початкові фундаментальні дослідження характеристик конденсатів	Ерік Корнелл, Вольфганг Кеттерле і Карл Віман	2001	

Продовж. табл. А.5.1

1	2	3	4
Створення нейтринної астрономії	Раймонд Девис мол. і Масатосі Косіба	2002	
Створення рентгенівської астрономії й винахід рентгенівського телескопа	Риккардо Джаккони	2002	
Створення теорії надпровідності другого роду й теорії надтекучості рідкого гелію-3	Олексій Олексійович Абрикосов, Віталій Лазаревич Гінзбург, Ентоні Леггет	2003	
Відкриття асимптотичної волі у теорії сильних взаємодій	Девід Гросс, Девид Політцер, Франк Вальчек	2004	
Внесок в квантову теорію оптичної когерентності; у розвиток лазерної високоточної спектроскопії і техніки прецизійного розрахунку світлового зсуву в оптичних стандартах частоти	Рой Глаубер, Джон Голл, Теодор Ганш	2005	
Відкриття анізотропії і чорнотільної структури енергетичного спектру космічного фонового випромінювання	Джон Метер, Джордж Смут	2006	
Відкриття ефекту гігантського магнетоопору	Альбер Фер, Петер Грюнберг	2007	
Відкриття явища у фізиці елементарних частинок, яке отримало назву «спонтанне порушення симетрії»	Юічіро Намбу, Макото Кобаяші і Тошіхіде Маскава	2008	
Відкриття експериментальних методів, які уможливають вимірювання та маніпулювання окремими квантовими системами	Серж Арош, Девід Вайнленд	2012	
Теоретичне відкриття механізму, який допомагає нам розуміти походження маси субатомних частинок й існування якого було доведено виявленням передбаченої елементарної частинки в експериментах ATLAS і CMS на Великому адронному колайдері в ЦЕРН	Франсуа Англер, Пітер Хіггс	2013	
Відкриття нейтринних осциляцій, що доводить наявність маси нейтрино	Артур Макдональд, Такаакі Каджита	2015	
Теоретичне відкриття топологічних фазових переходів та топологічних фаз речовини	Девід Таулесс, Данкан Галдейн, Джон Костерліц	2016	
Вирішальний внесок у розробку детектора LIGO та спостереження гравітаційних хвиль	Райнер Вайс, Баррі Баріш, Кіп Торн	2017	

Додаток А.6. Експериментальна діяльність в освітньому процесі атомної і ядерної фізики

Таблиця А.6.1

Перелік демонстрацій та лабораторних робіт з атомної і ядерної фізики в старшій школі рекомендованих МОН України

№ з/п	Назва	Форма навчального фізичного експерименту
1.	Модель досліду Резерфорда	Демонстрація
2.	Будова й дія лічильника йонізуючих частинок	Демонстрація
3.	Фотографії треків частинок	Демонстрація
4.	Спостереження неперервного і лінійчатого спектрів речовини	Лабораторна робота
5.	Дослідження треків заряджених частинок за фотографіями	Лабораторна робота

Додаток Б.

Основні тенденції становлення та розвитку фізики, як навчального предмету з початку ХХ і до перших років ХХІ ст.

Додаток Б.1. Аналіз навчальних програм з фізики з початку ХХ і до перших років ХХІ ст.

Ми узагальнили основні тенденції становлення та розвитку фізики, як навчального предмету з початку ХХ і до перших років ХХІ ст. було наступне:

- у 1915 р. комісія з реформи середньої школи визначила програму-мінімум для гімназій, яка введена у дію у 1917 р. [53]. До 1917 р. фізика склалася як навчальний предмет масової середньої загальноосвітньої школи, до змісту якої були включені традиційні розділи класичної фізики: механіка, термодинаміка, електрика, електромагнітні коливання та хвилі, оптика. Новітні проблеми атомної і ядерної фізики другої половини ХІХ – початку ХХ століття у програмах, а відповідно і посібниках з фізики не знайшли відображення;

- в роки економічної розрухи та громадянської війни 1917–1923 рр. узгодженої програми навчання фізики не існувало. Здебільшого використовували дореволюційні підручники, де питання атомної і ядерної фізики не вивчалися. Зміст курсу фізики майже не змінювався. В цей період були окреслені найбільш ефективні методи навчання фізики, розглянуто методологічні та методичні питання теорії й практики навчання фізики, окреслено визначну роль шкільного фізичного експерименту, означена фізична мова у навчанні фізики в школі;

- період 1923–1931 рр. характерний відходом від змісту систематичного курсу фізики і переходом роботи школи за комплексними програмами, коли весь навчальний матеріал з фізики було розподілено між комплексними темами традиційних розділів фізики, бригадно-лабораторна форма занять майже витиснула всі інші, дослідницький метод проголошено пануючим, майже відсутні теоретичні узагальнення, переважали механістичні тенденції. Практицизм не дозволив розглянути організацію освітнього процесу в певному

середовищі з його закономірностями розвитку. В цей період передові учителі Є. М. Горячкін, А. А. Торчинський, О. В. Пьоришкін, І. А. Челюскін, І. Ф. Якимов [9; 67; 68; 74] самостійно розробляли методику навчання фізики, розвивали її наукові основи, розробляли фізичний експеримент та форми організації занять, зокрема екскурсії, фронтальний метод проведення практичних робіт. На робітничих факультетах, де навчання відповідало вимогам того часу, працювали І. І. Соколов, М. С. Акулов, О. А. Покровський, П. С. Слесаревський [66; 65];

- кардинальні зміни сталися з прийняттям постанов Радянського уряду 1931–1932 рр., коли до визначення стратегії розвитку шкільної фізичної освіти були залучені науковці, використано методичну спадщину дореволюційної і російської школи і перших років розвитку радянської школи.

Насамперед, шкільна освіта розглядалася у історично сформованому навчальному середовищі, дослідженню якого були присвячені роботи І. А. Арямова [1], І. А. Баєва [3], П. П. Блонського [6], Л. С. Виготського [10], В. Ю. Лискової [25], А. С. Макаренка [26], В. І. Панова [31], Е. А. Ракітіної [25], В. В. Рубцова [55], В. І. Слободчикова [63], С. Т. Шацького [73], В. А. Ясвіна [75]. Навчальне середовище розглядалося як сукупність матеріальних чинників освітнього процесу і міжособистісних стосунків між суб'єктами навчання. Психологи [10; 22; 62; 64; 75] навчальне середовище розглядали як взаємодію учасників процесу навчання. Спільна діяльність і спілкування визначалися рушійною силою розвитку дітей, засобом навчання і виховання.

З урахуванням висновків педагогів [5; 22; 32; 34] та психологів [22; 56; 62; 64] І. І. Соколовим, П. О. Знаменським, Д. Д. Галаніним, О. В. Пьоришкіним, Г. І. Фалєєвим, Є. М. Горячкіним, С. М. Жарковим, Д. І. Сахаровим, О. В. Сергєєвим, О. А. Покровським [4; 58; 59; 74] було складено систематичні навчальні програми для кожного класу, підготовлені підручники, навчальні посібники для учнів, методичне забезпечення для учителів, створені фундаментальні роботи з методики навчання фізики, де знайшли відображення питання атомної і ядерної фізики. Навчальну програму для середньої школи

підготував І. І. Соколов [65], яка функціонувала практично до 1956 року з постійним корегуванням змісту атомної і ядерної фізики автором.

Наступні 10 років визначальним у формуванні та удосконаленні програм з фізики був О. В. Пьоришкін [54]. У розділі атомної і ядерної фізики особливих змін у порівнянні з попередніми програмами не було.

У навчальній програмі з фізики (1954) [50] вперше було введено нову форму організації освітнього процесу – фізичний практикум у 8–10 класах, де передбачалося виконання двох робіт з атомної і ядерної фізики, які виконуються учнями і нині.

У програмі 1958 року [51] передбачено вивчення тем: дисперсія і випромінювання; дія світла; будова атома; явища, виявлення складної будови атома; радіоактивність; будова атома, ядро і електронні оболонки; будова атомного ядра; поділ ядер урану; використання атомної енергії в мирних цілях.

Впродовж 1959–1961 рр. в програмі з фізики восьмирічної і середньої школи [48] отримала завершення концентрична система формування навчального матеріалу. Розділи атомна і ядерна фізика вивчалися на другому концентрі у випускному класі, науковість відповідала рівню підручника І. І. Соколова, що забезпечувало, на нашу думку, поліпшення розуміння наукової картини світу та розширювало світогляд учнів.

Навчання квантової теорії, атомної, ядерної фізики та елементарних частинок ґрунтується на відмінних від класичної моделі фізики універсальних постійних, що входять в рівняння, які описують фундаментальні закони природи і властивості матерії [46].

В методиці навчання наголошується, що класична механіка претендує на універсальність, бо її єдиний закон руху використовується, починаючи від макромасштабів і закінчуючи рухом атомів.

Сутність граничної величини швидкості світла полягає у тому, що вона обмежує ту область простору, яка може впливати на точку знаходження спостерігача [37, с. 280]. Швидкість світла є еталоном для порівняння швидкостей руху різних об'єктів. Постійна Планка встановлює природну шкалу

мас об'єктів. Атом не є мікроаналогом сонячної системи. А. Ейнштейн також приділяв увагу моделювання явищ у мікросвіті [37].

Провідні методисти підкреслюють, що стосується універсальних постійних квантової механіки фізичних масштабів, які порушують однорідність Всесвіту, приводять до нової концепції об'єктивності. Жоден спостерігач не може передати сигнал зі швидкістю більшою швидкості світла. Одночасність можна визначити лише відносно певної системи відліку.

Це не означає, що фізика суб'єктивна і залежить від наших переконань чи переваг. Вона дає можливість бути частиною того фізичного світу, який ми описуємо. Фізика передбачає, що спостерігач знаходиться всередині світу, який спостерігає. Діалог з природою успішний, коли він ведеться всередині природи [37, с. 280].

За програмою 1961 року з фізики [48] до атомної і ядерної фізики віднесено розділи «Дія світла» та «Будова атома», на які відводилося відповідно 5 та 8 годин. До розділу «Дія світла» входили наступні теми: «Фотоелектричний ефект. Робота Столетова по фотоелектричному ефекту. Поняття про фотони. Фотоелементи та їх застосування (звукове кіно і фотореле). Хімічна дія світла та її використання в фотографії. Люмінесценція та її застосування в світлотехніці». До розділу «Будова атома» входили теми: явища, що підтверджують складну будову атома. Способи спостереження частинок. Будова атома: електронна оболонка і ядро. Випромінювання і поглинання енергії атомом. Будова ядра атома: протони й нейтрони. Поділ ядер урану. Ланцюгова реакція. Виділення енергії при ядерному розпаді. Використання атомної енергії в мирних цілях.

Що забезпечує принцип науковості, так як учні оволодівали знаннями сучасної, на той момент науки, та методами наукового дослідження.

В 1962–1963 навчальному році середня школа переведена на 11-річне навчання. Програма фізики для 11 класу містила в собі питання, які вивчалися раніше в 10 класі, а новими розділами були: електричні властивості напівпровідників, міжнародна система одиниць (СІ), фізика і технічний прогрес. Курс фізики 11 класу мав важливе наукове значення. В процесі вивчення оптики

і будови атома значно розширювалися поняття матерії і форм її існування. При цьому вчитель мав можливість використовувати даний матеріал для формування діалектико-матеріалістичного світогляду учнів [35, с. 41-52].

У розділі «Дія світла» розглядалися квантові властивості світла. Вивчення їх було важливим як з практичної, так і з освітньої точок зору, бо давало можливість ознайомити учнів з основами сучасного вчення про природу світла.

Питання про фотоелектричні ефекти і його застосування досить докладно викладено в підручнику А. В. Пьоришкіна [54] (Курс фізики, ч. III). Легко підібрати до нього й додатковий матеріал.

Вивчення люмінесценції доповнено розглядом методу люмінесцентного аналізу, що має широкі застосування. За допомогою люмінесцентного аналізу легко виявити наявність певних речовин в досліджуваній суміші. Це досягається підбором таких хімічних реагентів, які при введенні їх в розглянутий розчин зумовлюють появу фотолюмінесценції розчину, якщо її до цього не було, або зникнення світіння, або зміна його кольору. Такі реагенти називаються «флуоресцентними індикаторами». Новим є зв'язок навчання з життям, що нині названо формуванням компетентності.

Зокрема, введено до програми [36] поняття капілярний люмінесцентний аналіз, який полягає в тому, що коли смужку фільтрувального паперу занурити одним кінцем в розчин з суміші речовин, то через деякий час розчин почне підніматися, фарбуючи смужку кольоровими зонами. Потім ці зони досліджують в ультрафіолетовому світлі, збуджуючи їх люмінесценцію. Цей метод з успіхом застосовується, наприклад, для визначення якості вугілля навіть в умовах розвідувальних робіт. Чутливість його достатньо висока. Він дає можливість виявити домішки в кількості $10^{-6} - 10^{-8}$ г/см³, що знаходяться в розчині.

Передбачено вивчення застосування люмінесцентного методу дефектоскопії у машинобудівній промисловості, що дозволяє легко виявляти тріщини на поверхні металевих і пластмасових виробів. В цьому випадку контрольовану деталь обробляють розчином спеціальної фарби, яка при опроміненні ультрафіолетовим світлом починає світитись. На фотографії

поверхні такої деталі добре видно всі мікро тріщини. В окремих випадках виявляється можливим визначити навіть їх глибину.

Грунтовні знання програма з фізики передбачала з люмінесцентного аналізу органічних речовин, що застосовується для контролю якості продуктів харчування, для визначення якості насіння. Зародки насіння вівса, ячменю, пшениці і других культур під дією ультрафіолетових променів світяться по-різному в залежності від їх життєздатності.

Широко використовується люмінесцентний аналіз для дослідження руд і мінералів.

У програму [36] включені поняття про люмінесцентний аналіз в електричних лампах холодного свічення. Підкреслена велика роль радянських фізиків на чолі з С. І. Вавіловим в розробці методів практичного використання люмінесценції. При вивченні хімічної дії світла програма більш чітко, ніж це зроблено в підручнику [54], передбачає пояснення квантового характеру явища. Це легко пояснити на прикладі спостереження вицвітання фарб.

З життя відомо, що вицвітання кольорового паперу або тканини відбувається поступово. Про що це говорить? Якщо уявити собі, що енергія світла надходить на освітлювану поверхню «безперервним» потоком, то в певний момент, коли її накопичиться достатня кількість, всі молекули фарби розпадуться разом. Отже, процес вицвітання відбудеться раптово. Однак це не відповідає дійсності. Щоб пояснити, чому вицвітання відбувається поступово, слід припустити, що енергія світла поступає і поглинається окремими порціями – квантами. В такому випадку кожна молекула розпадається лише тоді, коли до неї потрапляє квант світла, енергія якого достатня для її розщеплення, або коли вона накопичить енергію декількох квантів.

Завершення вивчення оптики передбачає проведення заключної бесіди, мета якої – узагальнити знання учнів про властивості випромінювання на прикладі світла. У зв'язку з цим необхідно підкреслити матеріальність світла, постійний взаємозв'язок двох форм існування матерії – випромінювання і речовини.

Світло (електромагнітне випромінювання) так само, як і речовина, є видом матерії. Весь матеріальний світ, вся матерія існує в двох основних видах – у вигляді речовини і поля, характерні особливості якого найбільш чітко проявляються в оптичних явищах.

Речовина і світло знаходяться в постійному і тісному взаємозв'язку. Так, світло завжди випромінюється речовиною, що світиться з тих чи інших причин, речовиною ж воно і поглинається.

Зіставляючи хвильові та квантові властивості світла, слід підкреслити, що їх єдність свідчить про складну природу світла, про те, що світло можна вважати ні потоком частинок, ні хвилями. С. І. Вавілов з цього приводу писав, що світло є якимось діалектично єдиним в протилежностях.

У 1962–1963 навчальному році учні 11 класу вперше розпочали вивчати тему «Будова атома». У 8 класі учні проходили курс фізики ще за старою програмою і не знайомилися з цією темою. Однак учитель повинен врахувати, що учні 11 класу вже мають деяку підготовку з окремих питань теми, вивченим раніше на уроках фізики і хімії. Зокрема, для підтвердження складної будови атома можна послатися на наступні питання, вивчені учнями в попередніх темах.

1. Катодні промені та їх природа. Досліди з катодними променями (передача заряду на електроскоп через циліндр Фарадея, відхилення променів в електричному та магнітному полях).

2. Термоелектронна емісія – випускання електронів розігрітими до високої температури тілами.

3. Рентгенівські промені.

4. Фотоелектричний ефект.

До 1967 р. шкільна програма з фізики в основному залишалася класичною [53]. У ній не знаходили відображення дві важливі сучасні фізичні теорії – теорія відносності і квантова механіка, а відповідно питання атомної, ядерної фізики та елементарних частинок розкривалися на рівні початку 50-х років минулого століття.

У цей період вчені дослідники Ю. К. Бабанський [2], І. І. Безпалько [5],

М. О. Данілов [16], О. М. Леонт'єв [23], І. Я. Лернер [24], М. М. Скаткін [61], М. Д. Ярмаченка [32], сучасними ж є У. Гончаренко [13], В. В. Давидов [15], І. П. Підласий [34] розробили дидактичні основи навчального середовища.

Реформа фізичної освіти (1967–1972) вирішувала проблему зближення шкільного курсу з ідеями і методами сучасної фізики в рамках дидактичного принципу науковості [74]. Характерною особливістю нової програми [53] було підвищення наукового рівня курсу фізики, що досягалося послідовним використанням ідей, методів і засобів новітньої на той час фізики. Розвиток методики навчання атомної і ядерної фізики забезпечували вчені-методисти О. І. Бугайов [8; 7], Б. Б. Буховцев [28], С. У. Гончаренко [13], С. Е. Каменецький [69], О. Ф. Кабардин [19], Є. В. Коршак [21], І. К. Кікоїн [20], Г. Я. Мякишев [28], В. П. Орехов [12], О. В. П'єришкін [54], О. В. Сергєєв [60].

Значний вплив на формування нової програми з фізики для середньої школи здійснив академік І. К. Кікоїн. Він був співавтором програми з шкільного курсу фізики, першим редактором молодіжного фізико-математичного журналу «Квант», який одержав світове визнання [20].

У період з 1967 в методиці навчання фізики продовжують накопичуватися проблеми, які особливо гостро постали наприкінці 80-х років ХХ ст. Це проблема суперечності реальної якості знань учнів та змісту шкільної фізичної освіти. На порядку денному постало питання створення нового навчального середовища, яке ґрунтувалося на комп'ютерній підтримці навчання фізики, розробки нового покоління підручників, які відповідали б новим вимогам суспільства.

У програмі з фізики для середньої 11-річної школи не передбачено вивчення явища радіоактивності, так як учні вже вивчали його на уроках хімії. Тому вчитель фізики тільки відновлює в пам'яті те, що вони вивчали раніше, звертаючи їхню увагу на такі питання: 1) радіоактивність полягає в мимовільному випромінюванні різними речовинами невидимих променів; 2) інтенсивність радіоактивного випромінювання залежить від кількості атомів радіоактивного елемента в з'єднанні, тому це явище є властивістю атомів радіоактивних елементів, незалежно від того,

чи існує даний елемент як проста речовина, або входить до складу хімічної сполуки; 3) радіоактивність є мимовільним процесом, швидкість якого не залежить від тиску, температури та інших зовнішніх умов; 4) в процесі радіоактивності відбувається послідовне і вільне перетворення одних елементів в інші.

У пояснювальній записці до програми рекомендується вчителю фізики зупинитися на властивостях радіоактивних променів і дати їх характеристику, звернути увагу на особливості. Важливо підкреслити, що не завжди радіоактивний елемент випромінює всі три види променів одночасно.

Відкриття радіоактивності і дослідження властивостей альфа, бета- і гамма-променів спростувало думку про те, що нібито атом є найдрібнішою частинкою речовини і, що він складається з ще більш дрібних частинок.

Крім цього, вчителю фізики рекомендується враховувати, що в курсі хімії учні вже ознайомилися зі складною будовою атома, з тим, що існує зв'язок між зарядом атома і порядковим номером хімічного елемента в таблиці Менделєєва.

Зміст теми «Будова атома» лишивсь незмінним в порівнянні з тим, як раніше вивчали цей матеріал в 10 класі. Додатковий матеріал в перехідній програмі стосується в основному деяких питань ядерної енергетики (ядерні сили, атомна електростанція). Крім того, посилені вимоги до виконання учнями завдань, поданих у підручнику.

Після переходу середньої школи на 10-річне навчання (1965) програма автоматично зберегла зміст 11-о класу у 10-у класі аж до 1974 р.

В новій програмі [39], яка вступила в дію в 1974 – 1975 н.р. назва розділу «Дія світла» змінилася на назву «Квантові властивості світла», де знаходить відображення тема «Поняття про телебачення». Кількість годин на вивчення розділу збільшується до 6 годин. Розділ «Будова атома» також змінює назву на назву «Будова атома. Атомна енергетика» та кількість годин – 10 годин.

Структура розділу зазнала змін, з'явилися нові, а саме: дослід Резерфорда, підтверджуючий наявність ядра в атома; випромінювання та поглинання енергії атомом; ізотопи; поняття про організацію та дію прискорювачів (лінійні, циклічні); штучна радіоактивність; взаємозв'язок маси та енергії; ділення ядер

урану; поняття про термоядерні реакції; поняття про елементарні частинки та їх властивості. Також були уточнені існуючі теми: тема «Способи спостереження частинок» стала звучати як «Способи спостереження та реєстрації частинок методом сцинтиляцій, за допомогою камери Вільсона, циркулятора іонізуючих частинок і товстошарових фотоемульсій».

Слідом за програмою 1975 року введена нова програма фізики для середньої школи [40], характерним для якої було чітке розмежування тем в розділах, з'являється розділ «Оптика» та «Фізика атома і атомного ядра».

Розділ «Квантові властивості світла» змінює назву на «Світлові кванти. Дії світла», на котрий відводиться 12 годин. У його зміст входить: фотоелектричний ефект; закони фото ефекту; рівняння Ейнштейна; світлові кванти (фотони); стала Планка; імпульс і маса фотона; фотоелементи і їх застосування; запис та відтворення звуку оптичним методом; тиск світла; відкриття П. М. Лебедева; хімічна дія світла, її використання в фотографії.

Розділ «Фізика атома і атомного ядра», котрий з'явився замість розділу «Будова атома. Атомна енергетика», мав чотири підрозділи: фізика атома (3 години); атомне ядро (8 годин); ядерна енергія, її одержання і використання (6 годин) та елементарні частинки (2 години).

В підрозділі «Фізика атома» розглядаються: рівні енергії атома водню, квантові постулати Бора, походження лінійчатого спектра.

Підрозділ «Атомне ядро» доповнюється темами: властивості протона і нейтрона; енергія зв'язку атомних ядер; природна радіоактивність; альфа-, бета- і гамма-випромінювання; період напіврозпаду радіоактивної речовини; енергетичний вихід ядерних реакцій, а тема «Експериментальні методи реєстрації заряджених частинок» доповнилася поняттями «бульбашкова камера» та «лічильник Гейгера».

Підрозділ «Ядерна енергія, її одержання і використання»: коефіцієнт розмноження нейтронів; критична маса; ядерний вибух; ядерний реактор; атомна електрична станція; успіхи і перспективи розвитку ядерної енергетики в СРСР; одержання радіоактивних ізотопів та їх використання як мічені атоми і

джерела випромінювання в промисловості, сільському господарстві, науці і медицині; поняття про дозу випромінювання і біологічний захист.

Підрозділ «Елементарні частинки» із попередньої програми переніс лише тему «Відкриття нейтрона», а всі інші теми були новими, а саме: відкриття позитрона; античастинки на прикладі позитрона; радіоактивність нейтрона; перетворення пари: електрон і позитрон в гамма-випромінювання і обернене перетворення.

У наступній програмі з фізики для 9-10 класів середньої загальноосвітньої школи 1977 року [41] підрозділ «Світлові кванти. Дії світла» залишився без змін. В підрозділі «Фізика атома» замість теми «Рівні енергії атома водню» знайшли відображення «Будова атома» та «Планетарна модель атома». В підрозділі «Атомне ядро» нових тем не з'явилося, лише відбулась взаємна перестановка тем. Підрозділи «Ядерна енергія, її одержання і використання» та «Елементарні частинки» також ніяких змін не зазнали.

В програмі 1980 року на вивчення розділу «Атомне ядро» [42] кількість годин збільшується на одну годину, в іншому програма лишилась без змін.

Восьмидесятим рокам ХХ століття під гаслами гуманізації стала властивою критика курсу фізики та навчальної програми в частині їх перевантаження і високої науковості. Такий підхід сприяв прискореному збільшенню розриву змісту шкільних підручників фізики та досягнень науки фізики, гальмуванню розвитку методики навчання новітніх явищ фізики.

1981 р. з'являється програма [46], яка внесла зміни як у структуру розділів, так і у їх зміст. Розділ «Фізика атома і атомного ядра» змінює назву на «Квантова фізика». До нього з розділу оптики переміщується підрозділ «Світлові кванти. Дія світла». З підрозділу вилучили такі теми, як: закони фотоефекту; рівняння Ейнштейна; світлові кванти; стала Планка; фотон, імпульс і маса фотона; фотоелементи і їх застосування; запис та відтворення звуку оптичним методом, а на заміну прийшли «Теорія фотоефекту. Фотон. Застосування фотоефекту в техніці. Розвиток поглядів на природу світла». Вилучення тем із розділу суперечить принципу науковості.

Порівняно з попередньою програмою підрозділи «Фізика атома», «Атомне ядро», «Ядерна енергія, її одержання і використання» та «Елементарні частинки» в новій програмі були об'єднанні в одну «Атом і атомне ядро». Даний розділ доповнився такими темами: «Закон радіоактивного розпаду. Термоядерна реакція. Відкриття позитрона. Античастинки (на прикладі позитрона). Перетворення пари: «електрон-позитрон» в гамма-випромінювання і обернене перетворення» та фронтальною лабораторною роботою «Вивчення треків заряджених частинок за готовими фотографіями».

В 1982 році опубліковано програму з фізики та астрономії 6–11 класів [44], яка мала таку ж структуру розділів, як і програма 1981 р. Відмінність полягала тому, що з розділу «Атом і атомне ядро» вилучені теми: «Відкриття позитрона. Античастинки (на прикладі позитрона). Відкриття нейтріно. Перетворення пари: «електрон-позитрон» в гамма-випромінювання і обернене перетворення».

Додаток Б.2. Аналіз підручників з фізики з початку ХХ і до перших років ХХІ ст.

Для чотирикласних училищ у 1918 р. було надруковане 5-е видання підручника П. Баранова, де є перша згадка у вітчизняних підручниках про електрон, ядро та атом [4].

У 1921 році було видано підручник О. В. Цингера. В ньому вперше розкриваються властивості електрона при поясненні природи катодних променів у газорозрядній трубці та вводиться поняття радіоактивність [72].

У підручнику «Початкова фізика. Перша ступінь» понять атомної і ядерної фізики не вводяться [71].

Систематичний курс фізики для 9 та 10 класів був написаний у 1934 році І. І. Соколовим і перевидавався 14 разів, до 1953 р. До його змісту вперше в історії шкільного підручника Росії було включено розділ «Будова атома». У ній містилися теми: виявлення складної будови атома; спінтарископ, камера Вільсона; ядерна будова атома; будова лінійних спектрів; електронна оболонка атома водню; електронна оболонка атомів будь-яких елементів; енергетичні рівні атома; радіоактивність; склад радіоактивного випромінювання; властивості

альфа-променів; властивості бета-променів; властивості гамма-променів; період напіврозпаду радіоактивних елементів; перетворення радіоактивних елементів; будова атомного ядра; штучна радіоактивність; застосування штучно-радіоактивних речовин; енергія атомного ядра; звільнення атомної енергії [65].

Крім цього було підготовлено підручник Г. І. Фалєєвим і О. В. Пьоришкіним, зміст якого практично не відрізнявся від змісту підручника І. І. Соколова [70].

В цей період з питань навчання фізики видавалися журнали: «Природа», «Фізика», «Питання фізики», «Фізик-любитель» та ін. [33, с. 257]. Головним методичним орієнтиром для учителів фізики був журнал «Математика та фізика у середній школі».

У журналі «Математика та фізика у середній школі» № 1 (1934) надруковано статті Ю. Кушніра «Фотоелектричний ефект і його застосування», З. Гінзбурга «Основні ідеї телебачення», Т. Щербакова «Стан викладання фізики в середній школі у 1932/33 навчальному році», М. Плешкова «Визначення частоти змінного струму методом звукового резонансу», Г. Фалєєва «Демонстрація стоячих хвиль», О. Белгородського «Деякі вказівки при роботі з універсальним мостиком Кольрауша».

У журналі № 2 1935 р. поміщено статті: І. Турбовича «Елементарні частинки», В. Пульвера «Космічні промені», Е. Островського «Ультразвуки і їх застосування», Г. Гурєва «Кінцевий чи ні простір Всесвіту?», Г. Фалєєва «Перші заняття з фізики (V клас)», С. Іванова «Як давати класифікацію і характеристику руху у VI класі», Г. Фалєєва «Проробка законів Ньютона у VI класі», А. Лебедева «Молекулярна фізика газів», А. Лебедева «Молекулярна фізика рідин», Е. Островського «Постійні магніти, матеріали для них і способи їх намагнічування», І. Пташинського «Ознайомлення з природою електричного струму на заняттях з фізики», А. Велецького «Замітки про стабільний підручник фізики для V класу».

У статтях з атомної та ядерної фізики [57] розглядаються фундаментальні поняття: постулати Бора, хвилі де Бройля, хвильова теорія Шредінгера,

дифракція електронів та протонів, подаються відкриття 1931–1932 років нейтрона та позитрона, досліди Боте і Беккера, Чадвіка (1930), гіпотеза Жоліо про перетворення кванта гамма-випромінювання у пару електрон і позитрон, гіпотеза виникнення позитрона Дірака, подаються характеристики 8-и відомих на той час елементарних частинок: електрон, протон, нейтрон, позитрон, квант (фотон), дейтон (стійке сполучення протона і нейтрона), альфа-частинка, нейтрон, ядерні реакції, розпад ядра, космічні промені.

У журналі № 3 за 1935 р. міститься лише одна невелика стаття В. М. Солева «Діапозитивні фільми в допомогу викладачу фізики», де є повідомлення про випуск фабрикою «Союзтехфільмів» продукції для навчальних цілей.

Стаття з фізики доцента В. Грановського «Рух атомів і межа точності фізичного експерименту» була надрукована у журналі «Математика та фізика у середній школі» № 4 за 1935 р. [14].

Проведені викладки свідчать про те, що методика навчання атомної і ядерної фізики знайшла своє запровадження в періодичних виданнях.

У наступних журналах, аж до початку війни 1941 року, систематично друкувалися статті фахівців, де висвітлювалися новітні досягнення з фізики. Відповідно методика навчання фізики у частині атомної і ядерної фізики своєчасно поновлювалася і відповідала новітнім досягненням науки фізики. Вчителі фізики, науково-педагогічні працівники, учні мали можливість знайомитись з новітніми відкриттями у галузі фізики.

Крім цього було видано ряд посібників з квантової фізики та теорії відносності. Першим посібником з квантової механіки був переклад з німецької І. Е. Ададунова «Квантова хімія» (1931) А. Гааса, «Початки квантової механіки» (1932) В. О. Фока та ін. [57].

І. І. Соколов у 1950 р. [66] до змісту розділу «Будова атома» додав теми: поділ ядра урану; ланцюгова реакція при поділі урану; причини, гальмуючі ланцюгові реакції; одержання нових елементів; ядерний вибух; урановий котел; практичне використання атомної енергії; природні запаси елементів, здатних до ділення.

Крім цього у всіх виданнях у розділі «Природа світла» курсу фізики для 10 класу вивчалися теми: залежність випромінювання від температури; зміна випромінювання з температурою; поняття про світловий квант.

Із 1956 до 1972 року стабільним підручником з фізики було затверджено «Курс фізики. Підручник для середньої школи» О. В. Пьоришкіна [54] у трьох частинах. Третя частина включала електрику, оптику і будову атома.

У післявоєнний період видатні фізики, доктори фізико-математичних наук, академіки залучилися до підготовки більш ґрунтовного підручника з фізики. Так у 1952 році за редакцією Г. С. Лансберга було видано третій том «Елементарний підручник фізики» [18], який перекладено на українську мову, де у доступній формі ґрунтовно, згідно новітніх досягнень науки фізики (у третій частині «Фізична оптика») викладено теми «Спектри і спектральні закономірності» та «Дія світла». Частина четверта «Атомна фізика» включала теми «Будова атома», «Радіоактивність», «Атомні ядра і ядерна енергія» [48]. До підготовки підручника були залучені понад 10 авторів, серед них відомі вчені академік Б. Л. Лівшиць, член-кореспондент АН СРСР Ф. Л. Шапіро, дослідник В. Г. Барішевський та ін. Підручник було перевидано 13 разів (2006 р. останній раз). Кожного видання розділ «Атомна та ядерна фізика» доопрацьовувався. До нього додавалися новітні знання, що привело до збільшення його об'єму. В останньому виданні розділ містить опис всіх найважливіших досягнень фізики ХХ століття для рівня знань школярів, що свідчить про підповідність принципу науковості та наповненню навчального матеріалу новими знаннями для учнів.

У підручнику Г. Я. Мякишев та Б. Б. Буховцева із 1971 по 1992 рік зміст з атомної і ядерної фізики майже не змінювався. Він включав розділи «Світлові кванти. Дії світла», «Атомна фізика», «Фізика атомного ядра», «Елементарні частинки» [29]. Зміст розділів у значній мірі відповідав змісту відповідних розділів з атомної і ядерної фізики підручника І. І. Соколова та О. В. Пьоришкіна.

Для визначення основних тенденцій становлення та розвитку фізики, як навчального предмету з початку ХХ і до перших років ХХІ ст. нами

проаналізовано 11 підручників, 17 навчальних програм з фізики та додаткову літературу зокрема:

1. Арямов И. А. Как влияет среда на детский организм / И. А. Арямов // Вестник просвещения. – 1926. – № 2. – С. 86–97.
2. Бабанский Ю. К. Оптимизация процесса обучения: Аспект предупреждения неуспеваемости школьников : научное издание / Ю. К. Бабанский ; Ростов. гос. пед. ин-т. – Ростов на Дону, 1972. – 347 с.
3. Баева И. А. Психологическая безопасность образовательной среды как ресурс психического здоровья субъектов образования / И. А. Баева // Психологическая наука и образование. – 2012. – № 3. – С. 11–17.
4. Баранов П. Початкова фізика : підручник для вищих початкових шкіл / П. Баранов ; переклад П. Шахрай. – К. : ВСЕУВІТО, 1919. – 171 с.
5. Беспалько И. И. Структурно-семантический анализ учебного материала / И. И. Беспалько // Методика преподавания физики. XXVIII Герценовские чтения. – Ленинград : ЛГПИ, 1975. – С. 8–13.
6. Блонский П. П. Трудовая школа. Ч. II / П. П. Блонский. – М., 1921. – 61 с.
7. Бугайов О. І. Квантова фізика: Дидакт. матеріал /О. І. Бугайов, Л. Г. Горбунцова, В. І. Савченко. – К. : Рад. шк., 1988. – 87с.
8. Бугайов О. І. Концепція фізичної освіти у 12-річній загальноосвітній школі (проект) / О. І. Бугайов // Фізика та астрономія в школі. – 2001. – № 6. – С. 6–13.
9. Волошина К. О. Періодизація розвитку змісту шкільного підручника з фізики в Україні / К. О. Волошина // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винченка. – Кіровоград, 2009. – Вип. 82, ч.1. – С. 20–24.
10. Выготский Л. С. Педагогическая психология / Л. С. Выготский. – М. : Педагогика, 1991. – 480 с.
11. Головки М. В. Видатні постаті вітчизняної дидактики До 90-річчя від дня народження професора Олександра Івановича Бугайова / М. В. Головки // Рідна школа. – 2014. – № 4–5. – С. 68–72. – Бібліогр.: 4 назви.
12. Гончаренко С. У. Методика навчання фізики в середній школі: Коливання і хвилі. Оптика. Теорія відносності. Фізика атомного ядра: посіб. для вчителів / С. У. Гончаренко, М. Й. Розенберг. – К.: Рад. шк., 1974. – 229 с.

13. Гончаренко С. У. Методика як наука : навчальний посібник / С. У. Гончаренко. – Хмельницький : Вид-во ХГКП, 2001. – 30 с.
14. Грановский В. Движение атомов и предел точности физического эксперимента / В. Грановский // Математика и физика в средней школе. – 1935. – № 4. – С. 36–45.
15. Давыдов В. В. О перспективах теории деятельности / В. В. Давыдов // Вестник МГУ Серия 14: Психология : сб. научн. тр. – Москва, 1993. – № 2. – С. 25–31.
16. Данилов М. О. Дидактика средней школы: Некоторые проблемы современной дидактики / М. О. Данилов, М. Н. Скаткин. – М. : Просвещение, 1975. – 304 с.
17. ДСТУ 3651.2-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Фізичні сталі та характеристичні числа. Основні положення, позначення, назви та значення [Електронний ресурс]. – К. : Держстандарт України, 1997. – Режим доступу: <http://csm.kiev.ua/nd/nd.php?b=1&l=5644> (дата звернення: 01.02.2018). – Назва з екрана.
18. Элементарный підручник фізики : в 3 т. / ред. Г. С. Лансберга. – К. : Радянська школа, 1956. – Т. 3 : Коливання, хвилі, оптика, будова атома. – 525 с.
19. Кабардин О. Ф. Физика. Справочник школьника / О. Ф. Кабардин. – М. : 2008. – 575 с.
20. Кикоин И. К. Рассказы о физике и физиках / И. К. Кикоин. – М. : Наука, 1986. – 160 с.
21. Коршак Є. В. Методика розв'язування задач з фізики: практикум. / Є. В. Коршак, С. У. Гончаренко, Н. М. Коршак. – К. : Вища школа, 1976. – 240 с.
22. Крысько В. Г. Психология и педагогика : схемы и комментарии [текст] / В. Г. Крысько. – М. : Владос-Пресс, 2001. – 368 с. – С. 322.
23. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность / А. Н. Леонтьев. – М. : Политиздат, 1977. – 304 с.
24. Лернер И. Я. Процесс обучения и его закономерности / И. Я. Лернер. – М. : Знание, 1980. – 96 с.
25. Лыскова В. Ю. Логика в информатике / В. Ю. Лыскова, Е. А. Ракитина. – М. : Информатика и образование, 1999. – 139 с.

26. Макаренко А. С. Педагогические сочинения : в 8 т. / А. С. Макаренко. – М. : Педагогика, 1984. – Т. 4. – 400 с.
27. Морзе Н. В. Основи інформаційно-комунікаційних технологій / Н. В. Морзе. – К. : Видавн. група ВНУ, 2006. – 352 с.
28. Мякишев Г. Я. Физика : учеб. для 10 кл. общеобразоват. Учреждений / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский. – Изд. 9-е (перераб). – М. : Просвещение, 2001. – 335 с.
29. Мякишев Г. Я. Физика. Учебное пособие для 10 класса средней школы / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. – М. : Просвещение, 1971. – 358 с.
30. Орехов В. П. . Методика преподавания физики в 8-10 классах средней школы / В. П. Орехов [и др.] ; ред.: В. П. Орехова, А. В. Усовой. – М. : Просвещение, 1980. – 351 с. : ил., цв.ил. – Библиогр.: с. 344.
31. Павленко А. І. Культурологічний вимір сучасної фізичної освіти / А. І. Павленко, Т. М. Попова // Фізика та астрономія в школі. – 2006. – № 2. – С. 15–18; № 3 (закінчення). – С. 14–15.
32. Панов В. И. Психодидактика образовательных систем: теория и практика / В. И. Панов. – СПб. : Питер, 2007. – 352 с.
33. Педагогіка / за ред. М. Д. Ярмаченка. – К.: Вища школа, 1986. – 544 с.
34. Перышкин А. В. Курс физики : 3 ч. / А. В.Перышкин. – М. : Просвещение; 1955. – Часть 3 : Электричество, оптика и строение атома. – 336 с.
35. Попова Т. М. Методологічні і дидактичні засади реалізації культурно-історичної компоненти змісту природничо-наукової освіти у загальноосвітній школі : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.09 / Попова Тетяна Миколаївна ; М-во освіти і науки України, Нац. пед. ун-т. ім. М. П. Драгоманова . – К., 2011. – 395 с.
36. Преподавание физики в XI классе средней общеобразовательной трудовой политехнической школы с производственным обучением в 1962/63 учебном году / за ред. В. П. Йора. – К. : «Радянська школа», 1963. – 64 с.
37. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М. : Прогресс, 1986. – 432 с.
38. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 10– 11 кл. Академічний рівень (зі змінами, затвердженими наказом МОН України № 826 від 14.07.2016) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://>

<https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/fiz-ak.pdf> (дата звернення: 15.09.2016). – Назва з екрана.

39. Програма для середньої школи фізика 9-10 клас / за ред. Г. І. Гончарук. – К. : «Радянська школа», 1975. – 33 с.

40. Програма для середньої школи фізика 9-10 клас / за ред. Г. І. Гончарук. – К. : «Радянська школа», 1976. – 37 с.

41. Програма середньої загальноосвітньої школи фізика 9-10 клас / за ред. Г. І. Гончарук. – К. : «Радянська школа», 1977. – 36 с.

42. Програма середньої загальноосвітньої школи фізика 9-10 клас / за ред. Г. І. Гончарук. – К. : «Радянська школа», 1979. – 38 с.

43. Програми вечірньої (змінної) середньої загальноосвітньої школи фізика, астрономія 6-11 класи / за ред. Г. І. Гончарук. – К. : «Радянська школа», 1982. – 56 с.

44. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 7 – 11 кл. Астрономія 11 кл. – К.: Шкільний світ, 2001. – 134 с.

45. Програми середньої загальноосвітньої школи фізика 6-10 клас / за ред. Г. І. Гончарук. – К. : «Радянська школа», 1980. – 48 с.

46. Програми середньої загальноосвітньої школи фізика 6-10 клас / за ред. Г. І. Гончарук. – К. : «Радянська школа», 1981. – 51 с.

47. Програми середньої загальноосвітньої школи. Фізика, астрономія. 7 – 11 класи / О. І. Бугайов [та ін.]. – К. : Освіта, 1992. – 111 с.

48. Програми середньої школи на 1961/62 навчальний рік. Фізика. Астрономія. IX – X класи. – К. : Рад. школа, 1961. – 51 с.

49. Программа средней школы. Физика. Астрономия. – К. : Рад. шк., 1948. – 47 с.

50. Программа средней школы. Физика. Астрономия. – К. : Рад. шк., 1957. – 46 с.

51. Программа средней школы. Физика. Астрономия. – К. : Рад. шк., 1958. – 48 с.

52. Программы средней общеобразовательной школы физика, астрономия. – М. : Просвещение, 1990. – 49 с.

53. Проект новых программ средней школы по физике и астрономии // Физика в школе. – 1967. – №1. – С.40–62.

54. Пьоришкін О. В. Фізика: підручник для 10 класу середньої школи / О. В. Пьоришкін. – К. : Радянська школа, 1956. – Ч. 3. – 392 с.

55. Рубцов В. В. Образовательная среда школы как фактор психического развития учащихся / В. В. Рубцов, К. Н. Поливанова. – М., 2007. – 288 с.
56. Руденский Е. В. Коммуникативная компетентность личности / Е. В. Руденский // Социальная психология: курс лекций. – М. : ИНФРА-М, 1998. – С. 100–109.
57. Садовий М. І. Історія фізики з перших етапів становлення до початку ХХІ століття: навч. посібн. для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. / М. І. Садовий, О. М. Трифонова. – Кіровоград : ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. – 436 с.
58. Садовий М. І. Наукові фізичні школи в Україні: наук.-метод. матеріали в доп. учителям та студ. / М. І. Садовий. – Кіровоград : РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2002. – 162 с.
59. Сергеев А. В. Методические указания и материалы к спецкурсу «История методики преподавания физики в средней школе» / А. В. Сергеев. – Запорожье, 1984. – 88 с.
60. Сергеев А. В. Наблюдения учащихся при изучении физики на первой ступени обучения / А. В. Сергеев. – К. : Рад.шк., 1987. – 152 с.
61. Скаткин М. Н. Беседа с приступающими к работе над диссертацией : научное издание / М. Н. Скаткин ; АПН СССР. – М. : [б. и.], 1967. – 48 с.
62. Скрипченко О. В. Вікова та педагогічна психологія: навч. посібн. / О. В. Скрипченко О.В. [та ін.]. – К. : Просвіта, 2001. – 416 с.
63. Слободчиков В. И. Психология человека: Введение в психологию субъективности: учебн. пособ. для вузов / В. И. Слободчиков, Е. И. Исаев. – М.: «Школа-Пресс», 1995. – 384 с.
64. Смутьсон М. Л. Проектування дистанційних середовищ саморозвитку в умовах новітніх комп'ютерних технологій / М. Л. Смутьсон // Актуальні проблеми психології. Психологічна теорія і технологія навчання : зб.наук.пр. / Ін-т психол. ім. Г.С. Костюка НАПН України – К.,2010. – Вип. 7, Т. 8. – С. 215—225.
65. Соколов И. И. Методика физики : учебник для вузов / И. И. Соколов. – М. : Учпедгиз, 1934. – 239 с.
66. Соколов И. И. Методика преподавания физики в средней школе / И. И. Соколов. – М. : Учпедгиз, 1959. – 376 с.

67. Сосницька Н. Л. Методологічні засади розвитку змісту шкільної фізичної освіти / Н. Л. Сосницька // Педагогічна освіта: теорія і практика. Педагогіка. Психологія. – 2013. – № 19. – С. 52–55.

68. Сосницька Н. Л. Формування і розвиток змісту шкільної фізичної освіти в Україні (історико-методологічний контекст) : автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Сосницька Н. Л. ; Нац. пед. ун-т. ім. М. П. Драгоманова – Київ, 2008. – 40 с.

69. Теория и методика обучения физике в школе: Частные вопросы: учебн. пособ. для студент. высш. педагог. учебн. заведен. / С. Е. Каменецкий [и др.]. – М. : Издательский центр «Академия», 2000. – 384 с.

70. Фалеев Г. И. Курс физики. / Г. И. Фалеев, А. В. Перышкин. – Учпедгиз, 1934. – Ч. 2. : Учебник для средней школы.– 160 с.

71. Цингер А. В. Начальная физика. Первая ступень / А. В. Цингер. – Москва: Книгоиздательство В. М. Саблина, 1911. – 552 с.

72. Цингер А. В. Начальная физика. Учебное пособие для школ 2 ступени / А. В. Цингер. – Госиздат РСФСР, 1928. – 396 с.

73. Шацкий С. Т. Избранные педагогические сочинения : в 2 т. / С. Т. Шацкий. – М., 1980. – Т.1. – 402 с.

74. Школа О. В. Історія зародження, становлення та розвитку наукових шкіл методики навчання фізики в Україні : дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Школа Олександр Васильович ; М-во освіти і науки України, Запорізький держ. ун-т. – Запоріжжя, 1997. –181 с.

75. Ясвин В. А. Образовательная среда : от моделирования к проектированию / В. А. Ясвин ; Моск. гор. психол.-пед. ин-т, Шк. «Новое образование». – М. : Смысл, 2001. – 366 с.

Додаток В
Перелік використаних зовнішніх ресурсів

Таблиця В.1

**Перелік використаних зовнішніх ресурсів відповідно до тематичного
планування розділу «Атомна і ядерна фізика»**

№ з/п	Назва теми	Назва ресурсу	Адреса
1	2	3	4
1.	Історія вивчення атома. Ядерна модель атома. Квантові постулати Н. Бора.	Відео: Квантові постулати Бора	https://www.youtube.com/watch?v=XmTZa5Ki2-s
		Відео: Дослід Резерфорда	https://www.youtube.com/watch?v=s_qdEMofonk
		Віртуальна демонстрація «Моделі атома водню»	https://phet.colorado.edu/uk/simulations/category/physics/quantum-phenomena
2.	Досліди Д. Франка і Г. Герца. Енергетичні стани атома.	Відео: Досліди Д.Франка і Г.Герца.	https://imperiya.by/video/z3H7AfArKSd/opyit-franka-i-gertsasravnienie-vah-dlya-neona-i-geliya.html
3.	Принцип В. Паулі. Фізичні основи побудови періодичної системи хімічних елементів Д. І. Менделєєва.	Відео: Принцип В.Паулі.	https://www.coursera.org/learn/physics-global-project/lecture/r8rQH/spin-printsip-pauli-tablitsamiendielieieva
4.	Випромінювання та поглинання світла атомами. Атомні і молекулярні спектри.	Відео: Поглинання та випромінювання світла атомом	https://www.youtube.com/watch?v=kGkqMdeV0_A
5.	Спектральний аналіз та його застосування.	Віртуальна демонстрація «Blackbody Spectrum»	https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/blackbody-spectrum
6.	Рентгенівське випромінювання. Рентгенівські спектри. Роботи І. Пулюя з дослідження рентгенівського випромінювання.	Відео: Рентгенівське випромінювання	https://www.youtube.com/watch?v=dmK3fd61L3s
7.	Застосування рентгенівського випромінювання в науці, техніці, медицині, на виробництві.	Відео: Радіологія	https://www.youtube.com/watch?time_continue=1&v=SpCE1oEypD8
8.	Л.р. Спостереження неперервного і лінійчатого спектрів речовини.	Відео: Спостереження неперервного і лінійчатого спектрів речовини	https://www.youtube.com/watch?time_continue=9&v=Q0hcrvP6DLM
9.	Розв'язування задач	-	-
10.	Контрольна робота І	-	-

Продовж. табл. В.1

1	2	3	4
11.	Атомне ядро. Протонно-нейтронна модель атомного ядра.	Відео: Модель атомного ядра	https://www.youtube.com/watch?v=soN1AvZ-2m0
12.	Нуклони. Ізотопи.	Віртуальна демонстрація «Ізотопи і атомні маси»	https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/isotopes-and-atomic-mass
13.	Ядерні сили та їх особливості. Стійкість ядер. Роль електричних і ядерних сил у забезпеченні стійкості ядер.	Відео: Ядерні сили	https://www.youtube.com/watch?v=soN1AvZ-2m0
14.	Фізичні основи ядерної енергетики. Енергія зв'язку атомного ядра. Дефект мас.	Відео: Енергія зв'язку атомного ядра.	https://www.youtube.com/watch?v=soN1AvZ-2m0
15.	Розв'язування задач	-	-
16.	Ядерні реакції.	Віртуальна демонстрація «Ядерні реакції»	https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/nuclear-fission
		virtualroboticstoolkit	https://www.virtualroboticstoolkit.com/challenges
		Відео: Virtual Robotics	https://www.youtube.com/user/VirtualRobotics/videos
17.	Способи вивільнення ядерної енергії: синтез легких і поділ важких ядер. Ланцюгова реакція поділу ядер урану.	Відео: Поділ ядер урану	https://www.youtube.com/watch?v=OO7hyPifNK0
		Віртуальна демонстрація «Ядерні реакції»	https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/nuclear-fission
18.	Розв'язування задач	-	-
19.	Ядерний реактор.	Відео: Атомна станція як працює реактор	https://www.youtube.com/watch?v=wmylkgkfi_Y
		Відео: Завантаження палива в реактор ВВЕР-1200 НВ АЕС	https://www.youtube.com/watch?v=18Om66RCM7M
20.	Термоядерні реакції. Ядерна енергетика та екологія.	Відео: Термоядерні реакції	https://www.youtube.com/watch?v=AFR4LGNZNRo
		Відео: Ядерна енергетика та екологія	https://www.youtube.com/watch?v=E5BBBXNZmVM&t=47s
21.	Радіоактивність. Природна і штучна радіоактивність. Види радіоактивного випромінювання. Альфа- і бета-розпади. Спонтанний поділ ядер.	Віртуальна демонстрація «Альфа випромінювання»	https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/alpha-decay
		Віртуальна демонстрація «Бета випромінювання»	https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/beta-decay

Продовж. табл. В.1

1	2	3	4
22.	Період напіврозпаду. Закон радіоактивного розпаду.	Відео: Період напіврозпаду. Закон радіоактивного розпаду	https://www.youtube.com/watch?v=558Mm3qMCgA
23.	Розв'язування задач	-	-
24.	Отримання і застосування радіонуклідів.	Відео: Застосування радіонуклідів	https://www.youtube.com/watch?v=yMTDgTXEW78
25.	Методи реєстрації йонізуючого випромінювання.	Відео: Вивчення йонізуючих випромінювань	https://www.youtube.com/watch?v=MjhsXj-Ofzc
26.	Дозиметрія. Властивості йонізуючого випромінювання. Дози випромінювання. Принцип дії дозиметрів.	Відео: Засоби індивідуальної ОСЛ дозиметрії йонізуючого випромінювання	https://www.youtube.com/watch?v=PXtxa7UBgCg
27.	Захист від йонізуючого випромінювання. Урок-конференція.	Відео: Ядерна енергетика та екологія	https://www.youtube.com/watch?v=E5BBBXNZmVM
28.	Елементарні частинки. Загальна характеристика елементарних частинок.	Відео: Елементарні частинки.	https://www.youtube.com/watch?v=BUrv_RgiCQk
29.	Класифікація елементарних частинок. Кварки. Космічне випромінювання.	Відео: Класифікація елементарних частинок	https://www.youtube.com/watch?v=BUrv_RgiCQk
		Відео: Кварки	https://www.youtube.com/watch?v=hyPnMAxBM9g
		Відео: Космічне випромінювання.	https://www.youtube.com/watch?v=bSkcsAEnl0Q
30.	Л.р. Дослідження треків заряджених частинок за фотографіями	Відео: Дослідження треків заряджених частинок за фотографіями	https://www.youtube.com/watch?v=D9MsE0WtEX4
31.	Розв'язування задач	-	-
32.	Контрольна робота II	-	-

Таблиця В.2

Перелік використаних STEM ресурсів

№ з/п	Назва ресурсу	Адреса ресурсу
1.	VirtualRobotics	https://www.youtube.com/user/VirtualRobotics/videos
2.	virtualroboticstoolki	https://www.virtualroboticstoolkit.com/challenges
3.	LEGO Digital Designer	https://www.lego.com/en-us/ldd
4.	LDraw	http://www.ldraw.org/
5.	EV3lessons	http://ev3lessons.com/en/
6.	LDCad	http://www.melkert.net/LDCad
7.	SmashingRobotics	https://www.smashingrobotics.com

Додаток Д

Конспект уроку в хмаро орієнтованому навчальному середовищі на тему «Класифікація елементарних частинок. Кварки. Космічне випромінювання»

Тема уроку. Класифікація елементарних частинок. Кварки. Космічне випромінювання.

Мета уроку: закріпити знання з тем «Елементарні частинки. Загальна характеристика елементарних частинок»; ознайомлення з класифікацією елементарних частинок та їх властивостями; продовжити формувати навички та вміння розв'язувати фізичні задачі, застосовуючи отримані знання.

Тип уроку: урок повідомлення нових знань.

Наочність і обладнання: навчальна презентація, комп'ютери/смартфони/планшети, підручник (Фізика : підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. (академічний рівень, профільний рівень) / [Т. М. Засєкіна та ін]. – Харків : Сичія, 2012. – 336 с), ХОНС атомної і ядерної фізики.

ПЛАН

Організаційний етап	5 хв.	Бесіда за питаннями Перевірити виконання домашнього завдання
Актуалізація опорних знань та вмінь	5 хв.	
Вивчення нового матеріалу	25 хв.	1. Класифікація елементарних частинок. 2. Кварки. 3. Космічне випромінювання
Закріплення вивченого матеріалу	10 хв.	1. Якісні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі.

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

1. Провести бесіду за матеріалом § 85 (Т.М. Засєкіна Фізика 11 клас).

Бесіда за питаннями

1. Назвіть основні етапи розвитку фізики елементарних частинок.
 2. Що таке елементарні частинки? Назвіть стабільні елементарні частинки.
 3. Який тип фундаментальної взаємодії характерний для елементарних частинок?
 4. Які типи фундаментальних взаємодій ви знаєте?
 5. Що загального можна сказати про механізм усіх фундаментальних взаємодій?
 6. Що є носієм гравітаційної взаємодії?
 7. За допомогою чого здійснюється електромагнітна взаємодія між зарядженими частинками і що є посередником цієї взаємодії?
 8. За рахунок чого здійснюється взаємодія між протонами і нейтронами у разі сильної взаємодії?
 9. Яку роль відіграють закони збереження у фізиці елементарних частинок?
2. Перевірити виконання домашнього завдання

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Як допомагають дослідження в сфері елементарних частинок для пізнання нашого Всесвіту та його розвитку?

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Класифікація елементарних частинок

Коли кількість відомих елементарних частинок досягла кількох сотень, постала необхідність створити класифікацію частинок. Насамперед, всі частинки розділили за масою. За аналогією з Періодичною системою хімічних елементів всі елементарні частинки було розбито на три групи.

У першій групі виявилася тільки одна частинка – фотон з нульовою масою. У другу групу ввійшли відносно легкі частинки, які були названі лептонами. Третя група частинок – найбільш важких – дістала назву адронів.

Подальші дослідження показали, що частинки об'єднані в групи не тільки через розбіжності в їхніх масах, а й відповідно до їхньої здатності до фундаментальних взаємодій. В електромагнітній взаємодії беруть участь всі частинки, що мають електричний заряд. Носіями електромагнітної взаємодії є фотони.

У слабкій взаємодії беруть участь всі елементарні частинки, крім фотонів. До адронів відносять частинки, які здатні до сильної взаємодії. Адронів більше, ніж лептонів, але майже всі адрони є нестабільними. Адрони діляться на мезони й баріони.

Появу та розвиток даних елементарних частинок добре описує теорія Великого вибуху. За даною теорією час розвитку нашого Всесвіту можна розділити на 12 етапів (періодів).



Рис. Д.1. Періоди розвитку Всесвіту

Термін «Великий вибух» ввів відомий астрофізик Фред Хойл. Вихідною ідеєю у нього слугував початок розбігання Галактик. За його гіпотезою розбігання Всесвіту розпочалось 13,7 мільярда років. Тому цю таємничу точку називають сингулярністю. У сингулярності відбувся за невідомих нам причин вибух, який «розкидав» навколо всю речовину з такою швидкістю, що вона летить до цього часу. З підрахунком вибуху в астрофізиків виникають великі труднощі не лише з матерією, а й з часом. Значна частина космологів вважає, що до «Великого вибуху» не існувало простору та часу.

Поняття епохи Великого об'єднання використовується в космології для означення другої фази розвитку Всесвіту. Вважається, що Епоха Великого об'єднання розпочалась в момент часу $s \sim 10^{-43}$ секунд, коли густина матерії складала 10^{92} г/см³, а температура – 10^{32} К. Епоха Великого об'єднання характеризується послабленням квантових ефектів та вступом в дію законів загальної теорії відносності. Відділенням гравітаційної взаємодії від інших

фундаментальних взаємодій на границі епох Планківської та Великого об'єднання, що призвело до фазових переходів первинної матерії, що супроводжувалось порушенням її густини. Прийнято вважати, ЕВО закінчилась приблизно в 10^{-34} секунд з моменту Великого вибуху, коли густина матерії складала $10^{74} \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, а температура 10^{27} К, що відповідає енергії 10^{14} ГеВ – в цей момент часу відділяється від первинної взаємодії сильна ядерна взаємодія. Це призвело до наступних фазових переходів, масштабного розширення Всесвіту та значної зміни густини речовини і її розподілу у Всесвіті.

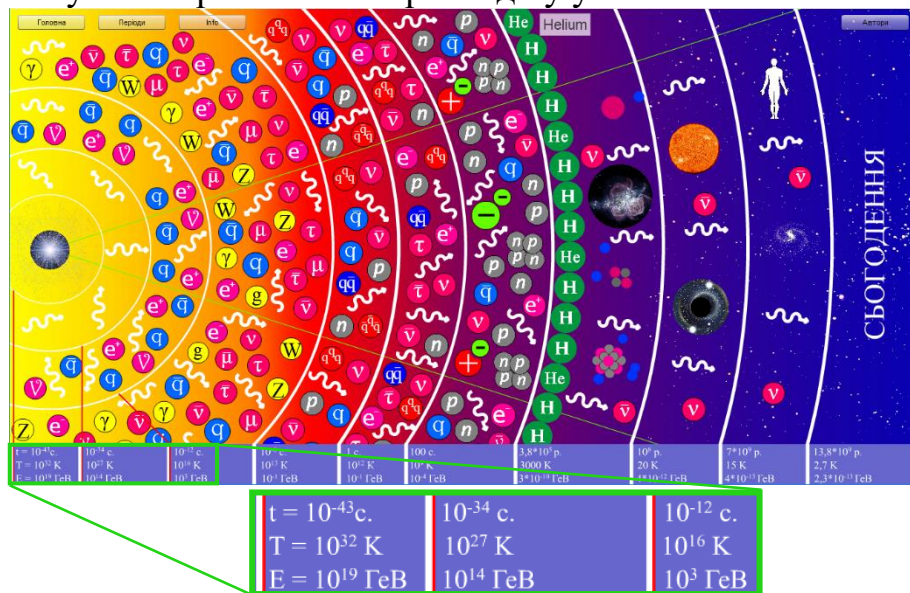


Рис. Д.2. Вікно програми «Теорія Великого вибуху»

Електрослабка епоха розпочинається в момент часу $s \sim 10^{-32}$ секунд та закінчується $s \sim 10^{-12}$ секунд. Температура Всесвіту все ще висока. Тому, електромагнітна та слабка взаємодії поки представляють собою одну електрослабку взаємодію. За рахунок високих енергій утворюються ряд екзотичних частинок, таких як W-бозони, Z-бозони і бозон Гіггса.

Під час кваркової епохи фундаментальні взаємодії (гравітаційна, електромагнітна, сильна та слабка взаємодії) зайняли свої нинішні місця, але температура Всесвіту була ще занадто висока, щоб дозволити кваркам з'явитись разом для утворення адронів. Епоха кварків почалась приблизно 10^{-12} секунд після Великого вибуху, після того як скінчилась попередня електрослабка епоха, оскільки електрослабка взаємодія розпалась на слабку та електромагнітну взаємодії. Впродовж епохи кварків Всесвіт був наповнений щільною гарячою кварк-глюоною плазмою, що містить кварки, лептони та їх античастинки. Зіткнення між частинками були занадто енергетичними, щоб дозволити кваркам об'єднатись в мезони або баріони. Епоха кварків закінчилась $s \sim 10^{-6}$ секунди, коли середня енергія наявних частинок була нижче обов'язкової енергії адронів.

Початок адронної ери припадає на час $s \sim 10^{-6}$ секунд після Великого вибуху, коли температура впала достатньо, щоб дозволити кваркам об'єднатись в адрони. Спочатку температура була високою, щоб забезпечити утримання пар адронів/анти-адронів, які більше не утворювалися. Більшість адронів і анти-

адронів потім були усунені в анігіляції, залишивши невелику частку адронів. Усунення анти-адронів завершилося ~1 секунді після Великого вибуху, перед початком лептонної ери.

У лептонній епісі, лептони домінували в масі Всесвіту, це почалося приблизно через 1 секунду після Великого вибуху, після того, як більшість адронів та анти-адронів знищили один одного. Під час лептонної епохи температура Всесвіту все ще висока, що сприяло для створення пари лептон / анти-лептон, тому лептони і анти-лептони перебувають у тепловій рівновазі. Приблизно через 10 секунд після Великого вибуху температура впала до точки, де пари лептон / анти-лептон більше не утворювались. Більшість лептонів та анти-лептонів була усунена внаслідок анігіляції, залишивши невелику частку лептонів. Тоді в масі Всесвіту переважали фотони, які і увійшли до наступної фотонної епохи.

Фотонна епоха розпочалась після того, як більшість лептонів і анти-лептонів були знищені у кінці лептонної епохи, через ~10 секунд після Великого вибуху. Атомні ядра були створені в процесі нуклеосинтезу, який відбувався впродовж перших декількох хвилин фотонної епохи. Протягом решти часу фотонної епохи Всесвіт складався з гарячої плазми ядер, електронів і фотонів. В цей час щільності нерелятивістської матерії (атомних ядер) і релятивістської радіації (фотонів) рівні. Величина радіусу Джинса, яка визначає найменші структури, які можуть утворитися (через конкуренцію між гравітаційним тяжінням і ефектами тиску) починає різко зменшуватись і збурення, замість того щоб бути знищеними вільною потоковою радіацією, можуть починати рости у амплітуді. Згідно з моделлю Λ CDM, на цій стадії холодна темна матерія домінує, прокладаючи шлях до гравітаційного колапсу для посилення крихітних неоднорідностей залишених космічною інфляцією, роблячи густі області густішими і розріджені регіони розрідженішими. Однак, сучасні теорії щодо природи чорної матерії є неостаточні, тобто ще немає консенсусу щодо її походження на ранньому етапі, як і про поточне існування баріонної матерії.

Починають формуватись атоми водню та гелію, оскільки щільність Всесвіту зменшується. Водень та гелій спочатку іонізовані, тобто, ніякі електрони не пов'язані з ядром. Оскільки Всесвіт охолоджується, електрони захоплюються іонами, формуючи електрично нейтральні атоми. Цей процес відносно швидкий і є швидшим для гелію, ніж для водню, і відомий як рекомбінація. У кінці рекомбінації більшість протонів у Всесвіті пов'язані в нейтральні атоми. Довжина вільного пробігу фотонів стає фактично нескінченною, і тепер фотони можуть вільно переміщуватись – Всесвіт став прозорим.

Між 550 млн. років та 800 млн. років після Великого вибуху розпочинається процес реіонізації. Утворюються перші зірки, галактики, кварки, скупчення та надскупчення галактик. Реіонізація водню світлом зірок та квазарів. Скоріш за все першими щільними об'єктами в темному Всесвіті були квазари. Після чого почали формуватись ранні форми галактик та газові

туманності. Починають формуватися перші зірки, в яких відбувається синтез важкого гелію.

Сонячна система почала формуватися близько 4,6 млрд. років тому, або близько 9 млрд. років після Великого вибуху. Фрагмент молекулярної хмари в основному із водню та деяких інших елементів стали руйнуватись, утворюючи велику сферу в центрі, яка стане Сонцем, а також навколишній диск. Навколишній диск нарощується з безлічі дрібних об'єктів, які стануть планетами, астероїдами і кометами. Сонце є пізнім поколінням зірок, а Сонячна система створена попереднім поколінням зірок. Сьогодні Великий вибух по оцінкам стався близько 13.799 ± 0.021 більйона роки тому.

2. Кварки

Відповідно до теорії американських фізиків Гелл-Манна й Цвейга, всі адрони складаються із кварків, а також антикварків.

У дослідах з вивчення розсіювання дуже швидких електронів на протонах і нейтронах було з'ясовано, що більша частина електронів проходить крізь протони й нейтрони, не зазнаючи істотних відхилень, а незначна їх частина сильно розсіюється на якихось центрах. Цей результат схожий на результат дослідів Резерфорда з розсіювання α -частинок. Для пояснення таких властивостей адронів 1964 року була розроблена модель, що дістала назву теорія кварків.

Кварками вчені назвали три «дійсно» елементарні частинки, з яких будуються всі адрони. Щоб пояснити властивості адронів, довелося припустити існування шести різних кварків, які позначають u, d, s, c, b, t .

Всі відомі баріони можна «сконструювати», об'єднавши три кварки різних кольорів, а всі відомі мезони – об'єднавши один кварк і один антикварк. Кваркову теорію вважають доведеною експериментально. Всі способи одержати вільні кварки виявилися невдалими. Теорія пояснює це тим, що для звільнення кварка необхідна величезна енергія. Якщо бомбардувати адрони дедалі швидшими частинками, то енергія буде затрачуватися на народження нових пар «кварк-антикварк», а звільнення окремих кварків не відбуватиметься.

Відповідно до сучасних уявлень, саме шість кварків і шість лептонів є найменшими «цеглинками» речовини. Як бачимо, природа має досить різноманітні «цеглинки». Залишається ще дуже багато питань до природи. Одне з них: чим пояснити спектр мас елементарних частинок? Пошук загальних закономірностей триває...

3. Космічне випромінювання

Раніше під час вивчення природної радіоактивності ми розглядали поняття «природний радіаційний фон». Одним зі способів вимірювання цього фону є дані, отримані за допомогою йонізаційної камери. Було природним припустити, що ці дані зменшуватимуться в міру віддалення від природних джерел випромінювання. Учені підняли камеру на висоту кількох кілометрів, віддаливши її таким чином від радіоактивних земних порід. І одержали... значне збільшення інтенсивності випромінювання. Пояснення цього феномену криється в тому, що джерелом радіації є не тільки поверхня Землі, а й далекий

космос. Саме звідти приходить до нас додаткове випромінювання, яке дістало назву космічного випромінювання, або космічних променів.

Дослідження показали, що первинні космічні промені складаються в основному з потоку протонів і α -частинок із невеликою «домішкою» (-1 %) ядер атомів більш важких елементів. Потоки частинок рухаються зі швидкостями, близькими до швидкості світла. Хоча їх кількість є невеликою, енергія, яку має кожна частинка – величезна. Потрапляючи в земну атмосферу, частинка з первинного космічного випромінювання зіштовхується з ядром одного з атомів повітря, й, залежно від енергії, відбувається та чи інша ядерна реакція. Продуктами реакції є багато нових елементарних частинок. Таким чином, космічне випромінювання дозволило вченим «зазирнути» до внутрішньої структури матерії задовго до появи надпотужних прискорювачів.

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

1) Якісні питання

1. Атом Гідрогену і нейтрон можуть розпадатися на протон і електрон. Чому ж атом Гідрогену не вважають елементарною частинкою, а нейтрон зараховують до них?

2. Під час розпаду вільного нейтрона народжуються протон й інші частинки. Чому ж розпад вільного протона з утворенням нейтрона неможливий?

2) Навчасмося розв'язувати задачі

1. Чи може вільний електрон поглинути фотон?

Розв'язання. Не може, оскільки за такого процесу не можуть одночасно виконуватися закони збереження імпульсу й енергії, щоб переконатися в цьому, найпростіше перейти в систему відліку, у якій електрон після поглинання фотона перебуватиме у стані спокою. У такій системі відліку початкова кінетична енергія електрона й енергія фотона просто «зникають».

2. Намалуйте схеми атомів Гелію й Антигелію, укажіть з яких елементарних частинок вони складаються.

3. Чи може один γ -квант у вакуумі перетворитися в пару електрон-позитрон?

V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

- Елементарні частинки діляться на такі групи: фотон, лептони; адрони. До адронів належать частинки, здатні до сильної взаємодії, до лептонів – частинки, не здатні до сильної взаємодії.

- Відомі такі види фундаментальних взаємодій:

- гравітаційна (її носії – гіпотетичні частинки гравітони);
- електромагнітна (її носії – фотони);
- сильна (її носії – глюони);
- слабка (її носії – бозони).

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

1. Підручник: опрацювати § 87 (Т.М. Засекіна Фізика 11 клас)
2. Дати відповіді на запитання після параграфу

Додаток Е
Матеріали для діагностики знань учнів з розділу «Атомна і ядерна фізика»
в ХОНС

Додаток Е.1. Тести з теми «Історія вивчення атома. Ядерна модель атома. Квантові постулати Н. Бора. (Досліди Д. Франка і Г. Герца.). Енергетичні стани атома»

Множинний вибір

1. У чому полягає суть досліду Резерфорда?
 - А. Зондування атомів золота швидкими ядрами Гелію (α -частинками), які вилітають із радіоактивного джерела, вміщеного у свинцевий контейнер.
 - Б. Зондування атомів золота швидкими ядрами Гелію (β -частинками), які вилітають із радіоактивного джерела, вміщеного у свинцевий контейнер.
 - В. Зондування атомів золота швидкими ядрами Водню (α -частинками), які вилітають із радіоактивного джерела, вміщеного у свинцевий контейнер.
2. Д. Д. Томсон, запропонувавши власну модель атома, зробив такі припущення:
 - А. Атом має форму кулі.
 - Б. Позитивний заряд атома розподілений рівномірно по всьому об'ємі кулі, а негативні заряджені частинки вкраплені в її середину.
 - В. Атом має форму кулі. Позитивний заряд атома розподілений рівномірно по всьому об'єму кулі, а негативні заряджені частинки вкраплені в її середину.
 - Г. Атом має форму кулі. Негативні заряд атома розподілений рівномірно по всьому об'ємі кулі, а позитивно заряджені частинки вкраплені в її середину.
3. В чому причина розсіювання α -частинок в досліді Резерфорда?
 - А. Негативний заряд і маса в атомі не розподілені рівномірно по всьому об'єму атома, а зосереджені в його невеликій центральній частині.
 - Б. Позитивний заряд і маса в атомі не розподілені рівномірно по всьому об'єму атома, а зосереджені в його невеликій центральній частині.
 - В. Негативний заряд і маса в атомі розподілені рівномірно по всьому об'єму атома.
 - Г. Позитивний заряд і маса в атомі розподілені рівномірно по всьому об'єму атома.
4. Як була названа модель атома яку запропонував Резерфорда?

А. Пудингова модель атома.	В. Сатурнова модель.
Б. Ядерна модель.	Г. Планетарна модель.
5. Хто із вчених та як модифікував ядерну модель атома?
 - А. Планк. Визначив п'ять гіпотез, які одержали назву постулатів.

- А. Кулі.
 Б. Сфери.
 В. Еліпсоїда.
 Г. Позитивний заряд.
 Д. Негативний заряд.
 Е. Негативно заряджені.

Відповідність

31. Встановіть відповідність
- | | |
|--------------------------|---|
| 1. Принцип Паулі. | А. Будь-яке випромінювання атома пов'язане з його переходом з одного стаціонарного енергетичного стану в інший. |
| 2. Перший постулат Бора. | Б. У будь-якій квантовій системі два й більше електронів не можуть перебувати одночасно в тому самому квантовому стані. |
| 3. Другий постулат Бора. | В. Існують особливі стани атома, в яких він не випромінює енергію. Такі стани атома називають стаціонарними станами. |

32. Встановіть відповідність
- | | |
|----------------------------|---|
| 1. Модель Томсона. | А. У центрі атома знаходиться масивне позитивно заряджене ядро, навколо якого розташовані електрони, які мають форму кілець. |
| 2. Сатурнова модель атома. | Б. Позитивний заряд і маса в атомі не розподілені рівномірно по всьому об'єму атома, а зосереджені в його ядрі. |
| 3. Модель Б. Чичеріна. | В. Атом має форму кулі; позитивний заряд атома розподілений рівномірно по всьому об'єму цієї кулі, а негативно заряджені електрони вкраплені в її середину. |
| 4. Ядерна модель. | Г. У центрі атома знаходиться масивне ядро, а навколо ядра на незмінній кільцевій орбіті знаходяться електрони. |

Перетягування тексту

33. Згідно з теорією Томсона атом є позитивно зарядженою кулею радіусом $R = 10^{-8}$ см, всередині якої містяться _____.
- | | |
|---------------|--------------|
| А. Електрони. | В. Нейтрони. |
| Б. Позитрони. | |
34. Перехід атома з одного стаціонарного стану в інший супроводжується _____ фотонів, енергія яких $h\nu$ визначається за формулою $h\nu = E_k - E_n$.
- | |
|------------------------------------|
| А. Випромінюванням чи поглинанням. |
| Б. Випромінюванням. |
| В. Поглинанням. |

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| А. Кулі. | Г. Позитивно заряджені. |
| Б. Сфери. | Д. Негативний заряд. |
| В. Еліпсоїда. | Е. Негативно заряджені. |
| Г. Позитивний заряд. | |

Додаток Е.2. Тести з теми «Випромінювання та поглинання світла атомами. Атомні і молекулярні спектри. Рентгенівське випромінювання»

Множинний вибір

- Світіння газу можна викликати, пропускаючи крізь нього електричний струм або нагріваючи його до високої температури. Тим самим доставши ...

А. Суцільний спектр.	В. Лінійчатий спектр.
Б. Смугастий спектр.	
- Випромінювання світла джерелом за рахунок надходження до нього енергії, яка приводить атоми джерела у збуджений стан в результаті нетеплових процесів, називають

А. Флуоресценцією.	В. Люмінесценцією.
Б. Фосфоресценцією.	
- Як називається світіння тіл, викликане бомбардуванням речовини зарядженими частинками?

А. Катодолюмінесценція.	Г. Хемілюмінесценція.
Б. Електролюмінесценція.	Г. Фотолюмінесценція.
В. Люмінесценція.	
- Як називається світіння тіл під впливом опромінення їх видимим світлом, ультрафіолетовими, рентгенівськими, гамма-променями?

А. Катодолюмінесценція.	Г. Хемілюмінесценція.
Б. Електролюмінесценція.	Г. Фотолюмінесценція.
В. Люмінесценція.	
- Як називається світіння, яке виникає внаслідок екзотермічної хімічної реакції?

А. Катодолюмінесценція.	Г. Хемілюмінесценція.
Б. Електролюмінесценція.	Г. Фотолюмінесценція.
В. Люмінесценція.	
- Як називається світіння речовини під час проходження через неї електричного струму або під впливом електричного поля?

А. Катодолюмінесценція.	Г. Хемілюмінесценція.
Б. Електролюмінесценція.	Г. Фотолюмінесценція.
В. Люмінесценція.	
- В чому різниця між флуоресценцією та фосфоресценцією?

А. Різна тривалість існування атомів у збудженому стані.
Б. Ніякої різниці.
В. Флуоресценція відбувається за рахунок бомбардування речовини зарядженими частинками, а фосфоресценція - внутрішня енергія тіла.
- Рентгенівське випромінювання – це ...

- А. Довгохвильове електромагнітне випромінювання, що має частоту від $3 \cdot 10^{17}$ до $3 \cdot 10^{19}$ Гц.
- Б. Короткохвильове електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі від 10 нм до 0,01 нм.
9. Неперервний спектр, який обмежується граничною довжиною хвилі λ_0 та має характерні максимуми, що накладаються на неперервний спектр, називається
- А. Рентгеноспектральним аналізом.
- Б. Рентгенівським спектром.
- В. Рентгенівським випромінюванням.
10. Вкажіть закон Віна:
- А. Добуток довжини хвилі, яка відповідає максимуму випромінювання в спектрі абсолютно чорного тіла, на її період є величина стала, $\lambda_{max}T = b$. Тут b – стала Віна, яка дорівнює $b = 0,002892$ м·К.
- Б. Добуток довжини хвилі, яка відповідає максимуму випромінювання в спектрі абсолютно чорного тіла, на його абсолютну температуру є величина стала, $\lambda_{max}T = b$. Тут b – стала Віна, яка дорівнює $b = 0,002892$ м·К.
- В. Добуток довжини хвилі, яка відповідає максимуму випромінювання в спектрі абсолютно чорного тіла, на його абсолютну температуру є величина стала, $\lambda_{max}T = b$. Тут b – стала Віна, яка дорівнює $b = 0,029892$ м·К.

Правильно/Неправильно

11. Чи вірно, що лінійчаті спектри це оптичне випромінювання поодиноких збуджених атомів, яке виникає завдяки квантовим переходам між електронними рівнями енергії (атомні спектри)?
- А. Правильно. Б. Неправильно.
12. Чи вірно, що смугастий спектр має вигляд кольорових смуг, розділених темними проміжками (молекулярні спектри)?
- А. Правильно. Б. Неправильно.
13. Чи вірно, що будь-яка речовина поглинає переважно промені тих довжин хвиль, які сама може випромінювати?
- А. Правильно. Б. Неправильно.
14. Чи вірно, що лінійчатий спектр випускання будь-якого конкретного хімічного елемента не збігається зі спектром випускання інших хімічних елементів?
- А. Правильно. Б. Неправильно.
15. Чи вірно, що випромінювання світла джерелом за рахунок надходження до нього енергії, яка приводить атоми джерела у збуджений стан в результаті нетеплових процесів називається люмінесценцією?
- А. Правильно. Б. Неправильно.
16. Чи вірно, що за тривалістю існування атомів у збудженому стані люмінесценцію поділяють на флуоресценцію (швидко затухаючу, час світіння порядку 10^{-4} с) і фосфоресценцію (тривалу, час світіння більший за 10^{-8} с)?

- А. Правильно. Б. Неправильно.
17. Чи вірно, що світіння тіл під впливом опромінення їх видимим світлом, ультрафіолетовими, рентгенівськими, гамма-променями називається хемілюмінесценцією?
- А. Правильно. Б. Неправильно.
18. Чи вірно, що світіння, яке виникає внаслідок екзотермічної хімічної реакції називається фотолюмінесценцією?
- А. Правильно. Б. Неправильно.
19. Чи вірно, що у неперервному спектрі немає темних проміжків, і на екрані спектрального апарата можна побачити суцільну різнокольорову смугу і це означає, що в спектрі наявні всі довжини хвиль?
- А. Правильно. Б. Неправильно.
20. Чи вірно, що рентгенівське випромінювання виникає внаслідок гальмування швидких електронів у речовині та випромінюється під час енергетичних переходів електронів між рівнями внутрішніх оболонок атома?
- А. Правильно. Б. Неправильно.

Визначити пропущені слова

21. Добуток _____ хвилі, яка відповідає максимуму випромінювання в спектрі абсолютно чорного тіла, на його _____ є величина стала.
- А. Довжини. Г. Діелектричну проникність.
 Б. Частоти. Г. Показник заломлення.
 В. Швидкості. Д. Абсолютну температуру.
22. _____, який встановив, що будь-яка речовина поглинає переважно промені тих _____, які сама може випромінювати.
- А. Н. Бор. Г. Довжин хвиль.
 Б. Г. Кірхгоф. Г. Частот.
 В. І. Фраунгофер. Д. Температур.
23. _____ утворюються під час гальмування швидких електронів.
- А. Смугастий спектр. В. Фотолюмінесценція.
 Б. Рентгенівські промені.
24. У _____ немає темних проміжків, і на екрані спектрального апарата можна побачити _____. Це означає, що в спектрі наявні всі довжини хвиль.
- А. Смугастому спектрі.
 Б. Молекулярному спектрі.
 В. Неперервному спектрі.
 Г. Суцільну різнокольорову смугу.
 Г. Кольорові смуги, розділені темними проміжками.
25. _____ рентгенівського випромінювання вказує на те, що електрони втрачають довільні значення енергії. Короткохвильова межа рентгенівського випромінювання відповідає випадку, коли вся _____ електрона витрачається на випромінювання одного фотона.
- А. Неперервний характер спектра.
 Б. Смугастий характер спектра.

3. Електролюмінесценція. В. Випромінювання світла джерелом за рахунок надходження до нього енергії, яка приводить атоми джерела у збуджений стан в результаті нетеплових процесів.
32. Встановіть відповідність
1. Хемілюмінесценція. А. Світіння тіл під впливом опромінення їх видимим світлом, ультрафіолетовими, рентгенівськими, гамма-променями.
 2. Фотолюмінесценція. Б. Світіння, яке виникає внаслідок екзотермічної хімічної реакції.
 3. Катодолюмінесценція. В. Світіння тіл, викликане бомбардуванням речовини зарядженими частинками.
33. Встановіть відповідність
1. Лінійчатий спектр. А. Немає темних проміжків і на екрані спектрального апарата можна побачити суцільну різнокольорову смугу – це означає, що в спектрі наявні всі довжини хвиль.
 2. Смугастий спектр. Б. Неперервний спектр, який обмежується граничною довжиною хвилі λ_0 та має характерні максимуми, що накладаються на неперервний спектр.
 3. Неперервний спектр. В. Спектр, який має вигляд кольорових смуг, розділених темними проміжками (молекулярні спектри).
 4. Рентгенівський спектр. Г. Оптичне випромінювання поодиноких збуджених атомів, яке виникає завдяки квантовим переходам між електронними рівнями енергії (атомні спектри).
34. Встановіть відповідність
1. Лінійчатий спектр. А. Розжарені тверді тіла й розігріті рідини, які перебувають за даної температури у стані термодинамічної рівноваги з випромінюванням.
 2. Смугастий спектр. Б. Усі речовини в газоподібному атомарному стані
 3. Неперервний спектр. В. Молекули, які не пов'язані або слабо пов'язані одна з одною.
35. Встановіть відповідність
1. Флуоресценція. А. Тривала, час світіння більший за 10^{-4} с.
 2. Фосфоресценція. Б. Швидко затухаюча, час світіння порядку 10^{-8} с.

Перетягування тексту

36. За тривалістю існування атомів у збудженому стані _____ поділяють на _____ (швидко затухаючу, час світіння порядку 10^{-8} с) і _____ (тривалу, час світіння більший за 10^{-4} с).
- А. Фосфоресценцію. В. Люмінесценцію.
Б. Флуоресценцію. Г. Катодолюмінесценція.
37. _____, який встановив, що будь-яка речовина поглинає переважно промені тих _____, які сама може випромінювати.
- А. Н. Бор. Г. Довжин хвиль.
Б. Г. Кірхгоф. Г. Частот.
В. І. Фраунгофер. Д. Температур.
38. Під час пропускання прямого струму через _____ світлодіода електрони і дірки інтенсивно рекомбінують, _____ випромінювання. У цьому разі електрична енергія перетворюється в світлову, тобто відбувається процес зворотний до _____.
- А. $n - p$ -перехід. Г. Зовнішнього фотоефекту.
Б. $p - n$ -перехід. Д. Внутрішнього фотоефекту.
В. Випускаючи кванти. Е. Фотоефекту.
Г. Поглинаючи квант.
39. _____ – світіння, яке виникає внаслідок екзотермічної хімічної реакції. _____ – світіння речовини під час проходження через неї електричного струму або під впливом електричного поля. _____ – світіння тіл під впливом опромінення їх видимим світлом, ультрафіолетовими, рентгенівськими, гамма-променями.
- А. Електролюмінесценція. В. Катодолюмінесценція.
Б. Фотолюмінесценція. Г. Хемілюмінесценція.
40. Випромінене під час _____ світло, як правило, має _____, ніж випромінювання, яке збуджує світіння.
- А. Фотолюмінесценції. Г. Таку ж довжину хвиль.
Б. Хемілюмінесценції. Г. Меншу довжину хвиль.
В. Електролюмінесценції. Д. Більшу довжину хвиль.

Додаток Е.3. Тести з теми «Атомне ядро. Протонно-нейтронна модель атомного ядра. Нуклони. Ізотопи. Ядерні сили та їх особливості. Стійкість ядер. Роль електричних і ядерних сил у забезпеченні стійкості ядер. Енергія зв'язку атомного ядра. Дефект мас»

Множинний вибір

- З яких видів частинок складається ядро атома?

А. Протони. В. Електрони.
Б. Нейтрони.
- Яку спільну назву мають нейтрон та протон?

А. Нуклони. В. Мезони.
Б. Адрони.

3. Що визначає число протонів Z в атомному ядрі?
 А. Атомний номер та місце елемента в таблиці Менделєєва.
 Б. Атомний номер.
 В. Місце елемента в таблиці Менделєєва.
4. За допомогою якої формули можна обрахувати кількість нуклонів у ядрі?
 А. $A = N + Z$.
 Б. $N = A + Z$.
 В. $A = N - Z$.
5. За допомогою якого приладу можна визначити масу атомів з точністю до 0,01%?
 А. Масспектрограф.
 Б. Ваги.
 В. Терези.
6. За якою формулою можна обрахувати енергію зв'язку?
 А. $E_{зв} = \Delta mc^2$.
 Б. $E_{зв} = \Delta ct^2$.
 В. $E_{зв} = mc^2$.
7. Що відбулося якби не було дефекту мас?
 А. Ядро самостійно розпалося б на нуклони, без виконання роботи.
 Б. Нічого б не змінилося.
 В. Ядро самостійно розпалося б на нуклони.
8. Про що свідчить дуже малий радіус дії ядерних сил?
 А. Нуклони всередині ядра взаємодіють лише з сусідніми нуклонами.
 Б. Нуклони всередині ядра не взаємодіють з іншими нуклонами.
 В. Із нуклонів в середині ядра між собою взаємодіють лише протони.
9. Енергія зв'язку ядра – це?
 А. Енергія, яка припадає на один нуклон.
 Б. Робота, яку потрібно виконати, щоб розділити ядро на окремі частинки і віддалити їх одну від одної на таку відстань, на якій їхньою взаємодією можна нехтувати.
 В. Робота, яку потрібно виконати, щоб розділити ядро на окремі частинки.
10. Яка із моделей ядра дозволяє обчислити його радіус та пояснити деякі властивості?
 А. Краплинна модель.
 Б. Оболонкова модель.

Правильно/Неправильно

11. Чи вірне твердження, що загальна маса ядра завжди менша від суми мас частинок з яких воно складається, тобто $M_{я} < Zm_p + Nm_n$?
 А. Правильно.
 Б. Неправильно.
12. Чи вірне твердження, що енергія зв'язку ядра $E_{зв}$ визначається роботою, яку потрібно виконати, щоб розділити ядро на окремі частинки і віддалити їх одну від одної на таку відстань, на якій їхньою взаємодією можна нехтувати?
 А. Правильно.
 Б. Неправильно.
13. Чи вірне твердження, що питомою енергією зв'язку називають енергію зв'язку, яка припадає на один нуклон?
 А. Правильно.
 Б. Неправильно.

14. Чи вірне твердження, що самовільний перехід нуклона із збудженого стану в самовільний супроводжується випромінюванням гамма-кванта?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
15. Чи вірне твердження, що ядерні сили перевищують електромагнітну кулонівську силу відштовхування, яка в свою чергу, перевищує гравітаційну силу притягання?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
16. Чи вірно, що протон є стабільною елементарною частинкою та має елементарний позитивний заряд $e = 2 \cdot 10^{-19}$ Кл?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
17. Чи вірно, що нейтрон в складі стабільних атомних ядер є стабільною частинкою, а вільний електрон – нестабільна частинка, яка розпадається на інші частинки?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
18. Чи вірно, що нейтрино та протон, як складові атомного ядра, мають назву – нуклони?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
19. Чи вірно, що дуже малий радіус ядра свідчить про те, що нуклони всередині ядра взаємодіють лише із сусідніми, а не з усіма нуклонами ядра?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
20. Чи вірно, що сили, які діють між ядерними частинками і зумовлюють утворення атомних ядер, мають назву сильної взаємодії. Свою назву вони отримали оскільки ці сили перевищують гравітаційну силу притягання, яка, в свою чергу, перевищує електромагнітну кулонівську силу відштовхування?
 А. Правильно. Б. Неправильно.

Визначити пропущені слова

21. Вкажіть пропущене слово
 _____ стабільна елементарна частинка, яка має елементарний позитивний заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
 А. Протон. В. Електрон.
 Б. Нейтрон.
22. Вкажіть пропущене слово
 Вільний _____ – нестабільна частинка, яка розпадається на інші частинки.
 А. Протон. В. Електрон.
 Б. Нейтрон.
23. Вкажіть пропущене слово
 Оскільки атом в цілому _____, а заряд протона за модулем дорівнює заряду електрона, то кількість протонів Z у ядрі дорівнює кількості електронів в атомній оболонці.
 А. Електрично нейтральний. В. Заряджений негативно.
 Б. Заряджений позитивно.
24. Вкажіть пропущене слово

Різниця між сумою мас нуклонів, які входять до складу ядра, і масою ядра називають _____.

- А. Дефектом маси. В. Ефективною масою.
 Б. Різницею маси.

25. Якщо нуклони зближуються на відстань $0,5 \cdot 10^{-15}$ м, ядерні сили виявляють себе як _____.

- А. Сили відштовхування. В. Ядерні сили.
 Б. Сили притягання.

26. В ядрі зосереджена майже вся (понад _____) маса атомів.

- А. 99,95%. В. 96,5%.
 Б. 99,99%.

27. Енергія, яка припадає на один нуклон називається _____.

- А. Питомою енергією зв'язку. В. Дефектом маси.
 Б. Енергією зв'язку.

28. Атомні ядра з однаковим Z , але різними кількостями нейтронів N називають _____.

- А. Ізотопами. В. Нейтронами.
 Б. Нуклонами.

29. Нейтрони та протони як складові атомного ядра мають спільну назву – _____.

- А. Нуклони. В. Гіперони.
 Б. Нейтрино.

30. Наближено розмір ядра вперше були визначені _____ у досліді з розсіювання α -частинок.

- А. Резерфордом. В. Лейтнером.
 Б. Бором.

Відповідність

31. Встановіть відповідність між величиною та її позначенням

- | | |
|-------|-------------------------|
| 1. А. | А. Кількість протонів. |
| 2. N. | Б. Масове число. |
| 3. Z. | В. Кількість нейтронів. |

32. Встановіть відповідність між поняттям та його визначенням

- | | |
|-------------|--|
| 1. Протон. | А. Електрично нейтральна частинка. |
| 2. Нейтрон. | Б. Спільна назва нейтронів та протонів як складових атомного ядра. |
| 3. Нуклони. | В. Стабільна елементарна частинка. |

33. Встановіть відповідність між поняттям та його визначенням

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. Питома енергія зв'язку. | А. Енергію зв'язку, яка припадає на один нуклон. |
| 2. Енергія зв'язку ядра $E_{зв}$. | Б. Визначається різницею між сумою мас нуклонів, які входять до складу ядра і масою ядра. |
| 3. Дефект мас. | В. Визначається роботою, яку потрібно |

виконати, щоб розділити ядро на окремі частинки і віддалити їх одну від одної на таку відстань, на якій їхньою взаємодією можна нехтувати.

34. Встановіть відповідність

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. Оболонкова модель. | А. Неспроможна пояснити властивостей сильної взаємодії, зокрема обмінний характер ядерних сил. |
| 2. Краплинна модель. | Б. Дає змогу обчислити радіус ядра. |
| 3. Оболонкова як і краплинна модель. | В. Дає змогу пояснити спектри енергетичних станів. |

Перетягування тексту

35. _____ та _____ як складові атомного ядра мають спільну назву – _____.

А. Нуклони.

В. Нейтрони.

Б. Протони.

36. Кожне атомне ядро характеризується зарядом _____, масою _____ і масовим числом _____, що дорівнює кількості нуклонів у ядрі $A = N + Z$, де _____ – кількість нейтронів, _____ – кількість протонів.

А. Z .

Г. Ze .

Б. $m_{\text{я}}$.

Г. N .

В. A .

37. Сили, які діють між ядерними частинками і зумовлюють утворення атомних ядер мають особливий характер. Оскільки ці сили перевищують _____, яка в свою чергу, перевищує _____, то ці сили отримали назву _____.

А. Сильних (ядерних) сил.

В. Сильної взаємодії.

Б. Гравітаційну силу притягання.

38. Загальна маса ядра _____ від суми мас частинок з яких воно складається.

А. Завжди більше.

В. Не залежить.

Б. Завжди менше.

39. _____ – енергію зв'язку, яка припадає на один _____.

А. Питома енергія зв'язку.

Г. Нуклон.

Б. Енергія зв'язку ядра $E_{\text{зв}}$.

Г. Протон.

В. Дефект мас.

Д. Нейтрон.

40. _____ – визначається роботою, яку потрібно виконати, щоб розділити ядро на окремі частинки і віддалити їх одну від одної на таку відстань, на якій їхньою взаємодією можна нехтувати.

А. Питома енергія зв'язку.

В. Дефект мас.

Б. Енергія зв'язку ядра $E_{\text{зв}}$.

41. _____ – визначається різницею між сумою мас нуклонів, які входять до складу ядра і масою ядра.
 А. Питома енергія зв'язку. В. Дефект мас.
 Б. Енергія зв'язку ядра $E_{зв}$.
42. Розміри ядер за порядком величини становлять _____, у той час як для зовнішніх оболонок атомів характерні розміри порядку _____.
 А. 10^{-12} – 10^{-16} м. Г. 10^{-14} м.
 Б. 10^{-13} – 10^{-14} м. Г. 10^{-10} м.
 В. 10^{-14} – 10^{-15} м. Д. 10^{-15} м.
43. Краплинна модель ядра дає змогу _____ і _____.
 А. Обчислити радіус ядра.
 Б. Пояснити обмінний характер ядерних сил.
 В. Пояснити спектри енергетичних станів.
 Г. Наочно пояснити деякі їх властивості.
44. Незважаючи на те, що _____ атома дає змогу _____, вона, які _____, не спроможна пояснити всіх властивостей сильної взаємодії, зокрема _____.
 А. Обчислити радіус ядра.
 Б. Пояснити обмінний характер ядерних сил.
 В. Пояснити спектри енергетичних станів.
 Г. Оболонкова модель.
 Д. Краплинна модель.
45. Маса ядер прийнято вимірювати в _____. Маса протона _____, нейтрона _____.
 А. Кілограмах.
 Б. $m = 1,672617 \cdot 10^{-27}$ кг = 1,00728 а. о. м.
 В. Атомних одиницях маси.
 Г. $m = 1,674920 \cdot 10^{-27}$ кг = 1,00866 а. о. м.

Додаток Е.4. Тести з теми «Фізичні основи ядерної енергетики. Способи вивільнення ядерної енергії: синтез легких і поділ важких ядер. Ядерні реакції. Ланцюгова реакція поділу ядер урану. Ядерний реактор»

Множинний вибір

- Як називається процес, коли ядро поглинає бомбардуючу частинку і перетворюється в нове масивне ядро?
 А. Реакція захоплення. В. Поділ ядра.
 Б. Поглинання/випускання.
- Як називається процес перетворення атомних ядер внаслідок їх взаємодії з елементарними частинками або з іншими ядрами?
 А. Ядерна реакція. В. Ланцюгова реакція.
 Б. Реакція захоплення.
- При реакції захоплення, що повинно зробити нове ядро щоб перейти із збудженого стану в нормальний (основний) стан?

- А. Випустити один чи кілька γ -квантів.
 Б. Випустити β -частинку.
 В. Випустити α -частинки.
4. Що одержується у випадку, якщо частинка високої енергії влучає в ядро масивного елемента?
 А. Масивний елемент розпадеться на велику кількість частинок.
 Б. Масивний елемент розпадеться на уламки приблизно однакової маси.
 В. Масивний елемент розпадеться на уламки довільної маси.
5. Як називається реакція злиття легких атомних ядер у більш важке?
 А. Реакція захоплення. В. Реакція синтезу.
 Б. Поділ ядра.
6. За яких температур можлива реакція синтезу?
 А. 10^6 К – 10^8 К. В. 10^5 К – 10^6 К.
 Б. 10^8 К і вище.
7. Вкажіть інші назви реакції синтезу.
 А. Реакція злиття. В. Термоядерна реакція.
 Б. Термічна реакція. Г. Ядерна реакція.
8. За якої форми втрата вторинних нейтронів через поверхню об'єму буде найменшою?
 А. Кулястої форми. В. Пірамідальної форми.
 Б. Кубічної форми.
9. Що відбудеться, якщо буде перевищена критична маса?
 А. Відбудеться ядерний вибух. В. З'являться нові ще невідомі хімічні елементи.
 Б. Нічого не відбудеться.
10. Вкажіть головні частини атомної електростанції.
 А. Ядерний реактор. Г. Конденсатор.
 Б. Парогенератор. Д. Сцинтилятор.
 В. Турбіна. Е. Камера Вільсона.
 Г. Електрогенератор.
11. В якій частині атомної електростанції відбувається ядерна реакція?
 А. Ядерний реактор. Г. Електрогенератор.
 Б. Парогенератор. Г. Конденсатор.
 В. Турбіна.
12. Як називається енергія, яка виділяється як продукт реакції або затрачається для здійснення реакції?
 А. Радіоактивність. В. Енергетичний вихід ядерної реакції.
 Б. Енергія зв'язку.
13. Як називаються нейтрони з енергією понад 1,5 МеВ?
 А. Тепловими. В. Повільними.
 Б. Швидкими.
14. Як називається пристрій в якому відбувається керована ланцюгова ядерна реакція, що супроводжується виділенням величезної кількості енергії?
 А. Атомна електростанція.
 Б. Ядерний реактор.

- В. Активна зона ядерного реактора.
 Г. Система регулювання ланцюгової реакції.
15. Навіщо в активну зону ядерного реактора вводяться регулюючі стержні?
 А. Для охолодження теплоносія в ядерному реакторі.
 Б. Для керування швидкістю протікання ланцюгової реакції.
 В. Для відведення теплової енергії від води в реакторі.

Правильно/Неправильно

16. Чи вірно, що процес перетворення атомних ядер внаслідок їх взаємодії з елементарними частинками або з іншими ядрами називається ядерною реакцією?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
17. Чи вірно, що під дією бомбардування ядер частинками високої енергії можливе розщеплення ядра на кілька частинок?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
18. Чи вірно, що в ланцюговій ядерній реакції частинки, які її спричиняють не являються продуктами цієї реакції?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
19. Чи вірно, що пристрій в якому відбувається не керована ланцюгова реакція, що супроводжується виділенням величезної кількості енергії, називається ядерним реактором?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
20. Чи вірно, що відношення кількості актів поділу, спричинених вторинними нейтронами, до кількості поділів, в яких вони самі утворились, називається ефективним коефіцієнтом розмноження нейтронів K ?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
21. Чи вірно, що ядро поглинає бомбардуючу частинку і перетворюється в нове масивне ядро, і для переходу із збудженого стану в основний йому потрібно випромінити один або декілька гамма-квантів?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
22. Чи вірно, що термоядерні реакції можливі лише за дуже низьких температур?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
23. Чи вірно, що енергія виходу ядерної реакції дорівнює різниці енергій спокою всіх ядер і частинок до і після реакції?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
24. Чи вірно, що пристрій, в якому відбувається керована ланцюгова ядерна реакція, що супроводжується виділенням величезної кількості енергії, називається активною зоною ядерного реактора?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
25. Чи вірно, що в ланцюгових реакціях, які відбуваються в ядерних реакторах, ефективний коефіцієнт розмноження нейтронів K повинен дорівнювати 1?
 А. Правильно. Б. Неправильно.

Визначити пропущені слова

26. Нейтрони, що мають енергію порядку _____ і меншу, називаються тепловими, оскільки їх енергія відповідає _____.
- А. 1 МеВ.
 Б. 1,5 МеВ.
 В. 3 МеВ.
 Г. Енергії теплового руху при нормальній температурі.
 Ґ. Енергії виходу ядерної реакції.
 Д. Енергії нуклонів.
27. Доля реакції поділу принципово залежить від значення ефективного коефіцієнту розмноження нейтронів. Якщо _____, кожне нове покоління нейтронів спричинює дедалі меншу кількість поділів і реакція без зовнішнього джерела нейтронів швидко затухне; _____, кількість поділів підтримується на сталому рівні; _____, кожне нове покоління нейтронів спричинює дедалі більшу кількість поділів.
- А. $K > 1$.
 Б. $K < 1$.
 В. $K = 1$.
 Г. $K \geq 1$.
 Ґ. $K < > 1$.
28. Реакція коли ядро _____ бомбардує частинку і перетворюється на нове, масивне ядро називається реакцією _____.
- А. Випускає.
 Б. Поглинає.
 В. Захоплення.
 Г. Поглинання.
 Ґ. Синтезу.
29. ${}^9_4\text{Be} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^{11}_5\text{B} + {}^1_0\text{n}$ дану реакцію можна описати як _____ ядром бомбардуючої частинки і _____ новоутвореним ядром однієї або декількох частинок.
- А. Захоплення.
 Б. Поділ.
 В. Поглинання.
 Г. Синтез.
 Ґ. Випускання.
30. Реакція злиття легких атомних ядер у більш важке можливе лише за дуже високих температур – порядку _____, тому їх ще називають _____.
- А. 10^{10} і нижче.
 Б. 10^8 і вище.
 В. 10^6 і вище.
 Г. Термоядерними реакціями.
 Ґ. Реакціями поділу.
 Д. Ядерними реакціями.

Відповідність

31. Встановіть відповідність між типами ядерних реакцій та їх назвами.
- | | |
|---|-----------------------------|
| 1. ${}^{11}_5\text{B} + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^{12}_6\text{C}$. | А. Поглинання і випускання. |
| 2. ${}^9_4\text{Be} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^{11}_5\text{B} + {}^1_0\text{n}$. | Б. Реакція захоплення. |
| 3. ${}^{11}_5\text{B} + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^8_4\text{Be} + {}^4_2\text{He}$. | В. Термоядерна реакція. |
| 4. ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$. | Г. Поділ ядра. |
32. Встановіть відповідність
- | | |
|------------------------|---|
| 1. Реакція захоплення. | А. Під дією бомбардування ядро частинки великих енергії розщеплюється на кілька |
|------------------------|---|

2. Поділ ядра.
3. Термоядерна реакція.
33. Встановіть відповідність між типами нейтронів та енергіями яку вони в собі несуть.
1. Вторинні нейтрони. А. Від 1 МеВ до 10 МеВ.
2. Швидкі нейтрони. Б. Понад 1,5 МеВ.
3. Теплові нейтрони. В. Понад 1 МеВ і менше.
34. Встановіть відповідність між долею реакції поділу та значенням коефіцієнта K .
1. $K > 1$. А. Кожне нове покоління нейтронів спричинює дедалі меншу кількість поділів і реакція без зовнішнього джерела нейтронів швидко затухне.
2. $K < 1$. Б. Кожне нове покоління нейтронів спричинює дедалі більшу кількість поділів.
3. $K = 1$. В. Кількість поділів підтримується на сталому рівні.
35. Встановіть відповідність між частинами атомної електростанції та процесами, які в них протікають або за які відповідає.
1. Активна зона ядерного реактора. А. Передача від теплоносіїв теплової енергії воді внаслідок чого наступне її перетворення на пару високого тиску.
2. Регулюючі стержні. Б. Керування швидкості ланцюгової реакції.
3. Активна зона охолоджувача. В. Відбувається ланцюгова реакція поділу.

Перетягування тексту

36. Назвіть елементи показані на рисунку.

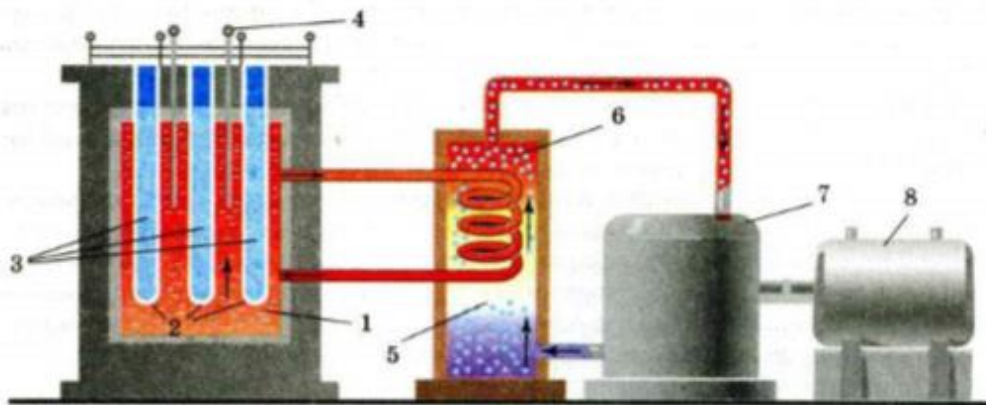


Рис. Е.4.1.

1 – _____, 2 – _____, 3 – _____, 4 – _____, 5 – _____, 6 – _____, 7 – _____, 8 – _____.

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| А. Електрогенератор. | Г. Стержні. |
| Б. Активна зона. | Д. Турбіна. |
| В. Парогенератор. | Е. Активна зона реактора. |
| Г. Збагачений Уран-235. | Є. Регулюючі стержні. |

37. Реакція злиття легких атомних ядер у більш важке можливе лише за дуже високих температур – порядку _____, тому їх ще називають _____.

- | | |
|-----------------------|-----------------------------|
| А. 10^{10} і нижче. | Г. Термоядерними реакціями. |
| Б. 10^8 і вище. | Г. Реакціями поділу. |
| В. 10^6 і вище. | Д. Ядерними реакціями. |

38. Ядерний реактор – пристрій, в якому відбувається _____, що супроводжується виділенням _____.

- А. Керована ланцюгова ядерна реакція.
 Б. Некерована ланцюгова ядерна реакція.
 В. Термоядерна реакція.
 Г. Великої кількості електроенергії.
 Ґ. Великого електричного заряду.
 Д. Великої кількості енергії.

39. Окрім ядерних реакторів на _____, великий практичний інтерес становлять реактори, що працюють на _____ (без сповільнювачів). Перевагою таких реакторів є те, що вони крім електроенергії виробляють _____.

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| А. Плутоній-239. | Г. Швидких нейтронах. |
| Б. Теплову енергію. | Ґ. Теплових нейтронах. |
| В. Повільних нейтронах. | Д. Уран-238. |

40. ККД сучасних атомних електростанцій становить приблизно _____. Це означає, що для виробництва _____ електричної енергії потужність реактора має досягати _____. З них _____ просто відводиться теплоносіям.

- | | |
|--------------|--------------|
| А. 20 %. | Г. 2000 МВт. |
| Б. 30 %. | Д. 3000 МВт. |
| В. 50 %. | Е. 4000 МВт. |
| Г. 1000 МВт. | Є. 5000 МВт. |

Додаток Е.5. Тести з теми «Радіоактивність. Ізотопи. Природна і штучна радіоактивність. Види радіоактивного випромінювання. Період напіврозпаду. Закон радіоактивного розпаду»

Множинний вибір

1. Яких видів буває радіоактивне випромінювання?
- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| А. α -випромінювання. | Г. δ -випромінювання. |
| Б. β -випромінювання. | Ґ. τ -випромінювання. |
| В. γ -випромінювання. | |

2. Загальна кількість нуклонів у будь-якому радіоактивному розпаді залишається незмінною, тобто нуклони не зникають і не виникають, відбувається їх перетворення, що це за закон?
- Закон збереження кількості нуклонів.
 - Закон збереження енергії.
 - Закон збереження імпульсу.
3. Які з наведених законів збереження виконуються при радіоактивному розпаді?
- Закон збереження кількості нуклонів.
 - Закон збереження енергії.
 - Закон збереження імпульсу.
 - Закон збереження моменту імпульсу.
 - Закон збереження електричного заряду.
4. Виберіть вірні твердження:
- Будь-який радіоактивний ізотоп відповідає певному елементу, який за фізичними і хімічними властивостями не відрізняється від звичайного атома.
 - Будь-яке радіоактивне випромінювання має певну проникну здатність.
 - Радіоактивні випромінювання йонізують речовину.
 - Під дією нейтронів та інших випромінювань великої енергії в речовині утворюється невелика радіоактивність.
5. Чим є коефіцієнт пропорційності λ у виразі $\Delta N = -\lambda N \Delta t$?
- Стала розпаду.
 - Активність ізотопу.
 - Швидкість розпаду.
6. На що вказує знак «мінус» у виразі $\Delta N = -\lambda N \Delta t$?
- Кількість радіоактивних ядер зменшується.
 - Кількість радіоактивних ядер збільшується.
 - Кількість радіоактивних ядер залишається величиною сталою.
7. Як називають спонтанне перетворення нестійких ізотопів хімічного елемента в ізотопи іншого хімічного елемента, яке супроводжується випусканням певних частинок?
- Бета-розпад.
 - Радіоактивність.
 - Закон радіоактивного розпаду.
8. Як називають атомні ядра з однаковим Z , але різними кількостями нейтронів N ?
- Ізотропія.
 - Ізотопи.
 - Ізобари.
 - Нукліди.
9. Періодом напіврозпаду – називають...
- Інтервал часу, за який розпадається половина радіоактивних ядер.
 - Час, за який розпадаються всі радіоактивні ядра.
 - Інтервал часу, за який розпадуться всі радіоактивні ядра, які підпадають під закон радіоактивного розпаду.
10. Чим буде відрізнитись утворене ядро від вихідного при α -розпаді?
- Воно втратить 1 протон та 1 нейтрон.

- Б. Воно втратить 3 протона та 1 нейтрон.
 В. Воно втратить 2 протона та 2 нейтрона.

Правильно/Неправильно

11. Чи вірно, що спонтанне перетворення стійких ізотопів хімічного елемента в ізотопи іншого хімічного елемента, яке супроводжується випусканням певних частинок, називається радіоактивністю?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
12. Чи вірно, що γ -промені, як правило, не є самостійним типом радіоактивності, воно супроводжує α - і β -розпад?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
13. Чи вірно, що α -розпад зумовлений тим, що сильна взаємодія не в змозі забезпечити стабільності дуже важких ядер, внаслідок того, що сильна взаємодія короткодійна. Вона зв'язує лише сусідні нуклони. Кулонівська ж сила відштовхування діє в об'ємі всього ядра?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
14. Чи вірно, що β^+ -розпад відбувається з поглинанням енергії, оскільки маса протона менша від маси нейтрона, і самовільно відбуватись не може?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
15. Чи вірно, що кількість розпадів ΔN , що відбувається протягом малого інтервалу часу Δt , обернено пропорційна цьому інтервалу часу Δt та повній кількості ядер N , $\Delta N = -\lambda N \Delta t$?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
16. Чи вірно, що загальна кількість нуклонів у будь-якому радіоактивному розпаді залишається незмінною?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
17. Чи вірно, що ядро утворене в результаті α -розпаду буде відрізнятися від вихідного тим, що воно втратить 1 протон та 1 нейтрон?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
18. Чи вірно, що у β^+ -розпаді один з нейтронів всередині ядра перетворюється на протон, електрон і антинейтрино?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
19. Чи вірно, що будь-яке радіоактивне випромінювання має певну проникну здатність, тобто властивість поширюватись і поглинатись в даному середовищі певним чином?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
20. Чи вірно, що активність ізотопу зменшується з часом за експонентною з такою швидкістю, як і кількість ядер, що не розпались?
 А. Правильно. Б. Неправильно.

Визначити пропущені слова

21. Атомні ядра з однаковим Z , але різними кількостями нейтронів N називають _____.
 А. Ізотопами. В. Нейтронами.
 Б. Нуклонами.

В. Фізичними та хімічними.
Г. Радіоактивним.

Г. Тепловим.
Д. Електромагнітним.

Відповідність

31. Встановити відповідність

1. α -частинки.

А. Короткохвильовий вид електромагнітного випромінювання, який виникає внаслідок переходу ядра із збудженого стану в основний.

2. β - частинки.

Б. Ядро атома Гелію.

3. γ - промені.

В. Потік швидких електронів.

32. Встановіть відповідність

1. Закон радіоактивного розпаду. $A = -\lambda N = -\lambda N_0 e^{-\lambda t}$.

2. Активність ізотопу. $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$.

3. Період напіврозпаду. $N = N_0 e^{-\lambda t}$.

33. Встановіть відповідність

1. Радіоактивність.

А. Інтервал часу, за який розпадається половина радіоактивних ядер.

2. Активність ізотопу.

Б. Спонтанне перетворення нестійких ізотопів хімічного елемента в ізотопи іншого хімічного елемента, яке супроводжується випусканням певних частинок.

3. Період напіврозпаду.

В. Швидкість розпаду або загальна кількість розпадів за одиницю часу.

34. Встановіть відповідність

1. α -розпад.

А. Один з нейтронів у ядрі перетворюється на протон, електрон і антинейтрино.

2. β^- -розпад.

Б. Протон перетворюється в нейтрон і одночасно випускаються позитрон і нейтрино.

3. β^+ -розпад.

В. Відбувається перехід із збудженого стану на нижчий рівень та випромінює γ -квант.

4. γ -випромінювання.

Г. Новоутворене ядро хімічного елемента буде відрізнятись від вихідного тим, що воно втрачає 2 протона та 2 нейтрона.

35. Встановіть відповідність

1. ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 He$.

А. β^+ -розпад.

2. ${}^1_0 n \rightarrow {}^1_1 p + {}^0_{-1} e + \tilde{\nu}$.

Б. β -розпад.

3. ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1} Y + {}^0_{-1} e + \tilde{\nu}$.

В. β^- -розпад.

4. ${}^1_1 p \rightarrow {}^1_0 n + {}^0_{+1} e + \nu$.

Г. α -розпад.

Перетягування тексту

36. _____ є радіоактивність нестабільних ізотопів, отриманих в лабораторних умовах і як продукти штучних перетворень атомних ядер. Радіоактивність нестабільних ізотопів, що зустрічаються в природі називають _____.

- А. Природною. В. Не природньою.
Б. Штучною.

37. Загальна кількість _____ радіоактивному розпаді _____.

- А. Протонів. Г. Залишається незміною.
Б. Нейтронів. Г. Збільшується.
В. Нуклонів. Д. Зменшується.

38. Атомні ядра з однаковим _____, але різними кількостями _____ називаються _____.

- А. Z . Г. Ізотопами.
Б. A . Г. Ізобарами.
В. N . Д. Ізохорами.

39. _____ – це ядра атома _____.

- А. α -частинки. Г. Водню.
Б. β -частинки. Г. Гідрогену.
В. γ -частинки. Д. Гелію.

40. 1 а.о.м. = _____.

- А. 5,4 МеВ. В. 3,14 МеВ.
Б. 931,5 МеВ. Г. 928,5 МеВ.

41. _____ – це інтервал часу, за який _____.

- А. Період напіврозпаду.
Б. Змінюється швидкість розпаду.
В. Загальна кількість розпадів за одинцю часу зменшиться.
Г. Активність ізотопу.
Г. Розпадається половина радіоактивних ядер.
Д. Радіоактивність.

42. В законі радіоактивного розпаду λ називається _____. Чим _____ λ , тим _____ швидкість розпаду.

- А. Періодом розпаду. Г. Більша.
Б. Активністю розпаду. Г. Менша.
В. Сталою розпаду.

Примітка. Для кожного із варіантів відповідей доцільно поставити прапорці навпроти параметра «Багаторазово».

43. У β^- -розпаді один з _____ всередині ядра перетворюється на _____, _____ і _____.

- А. Протон. Г. Нуклон.
Б. Нейтронів. Г. Антинейтрино.
В. Електрон. Д. Нейтрино.

44. У β^+ -розпаді _____ перетворюється в _____ і одночасно випускаються _____ і _____.

- А. Протон. Г. Антинейтрино.
 Б. Електрон. І. Нейтрино.
 В. Позитрон. Д. Нейтрон.

45. Природна радіоактивність – це _____, _____. Штучна радіоактивність – це _____, _____.

- А. Радіоактивність стабільних ізотопів.
 Б. Отриманих в лабораторних умовах і як продукти штучних перетворень атомних ядер.
 В. Радіоактивність нестабільних ізотопів.
 Г. Що супроводжується випусканням частинок.
 І. Що зустрічається в природі.

Примітка. Для кожного із варіантів відповідей доцільно поставити прапорці навпроти параметра «Багаторазово».

Додаток Е.6. Тести з теми «Отримання і застосування радіонуклідів. (Дозиметрія. Дози випромінювання. Захист від іонізуючого випромінювання.) Методи реєстрації іонізуючого випромінювання»

Множинний вибір

- Яку дію заряджених частинок на речовини використовують у пристроях реєстрації?
 - Іонізацію.
 - Самостійний розряд.
 - Опромінення.
- Що зображено на рисунку?
 - Принципова схема лічильника Гейгера-Мюллера.
 - Схема сцинтиляційного лічильника.
 - Схема камери для дослідження частинок.
- З яких основних частин складається лічильник Гейгера-Мюллера?
 - Анод.
 - Циліндричний катод, заповнений інертним газом.
 - Сцинтилятор.
 - Динод.
 - Світловод.
- Навіщо скляна трубка в лічильнику Гейгера-Мюллера заповнена інертним газом під зниженим тиском?
 - Для збільшення довжини вільного пробігу і полегшення ударної іонізації газу.
 - Для зменшення довжини вільного пробігу.
 - Для полегшення іонізації.
- Який вчений і навіщо використовував сцинтиляційний лічильник?

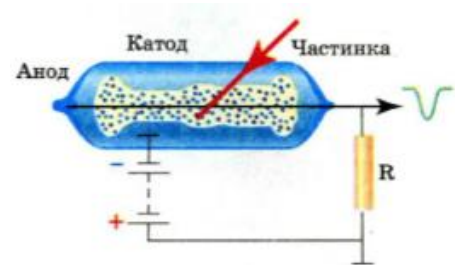


Рис. Е.6.1

- А. Резерфорд у дослідях із розсіювання α -частинок.
 Б. Вільсон для фотографій треків частинок.
 В. Черенков для реєстрації нейтрино.
6. Яке із явищ відкрив П.О. Черенков?
 А. Явище випромінювання світла електронами, які рухаються у середовищі зі швидкістю, що перевищує швидкість світла в цьому середовищі.
 Б. Явище мимовільного перетворення нестійкого ізотопу хімічного елементу в інший ізотоп.
 В. Явище «вибивання» світлом електронів із металів.
7. Що можна визначити за довжиною треку частинки?
 А. Енергію. В. Ступінь йонізації.
 Б. Швидкість.
8. Д. Глейзер запропонував для спостереження треків використовувати перегріту рідину. У такій рідині на йонах, що утворюються під час руху заряджених частинок, виникають бульбашки пари, які роблять видимими треки. Яку назву дістали камери цього типу?
 А. Бульбашкові камери. В. Рідинні камери.
 Б. Парові камери.
9. Вкажіть за допомогою яких пристроїв можна реєструвати та досліджувати заряджені частинки?
 А. Камера Вільсона. Г. Лічильник Гейгера-Мюллера;
 Б. Бульбашкові камери. Д. Напівпровідниковий лічильник.
 В. Іскрова камера.
 Г. Сцинтиляційний лічильник.
10. Вкажіть за допомогою якої формули можливо обрахувати потужність дози опромінювання.
 А. $N = \frac{D}{t}$. В. $D = \frac{W}{m}$.
 Б. $N = \frac{W}{t}$.
11. Вкажіть джерела радіоактивного випромінювання, які впливають на організм людини в побуті.
 А. Космічні промені. Г. Кінескоп телевізора.
 Б. Природні копалини. Г. Рентгенівські апарати.
 В. Будівельні матеріали (граніт, бетон, цегла).
12. Чи вірно, що одиниця поглинутої дози йонізуючого випромінювання – грей. Якщо так, то який її фізичний зміст?
 А. Вірно. Це така доза йонізуючого випромінювання, яка опромінений речовині масою 1 кг передає енергію 1 Дж.
 Б. Невірно.
 В. Вірно. Це така доза йонізуючого випромінювання, яка опромінений речовині масою 1 кг передає енергію 10^{-2} Дж.
13. В чому проявляється зручність дослідження експозиційної дози на практиці?

- А. Йонізацію повітря легко виміряти за допомогою дозиметра.
 Б. Експозиційну дозу зручно рахувати усно.
 В. Поглинута енергія затрачається на нагрівання речовини, а температуру легко вимірювати.
14. Яка перевага напівпровідникових лічильників над сцинтиляційними?
 А. Більша чутливість. В. Ніякої.
 Б. Надійність.
15. Напівпровідниковим лічильником називають...
 А. Плоский напівпровідниковий діод, включений у електричне коло у непропускному режимі.
 Б. Напівпровідник вкритий люмінесцентною речовиною, який спалахує, в місці попадання на нього частинки з досить високою енергією.
 В. Напівпровідникові кремнієві смужки розташовані взаємно перпендикулярно, що дає можливість вимірювати координати частинок.

Правильно/Неправильно

16. Чи вірно, що принцип дії сцинтиляційного лічильника полягає у виникненні спалаху на екрані, вкритому люмінесцентною речовиною, в місці попадання нього частинки з досить високою енергією?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
17. Чи вірно, що принцип дії камери Вільсона ґрунтується на конденсації перенасиченої пари на йонах, що утворюються в робочій площині камери вздовж траєкторії руху зарядженої частинки?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
18. Чи вірно, що за радіусом кривизни траєкторії можна визначити відношення маси частинки до її заряду?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
19. Чи вірно, що 1 рад доза йонізуючого випромінювання, яка опромінєній речовині масою 1 кг передає енергію 10^{-2} Дж?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
20. Чи вірно, що експозиційна доза 1 Кл/кг означає, що сумарний заряд усіх йонів одного знаку, утворених 1 кг сухого атмосферного повітря, дорівнює 1 Кл?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
21. Чи вірно, що поглинута доза, поділена на коефіцієнт К, що відображає здатність випромінювання певного типу чинити дію на тканини організму, називається еквівалентною дозою?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
22. Чи вірно, що α -частинки затримуються навіть аркушем паперу, а для захисту від β -випромінювання слід використовувати свинцеві контейнери?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
23. Чи вірно, що для захисту від γ -випромінювання використовують свинцеві контейнери?
 А. Правильно. Б. Неправильно.

24. Чи вірно, що 1 Гр – це доза будь-якого іонізуючого випромінювання, яка опромінєній речовині масою 1 кг передає енергію 10 Дж?

А. Правильно.

Б. Неправильно.

25. Чи вірно, що різні частини тіла мають різну чутливість до опромінєння, через це дози опромінєння органів і тканин потрібно обчислювати з різними коефіцієнтами радіаційного ризику?

А. Правильно.

Б. Неправильно.

Визначити пропущені слова

26. Вкажіть пропущені слова. Різновидністю напівпровідникових лічильників є _____, в яких напівпровідникові кремнієві смужки розташовані взаємно перпендикулярно, що дає можливість вимірювати _____ частинки.

А. Стрипові детектори.

Г. Маса.

Б. Нейтринні детектори.

Г. Заряд.

В. Координату.

27. Вкажіть пропущені слова. Нейтринний детектор – це ємність в яку заливають 167 тон мінерального масла з домішками _____. В акті взаємодії нейтрино з атомами речовини утворюються електрони високої енергії, швидкість руху яких _____ світла у цьому середовищі.

А. Сцинтилятора.

Г. Більша за швидкість.

Б. Міді.

Г. Менша за швидкість.

В. Олова.

Д. Дорівнює швидкості.

28. Пристрої для спостереження траєкторії зарядженої частинки, називають _____.

А. Камера.

В. Детектор.

Б. Лічильник.

29. Незалежно від природи _____ випромінювання, його вплив на речовину оцінюється енергією W , яка поглинається одиницею маси речовини m , тобто _____, $D = \frac{W}{m}$.

А. Поглинутою дозою випромінювання.

Г. Йонізуючого.

Г. Електромагнітного.

Б. Випромінєною дозою.

Д. Теплового.

В. Потужністю дози випромінювання.

30. Принцип дії _____ лічильників полягає у виникненні спалаху на екрані, вкритому _____, в місці попадання на нього частинки з досить високою енергією.

А. Люмінесцентною речовиною.

Г. Напівпровідникового.

Б. Зарядженими частинками.

Г. Сцинтиляційного.

В. Алюмінієвою фольгою.

Д. Стритового.

31. Напівпровідниковий лічильник – це плоский _____, включений у електричне коло у _____ режимі.

А. Непропускному.

В. Напівпровідниковий діод.

Б. Пропускному.

Г. Транзистор.

38. Встановіть відповідність між величиною та її позначенням

- | | |
|-----------------------|----------------|
| 1. Експозиційна доза. | А. D . |
| 2. Еквівалентна доза. | Б. $D_{екв}$. |
| 3. Поглинута доза. | В. D_e . |

39. Встановіть відповідність

- | | |
|----------------|----------------------|
| 1. D . | А. $= K \cdot D$. |
| 2. D_e . | Б. $= \frac{W}{m}$. |
| 3. $D_{екв}$. | В. $= \frac{q}{m}$. |

Перетягування тексту

40. Відомо, що від _____ використовуються свинцеві контейнери, _____ затримуються навіть аркушем паперу, _____ слід екранувати шаром пластмаси або спеціального скла, що містить свинець.

- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| А. β -випромінювання. | В. α - частинки. |
| Б. γ -промені. | |

41. Продовжіть формули D_e _____, $D_{екв}$ _____, D _____.

- | | |
|----------------------|----------------------|
| А. $= \frac{q}{m}$. | Г. $= \frac{W}{m}$. |
| Б. $= mc^2$. | Г. $= \mu mg$. |
| В. $= K \cdot D$. | |

42. $[D_e] = [1 \text{ _____ }]$, $[D_{екв}] = [1 \text{ _____ }]$, $[D] = [1 \text{ _____ }]$.

- | | |
|------------------------------------|--------|
| А. Зв. | Г. Гр. |
| Б. Кл. | Г. Дж. |
| В. $\frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$. | |

43. Фотографії треків, отримані за допомогою камери Вільсона, дають змогу визначити _____ частинки. За радіусом кривизни траєкторії можна визначити відношення _____.

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| А. Масу та енергію. | Г. Заряду частинки до її маси. |
| Б. Енергію та швидкість. | Д. Енергії частинки до її часу життя. |
| В. Енергію та імпульс. | |
| Г. Маса частинки до її енергії. | |

44. _____ – це плоский напівпровідниковий діод, включений у електричне коло у непрopusкному режимі. Якщо через _____ пролітає заряджена частинка, то вона утворює додаткові пари _____, які під дією електричного поля рухаються до електродів, створюючи _____.

- | | |
|------------------------|----------------------------------|
| А. Імпульс струму. | В. Напівпровідниковий лічильник. |
| Б. p - n -перехід. | Г. Електрон-дірка. |
| | Г. Сцинтиляційний лічильник. |

Додаток Е.7. Тести з теми «Елементарні частинки. Загальна характеристика елементарних частинок. (Класифікація елементарних частинок.) Кварки. Космічне випромінювання»

Множинний вибір

1. Вкажіть основні характеристики елементарних частинок:

А. Електричний заряд.	Г. Лептонний заряд.
Б. Маса.	Д. Баріонний заряд.
В. Тривалість життя.	Е. Квантове число.
Г. Спін.	
2. Вкажіть класи елементарних частинок на які їх поділяють за характером взаємодії:

А. Фотони.	Г. Мюони.
Б. Гіперони.	Г. Лептони.
В. Адрони.	Д. Нуклони.
3. Вкажіть частинки, які відносять до класу адрони:

А. Електрони.	Г. Нуклони.
Б. Мезони.	Г. Тау-лептони.
В. Мюони.	Д. Гіперони.
4. Вкажіть частинки, які відносять до класу лептони:

А. Електрон.	Г. Мюонне нейтрино.
Б. Мюон.	Г. Тау-лептон.
В. Електронне нейтрино.	Д. Тау-нейтрино.
5. Як називають елементарну частинку, яка є носієм електромагнітної взаємодії?

А. Протон.	В. Мюон.
Б. Фотон.	Г. Електрон.
6. Як називається група елементарних частинок, що не беруть участь у сильній взаємодії?

А. Лептони.	В. Адрони.
Б. Гіперони.	Г. Мезони.
7. Як називається група елементарних частинок, що беруть участь у сильній взаємодії та як правило проявляють себе в електромагнітній та слабкій взаємодіях?

А. Лептони.	В. Адрони.
Б. Гіперони.	Г. Мезони.
8. Яка з частинок не бере участь у слабкій взаємодії?

А. Протон.	В. Тау-лептон.
Б. Фотон.	Г. Мюон.
9. З яких частинок складається космічне випромінювання?

А. Протони.	
Б. α -частинки з невеликою «домішкою» (1 %) ядер атомів більш важких елементів.	
В. Мюони.	
Г. Тау-лептони.	

10. Які частинки можуть утворитись при зіткненні двох фотонів?
 А. Протон і електрон. В. Електрон і позитрон.
 Б. Нейтрон і електрон. Г. Позитрон і протон.

Правильно/Неправильно

11. Чи вірно, що фотон бере участь в сильній взаємодії та не має античастинки?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
12. Чи вірно, що лептони не беруть участі у сильній взаємодії, але проявляють себе в електрослабкій та гравітаційній взаємодіях?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
13. Чи вірно, що адрони беруть участь у сильній взаємодії та можуть взаємодіяти й іншими типами сил, але на великих відстанях сили сильної взаємодії значно переважають?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
14. Чи вірно, що дослідження показали, що первинні космічні промені складаються в основному з потоку протонів і β -частинок із невеликою «домішкою» (~10 %) ядер атомів більш важких елементів. Потоки частинок рухаються зі швидкостями, близькими до швидкості світла?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
15. Чи вірно, що відмітною рисою античастинки є те, що в разі зіткнення її зі звичайною частинкою відбувається анігіляція – частинки зникають із випускненням двох фотонів?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
16. Чи вірно, що адрони поділяють на мезони, мюон, нуклони та гіперони?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
17. Чи вірно, що лептони поділяють на електрон, мюон, два типи нейтрино (електронне та мюонне), тау-лептон та тау-нейтрино?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
18. Чи вірно, що Поль Адрієн Дірак, розв'язуючи задачу про рух електрона зі швидкістю, близькою до швидкості світла, дійшов висновку про можливість існування в природі не тільки «звичайної» частинки, а й її антипода - античастинки електрона, яка дістала назву позитрон?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
19. Чи вірно, що більшість частинок утворюють так звану групу резонансних, час життя яких настільки малий, що їх не вдається зареєструвати та проявляють своє існування в наслідок своєї дії?
 А. Правильно. Б. Неправильно.
20. Чи вірно, що маса фотона дорівнює 0,0511 МеВ?
 А. Правильно. Б. Неправильно.

Визначити пропущені слова

21. Лептони - це частинки, які не беруть участі у _____ взаємодії. Вони проявляють себе в усіх інших взаємодіях.

А. Сильній.

В. Електрослабкій.

Б. Гравітаційній.

22. Більшість частинок утворюють так звану групу _____, час життя яких настільки малий, що _____. Вони виявляють себе наслідком своєї дії.

А. Адронів.

Г. Вони не мають маси.

Б. Резонансних.

Д. Їх не відносять до жодної із класифікаційних груп.

В. Лептонів.

Г. Їх не вдається зареєструвати.

Відповідність

23. Встановіть відповідність назвами груп та частинками які до них входять.

1. Лептони.

А. Протон, нейтрон.

2. Нуклони.

Б. Пі-мезон, Ка-мезон, Лямбда-гіперон, Сигма-гіперон.

3. Адрони.

В. Тау-нейтрино, електрон, мюон, тау-лептон, електронне та мюонне нейтрино.

24. Встановіть відповідність між нуклонами та частинками з яких вони складаються.

1. p .

А. uud .

2. n .

Б. udd .

3. Λ^0 .

В. uds .

Перетягування тексту

25. Лептони - це частинки, які проявляють себе в _____ та _____ взаємодіях.

А. Електрослабкій.

В. Гравітаційній.

Б. Сильній.

26. u -кварк, що має дробовий, електричний заряд _____ (по відношенню до заряду електрона) та d - і s -кварки, що мають заряди по – _____. Щоб ці кварки відрізнити один від одного, їм приписували ще одну характеристику – _____. Дивність s -кварка становить – _____, а для u - та d -кварків вона дорівнює _____.

А. $2/3$.

Г. $4/3$.

Б. 1.

Д. Дивність.

В. 0.

Е. Зачарування.

Г. $1/3$.

Є. Колір.

Додаток Е.8. Відповіді

Таблиця Е.8.1

Тема 1. Історія вивчення атома. Ядерна модель атома. Квантові постулати Н. Бора. (Досліди Д. Франка і Г. Герца.). Енергетичні стани атома.

1.	А	11.	А	21.	А	31.	1) Б	36.	Б, Г
2.	В	12.	Б	22.	А		2) В	37.	Г, Д
3.	Б	13.	А	23.	А		3) А	38.	А, В
4.	Г	14.	А	24.	Б, Г	32.	1) В	39.	А, Г, Д
5.	В	15.	А	25.	В, Д		2) Г	40.	В, Г
6.	Б	16.	А	26.	А, Г		3) А	41.	А, В
7.	А	17.	Б	27.	А, Г, Д		4) Б	42.	А, Г, Д
8.	А	18.	А	28.	В, Г	33.	А		
9.	А	19.	А	29.	А, В	34.	А		
10.	А	20.	Б	30.	А, Г, Д	35.	А		

Таблиця Е.8.2

Тема 2. Випромінювання та поглинання світла атомами. Атомні і молекулярні спектри. Рентгенівське випромінювання.

1.	В	11.	А	21.	А, Д	31.	1) В	34.	1) Б
2.	В	12.	А	22.	Б, Г		2) Б	35.	2) В
3.	А	13.	А	23.	Б		3) А	36.	3) А
4.	Г	14.	А	24.	В, Г	32.	1) Б	37.	1) Б
5.	Г	15.	А	25.	А, В		2) А	38.	2) А
6.	Б	16.	Б	26.	В, Г		3) В	39.	В, Б, А
7.	А	17.	Б	27.	В, Б, А	33.	1) Г	40.	Б, Г
8.	А	18.	Б	28.	Б, В, Д		2) В	41.	Б, В, Д
9.	Б	19.	А	29.	А, Д		3) А	42.	Г, А, Б
10.	Б	20.	А	30.	Г, А, Б		4) Б	43.	А, Д

Таблиця Е.8.3

Тема 3. Атомне ядро. Протонно-нейтронна модель атомного ядра. Нуклони. Ізотопи. Ядерні сили та їх особливості. Стійкість ядер. Роль електричних і ядерних сил у забезпеченні стійкості ядер. Енергія зв'язку атомного ядра. Дефект мас.

1.	А, Б	11.	А	21.	А	31.	1) Б	34.	1) В	42.	В, Г
2.	А	12.	А	22.	Б		2) В	35.	2) Б	43.	А, Г
3.	А	13.	А	23.	А		3) А	36.	3) А	44.	Г, В, Г, Б
4.	А	14.	Б	24.	А	32.	1) В	37.	Б, В, А	45.	В, Б, Г
5.	А	15.	А	25.	А		2) А	38.	Г, Б, В, Г, А		
6.	А	16.	Б	26.	А		3) Б	39.	В, Б, А		
7.	А	17.	А	27.	А	33.	1) А	40.	Б		
8.	А	18.	Б	28.	А		2) В	41.	А, Г		
9.	Б	19.	А	29.	А		3) Б				
10.	Б	20.	Б	30.	А						

Таблиця Е.8.4

Тема 4. Фізичні основи ядерної енергетики. Способи вивільнення ядерної енергії: синтез легких і поділ важких ядер. Ядерні реакції.

Ланцюгова реакція поділу ядер урану. Ядерний реактор.

1.	А	11.	А	21.	А	31.	1) А	34.	1) Б	36.	1) Е
2.	А	12.	В	22.	Б		2) Б	2) А	2) Г		
3.	А	13.	Б	23.	А		3) Г	3) В	3) Г		
4.	А, Б	14.	Б	24.	Б		4) В	35.	1) В		4) Є
5.	А	15.	Б	25.	А	32.	1) В		2) Б	5) Б	
6.	Б	16.	А	26.	А, Г		2) А	3) А	6) В		
7.	В	17.	А	27.	Б, В, А	3) Б	37.	Б, Г	7) Д	8) А	
8.	А	18.	Б	28.	Б, В	33.		1) А	38.	А, Д	
9.	Б	19.	Б	29.	В, Г		2) Б	39.	В, Г, А		
10.	А-Г	20.	А	30.	Б, Г		3) В	40.	Б, Г, Д, Г		

Таблиця Е.8.5

Тема 5. Радіоактивність. Ізотопи. Природна і штучна радіоактивність. Види радіоактивного випромінювання. Період напіврозпаду. Закон радіоактивного розпаду.

1.	А, Б, В	11.	Б	21.	А	31.	1) Б	34.	1) Г	38.	А, Б, Г
2.	А	12.	А	22.	А, Г		2) В	2) А	39.	А, Г	
3.	А-Г	13.	А	23.	Б		3) А	3) Б	40.	Б	
4.	А, Б	14.	А	24.	А, Г		4) В	41.	А, Г		
5.	А	15.	Б	25.	А	32.	1) В	35.	1) Г	42.	В, Г, Г
6.	А	16.	А	26.	Б		2) А		2) В	43.	Б, А, В, Г
7.	Б	17.	Б	27.	Б		3) Б		3) Б	44.	А, Д, В, Г
8.	Б	18.	Б	28.	Б, Г	33.	4) А		45.	В, Г, В, Б	
9.	А	19.	А	29.	В, Г		1) Б	36.	Б, А		
10.	В	20.	А	30.	В, Г		2) В		37.	В, Г	
							3) А				

Таблиця Е.8.6

Тема 6. Отримання і застосування радіонуклідів. (Дозиметрія. Дози випромінювання. Захист від йонізуючого випромінювання.) Методи реєстрації йонізуючого випромінювання.

1.	А	11.	А-Г	21.	Б	31.	В, А	37.	1) Г	40.	Б, В, А	
2.	Б	12.	А	22.	Б	32.	Б		2) Г	41.	А, В, Г	
3.	А, Б	13.	А	23.	А	33.	Б, В, А		3) В	42.	Б, А, Г	
4.	А	14.	А	24.	Б	34.	Г, В		4) Б	43.	Б, Д	
5.	А	15.	А	25.	А	35.	В, Д		5) А	44.	В, Б, Г, А	
6.	А	16.	А	26.	А, В	36.	1) В	38.	1) В			
7.	А	17.	Б	27.	А, Г		2) Б		2) Б	2) Б		
8.	А	18.	Б	28.	А		3) А		3) А	3) А		
9.	А-Д	19.	А	29.	Г, А			39.	1) Б			
10.	А	20.	А	30.	Г, А				2) В			
								3) А				

Таблиця Е.8.7

Тема 7. Елементарні частинки. Загальна характеристика елементарних частинок. (Класифікація елементарних частинок.) Кварки. Космічне випромінювання.

1.	А-Е	11.	Б	21.	А
2.	А, В, Г	12.	А	22.	А, Г
3.	Б, Г, Д	13.	Б	23.	1) В
4.	А-Д	14.	Б		2) А
5.	Б	15.	А		3) Б
6.	А	16.	Б	24.	1) Б
7.	В	17.	А		2) А
8.	Б	18.	А		3) В
9.	А, Б	19.	А	25.	А, В
10.	А	20.	Б	26.	А, Г, Д, Б, В

Додаток Е.9. Зразок контрольної роботи з метою визначення загального рівня опанування учнями системою знань з оптики та атомної фізики

Варіант 1

1. (2 бали) Позначте одну правильну відповідь.

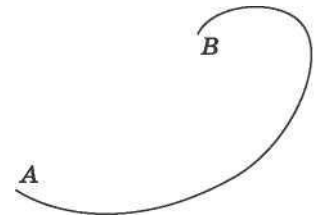
Заряд ядра дорівнює $19,2 \cdot 10^{-19}$ Кл. Ядру атома якого ізотопу відповідає цей заряд?

- А) ${}_{13}^{27}\text{Al}$
 Б) ${}_{17}^{35}\text{Cl}$
 В) ${}_{12}^{24}\text{Mg}$
 Г) ${}_{6}^{12}\text{C}$

2. (2 бали) Позначте одну правильну відповідь, обґрунтуйте її.

На рисунку показано трек електрона в камері Вільсона. Яка точка відповідає початку треку? Як напрямлений вектор магнітної індукції магнітного поля, створеного в камері?

- А) Початок треку в точці А; від нас
 Б) Початок треку в точці А; до нас
 В) Початок треку в точці В; від нас
 Г) Початок треку в точці В; до нас



3. (2 бали) Розв'яжіть задачу.

Який ізотоп утвориться з радіоактивного ізотопу Літію ${}_{3}^8\text{Li}$ після одного α -розпаду та одного β -розпаду? Запишіть рівняння реакцій/

4. (3 бали) Розв'яжіть задачу.

Було 8 кг радіоактивного цезію. Визначте масу цезію, який не розпався після 135 років радіоактивного розпаду, якщо період його напіврозпаду дорівнює 27 рокам.

5. (4 бали) Розв'яжіть задачу.

Визначте енергію зв'язку ядра ${}_{7}^{14}\text{N}$.

Варіант 2

1. (2 бали) Позначте одну правильну відповідь.

Визначте відношення числа нейтронів у ядрі ізотопу ${}^{15}_7N$ до числа протонів у ядрі ізотопу ${}^{14}_7N$.

А) $\frac{7}{14}$

Б) $\frac{8}{7}$

В) 2

Г) $\frac{15}{7}$

2. (2 бали) Позначте одну правильну відповідь, обґрунтуйте її.

На рисунку показано трек протона в камері Вільсона. Яка точка відповідає початку треку? Як напрямлений вектор магнітної індукції магнітного поля, створеного в камері?

А) Початок треку в точці А; від нас

Б) Початок треку в точці А; до нас

В) Початок треку в точці В; від нас

Г) Початок треку в точці В; до нас

3. (2 бали) Розв'яжіть задачу.

Коли α -частинка влучає в ядро Бору ${}^{11}_5B$, відбувається ядерна реакція, у результаті якої з ядра вилітає нейтрон. Запишіть рівняння реакції.

4. (3 бали) Розв'яжіть задачу.

Була певна кількість радіоактивного срібла. Маса радіоактивного срібла зменшилась у 8 разів за 210 діб. Визначте період напіврозпаду цього ізотопу.

5. (4 бали) Розв'яжіть задачу.

Визначте енергетичний вихід ядерної реакції ${}^3_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^4_2He + 2{}^1_0n$.

Додаток Ж
Проектна діяльність з атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому
навчальному середовищі

Додаток Ж.1. Орієнтовні теми проектів

Таблиця Ж.1.1

Орієнтовні теми проектів з розділу «Атомна і ядерна фізика»

№ п/п	Тема
1.	Ознайомлення з роботою побутового дозиметра.
2.	Складання радіаційної карти регіону.
3.	Радіологічний аналіз місцевих харчових продуктів.
4.	Екологічні проблеми атомної енергетики.
5.	Розщеплення атома: скринька Пандори чи вогонь Прометея?
6.	Майбутнє Сонця та інших зір.
7.	Перший нобелівський лауреат – Вільгельм Рентген.
8.	Рентгеноспектральний аналіз.
9.	Методи рентгенівської зйомки кристалів.
10.	Рентгеноскопія та рентгенографія. В чому різниця?
11.	Рентген апарат: види, будова, робота обладнання.
12.	Великий адронний колайдер – шлях до вивчення будови Всесвіту.
13.	Історія атома: від Демокріта до Резерфорда.
14.	Цеглинки матерії, або що таке кварки?
15.	Науковий подвиг П'єра і Марії Кюрі (історія відкриття радію).
16.	Як Резерфорд установив природу α -частинок.
17.	Історія створення ядерного реактора.
18.	Перші атомні електростанції.
19.	Організація безпеки атомних реакторів.
20.	Чорнобиль і Фукусіма – дві величезні ядерні катастрофи: що в них спільного, в чому різниця?
21.	Термоядерний реактор – реактор майбутнього.
22.	Драма ідей: історія атомної бомби.
23.	Історія отримання штучних радіоактивних ізотопів.
24.	Де і як застосовують штучні радіоактивні ізотопи?
25.	Ядерно-фізичні методи вивчення віку археологічних знахідок.
26.	Що таке радонові ванни?
27.	Природна радіоактивність – безпечна чи небезпечна?
28.	Хронологія атомної ери.
29.	Атомні електростанції України.
30.	Атомна енергетика світу.

Додаток Ж.2. Рекомендації щодо презентування матеріалів в електронному вигляді

Структура матеріалів в електронному вигляді

Матеріали складаються з:

- титульного слайда;
- інформаційних слайдів;
- завершального слайда.

У титульному слайді вказуються:

- тема роботи;
- прізвище, ім'я і по батькові доповідача, клас;

Інформаційні слайди містять таку інформацію:

- актуальність проблеми;
- завдання дослідження;
- хід, зміст дослідження;
- результати дослідження;
- основні висновки.

Крім того, інформаційні слайди можуть містити діаграми і графіки, необхідні текстові, табличні й інші матеріали.

Вибір типу інформації, схем структуризації даних та порядок їх викладу здійснюється доповідачем відповідно до мети створення презентації.

Завершальний слайд містить подяку за увагу.

Формат слайдів

Параметри сторінки:

- розмір слайдів має відповідати розміру екрана;
- орієнтація слайда – альбомна;
- ширина слайда – 24 см;
- висота слайда – 18 см;
- формат показу слайдів – «Демонстрація».
- графічний і текстовий матеріали розміщуються на слайдах так, щоб ліворуч і праворуч від краю слайда залишалось чисте поле шириною не менше 0,5 см.

Текстова перевантаженість

Не розміщуйте на слайді дослівно все, що ви маєте намір сказати словами. Великий текст дуже важко читати та майже неможливо запам'ятати.

Прагніть максимально скоротити довжину речень, відмовитися від ввідних конструкцій і інших граматичних «надмірностей». Текст у презентації має бути простим, лаконічним, таким, що нагадує тези (якщо, звичайно, ви не використовуєте цитати).

Оптимізуючи текст, подумки видаляйте по черзі кожне слово з речення і дивіться, чи зміниться його зміст. Якщо ні – безжально позбавляйтеся від цього

слова.

Не пишіть весь текст прописними літерами.

СЛОВО, НАПИСАНЕ ЛИШЕ ПРОПИСНИМИ ЛІТЕРАМИ, ВТРАЧАЄ ІНДИВІДУАЛЬНІСТЬ І ЗЛИВАЄТЬСЯ З ІНШИМИ.

Текст

Під час оформлення презентації краще використовувати такі шрифти:

- Arial;
- Tahoma;
- Times New Roman;
- Verdana.

Рекомендовані розміри шрифтів:

Вид об'єкта	Розмір шрифту
Заголовок слайда	22 – 30 pt
Підзаголовок	20 – 28 pt
Текст	18 – 22 pt
Підписи даних у діаграмах	20 – 24 pt
Підписи осей у діаграмах (якщо є)	18 – 22 pt
Заголовки осей у діаграмах (якщо є)	18 – 22 pt
Шрифт легенди	16 – 22 pt
Номер слайда	14 – 16 pt
Інформація в таблицях	18 – 22 pt

Додаток 3
Віртуальні лабораторії

Таблиця 3.1

Перелік віртуальних лабораторій

№ п/п	Назва ресурсу	Адреса
1.	The AAPT ComPADRE Digital Library	https://www.phystec.org/index.cfm
2.	VirtuLab	http://www.virtulab.net/
3.	Wiley	https://www.wiley.com
4.	Open Source Physics	https://www.compadre.org/osp/
5.	PhET Interactive Simulations	https://phet.colorado.edu/
6.	Physlet Physics	https://www.compadre.org/physlets/
7.	Physlet Quantum Physics	https://www.compadre.org/pqp/
8.	DNA Learning Center	https://www.dnalc.org/resources/3d/
9.	An Online Community for Students Who Love STEM	http://www.cogito.org
10.	Making Earth Science Data Accessible and Usable in Education	http://serc.carleton.edu/eet
11.	Astronomical Perspectives for Young Children	http://www.unawe.org/
12.	Facilitating Scientific Investigations and Training Data Scientists	http://bugscope.beckman.illinois.edu
13.	Computational Experiments for Science Education	http://mw.concord.org/modeler/
14.	The Periodic Table of Videos	http://www.periodicvideos.com/
15.	Science Buddies: Advancing Informal Science Education	https://www.sciencebuddies.org/
16.	Penguins and Polar Bears Integrates Science and Literacy	http://beyondpenguins.nsd.org/
17.	Science 101: Building the Foundations for Real Understanding	http://evolution.berkeley.edu/

Продовж. табл. 3.1

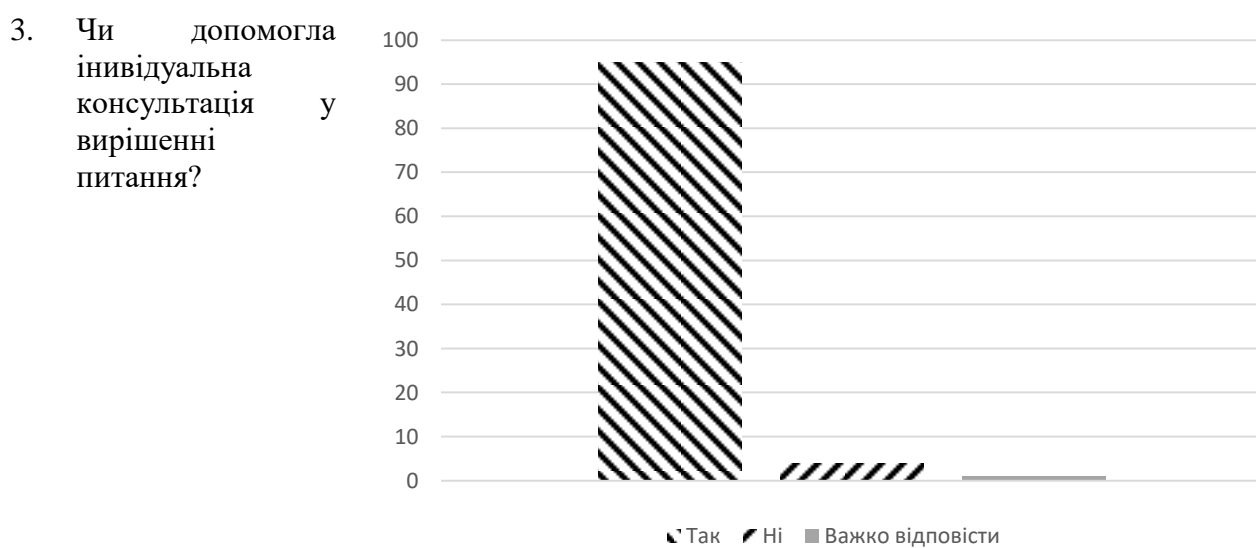
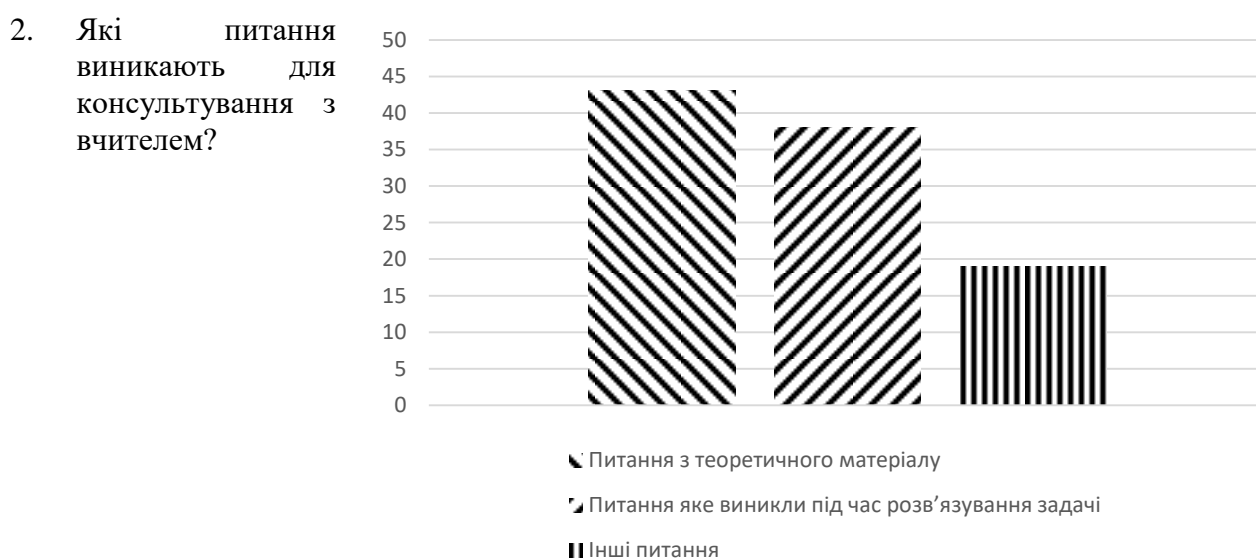
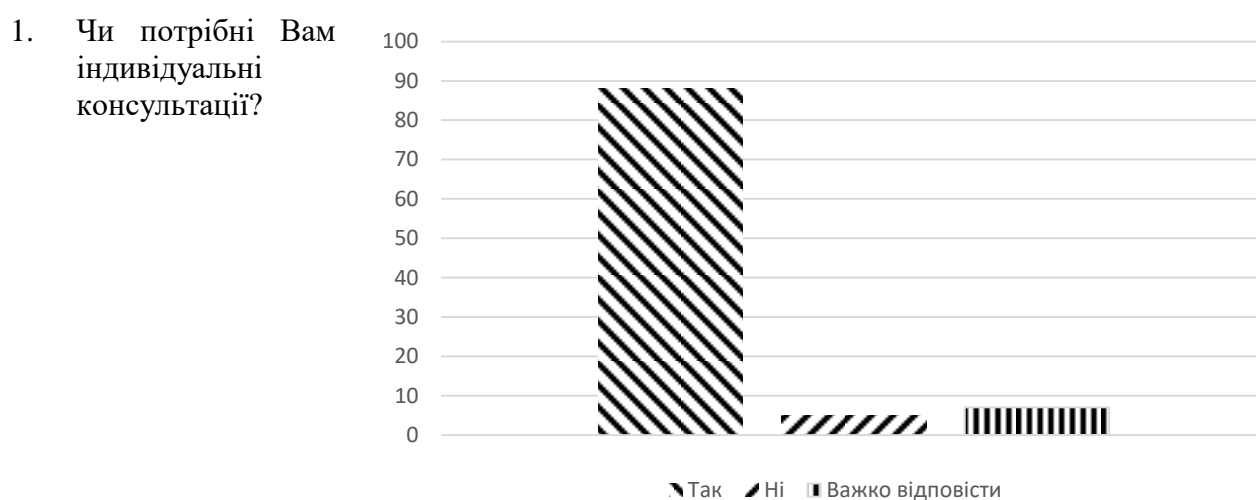
№ п/п	Назва ресурсу	Адреса
18.	Physical Phenomena in Real Time	http://paer.rutgers.edu/pt3/
19.	The Universe Online	http://www.sdss.org/
20.	Resources for Anyone Interested in the Brain	http://faculty.washington.edu/chudler/neurok.html
21.	Using Video to Build Learning Contexts Online	http://www.learner.org/courses/envsci/
22.	Addressing Science Teacher Needs	http://www.bioedonline.org/
23.	On the Cutting Edge: Teaching Help for Geoscience Faculty	http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/index.html
24.	Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench	http://www.ni.com/ru-ru/shop/labview.html
25.	Фізика в школі Фізика	https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=ua
26.	Интерактивная физика	http://www.askskb.net/index.html
27.	VPLab	http://vplab.ndo.co.uk/
28.	SetLab	http://www.setlab.net
29.	Virtual Labs at Amrita Vishwa Vidyapeetham	http://vlab.amrita.edu/index.php
30.	VIRTUAL LABS	http://vlab.co.in/ba_labs_all.php?id=8

Додаток И Консультації

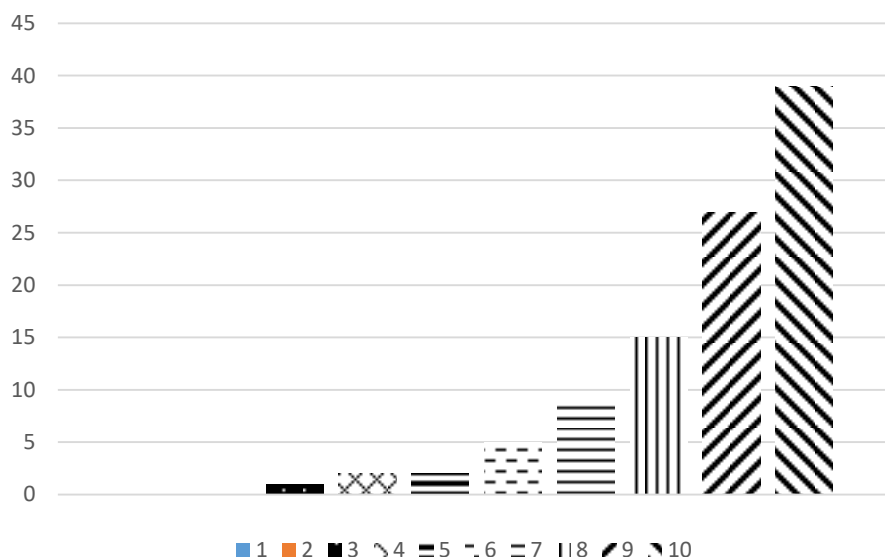
Додаток И.1. Анкета для учнів «Індивідуальні консультації в ХОНС»

- 1) Чи потрібні Вам індивідуальні консультації?
 - Так
 - Ні
 - Важко відповісти
- 2) Які питання виникають для консультування з вчителем?
 - Питання з теоретичного матеріалу
 - Питання яке виникли під час розв'язування задачі
 - Інші питання
- 3) Чи допомогла індивідуальна консультація у вирішенні питання?
 - Так
 - Ні
 - Важко відповісти
- 4) Оцініть зручність індивідуальної консультації за допомогою чату в ХОНС.
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
- 5) Скільки разів користувались індивідуальним консультуванням в ХОНС?
 Жодного 1 5 10 більше 10
- 6) У подальшому Ви будете використовувати дану послугу?
 - Так
 - Ні
 - Важко відповісти
- 7) У якій формі індивідуальне консультування для Вас зручніше?
 - Класичне
 - В ХОНС
- 8) Як на вашу думку, яку із форм індивідуального консультування Ви використовували частіше?
 - Класичне
 - В ХОНС

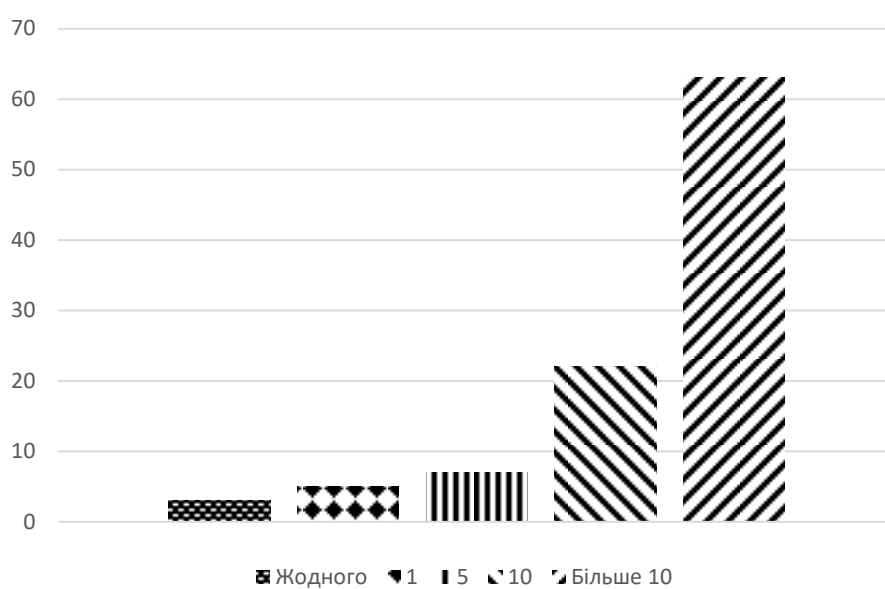
Додаток И.2. Аналіз результатів анкетування



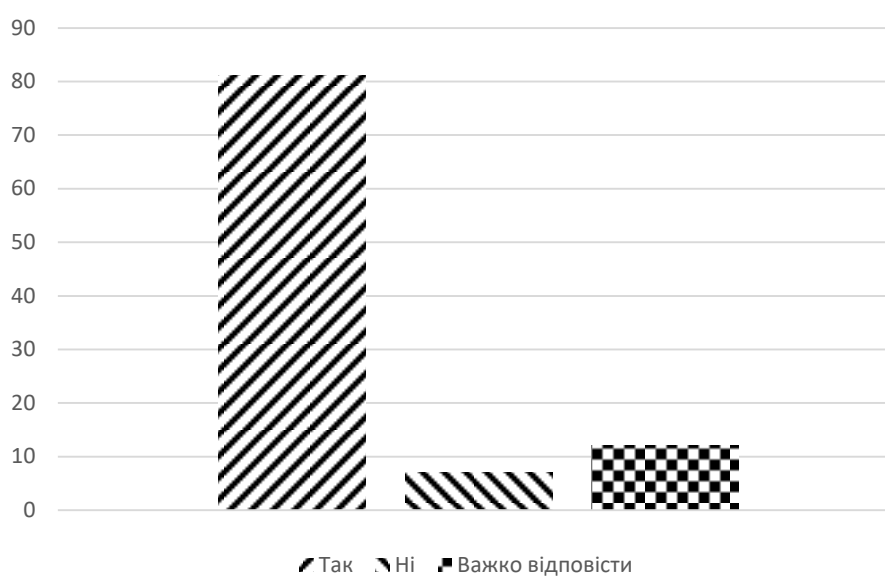
4. Оцініть зручність індивідуальної консультації за допомогою чату в ХОНС.



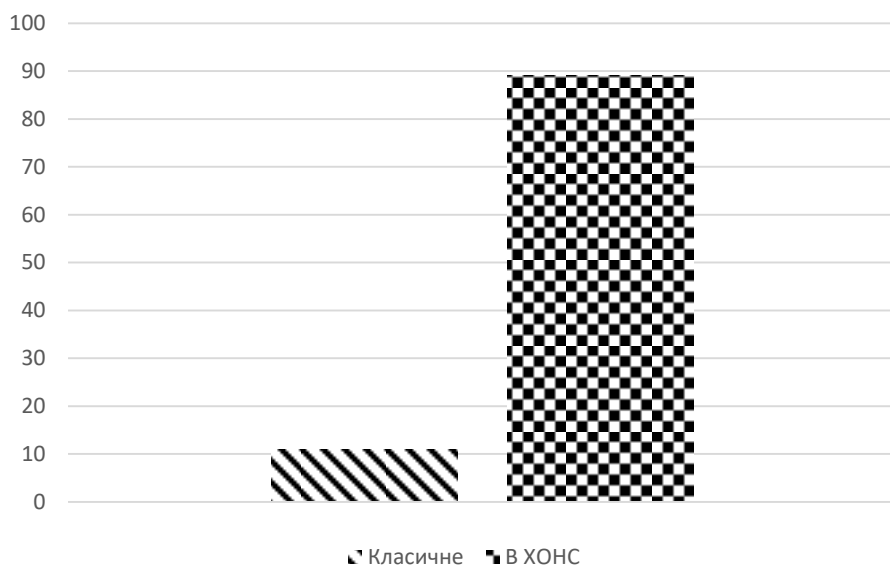
5. Скільки разів користувались індивідуальним консультуванням в ХОНС?



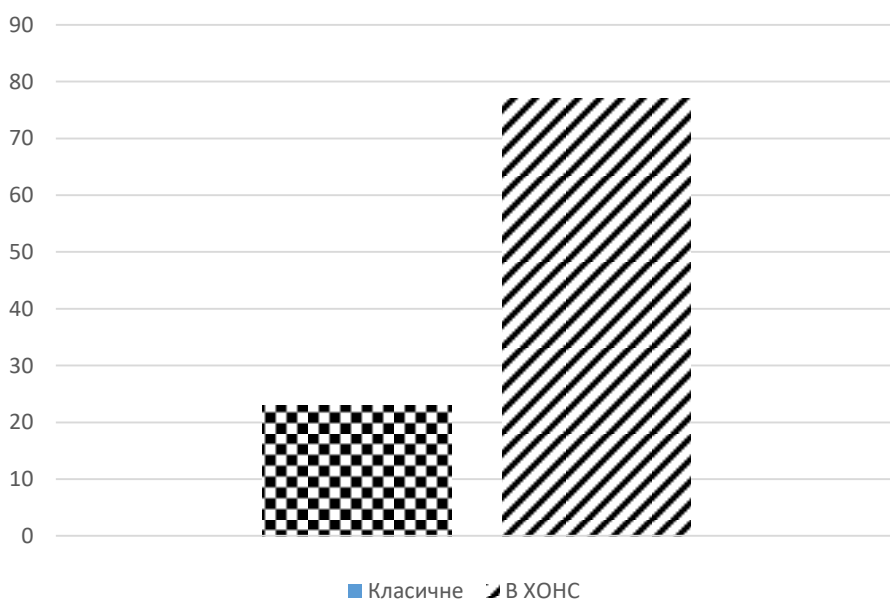
6. У подальшому Ви будете використовувати дану послугу?



7. У якій формі індивідуальне консультування для Вас зручніше?



8. Як на вашу думку, яку із форм індивідуального консультування Ви використовували частіше?



Додаток К
Результати педагогічного експерименту

Таблиця К.1

**Перелік закладів загальної середньої освіти, в яких
проводився педагогічний експеримент**

№ з/п	Назва закладу загальної середньої освіти	Кількість класів	Кількість учнів
1	Кіровоградський обласний навчально-виховний комплекс (гімназія-інтернат – школа мистецтв) Кіровоградської обласної ради	4	115
2	Богданівська загальноосвітня школа I-III ступенів № 1 ім. І.Г. Ткаченка Знам'янської районної ради Кіровоградської області	1	17
3	Богданівська загальноосвітня школа I-III ступенів № 2 Знам'янської районної ради Кіровоградської області	2	31
4	Володимирівська загальноосвітня школа I-III ступенів Знам'янської районної ради Кіровоградської області	2	36
5	Дмитрівська загальноосвітня школа I-III ступенів № 2 імені Т.Г. Шевченка Знам'янської районної ради Кіровоградської області	2	38
6	Добровеличківська загальноосвітня школа I-III ступенів № 1 Добровеличківської районної ради Кіровоградської області	1	19
7	Добровеличківська спеціалізована загальноосвітня школа-інтернат I-III ступенів Добровеличківської районної ради Кіровоградської області	1	15
8	Комунальний заклад «Навчально-виховне об'єднання № 35 «Загальноосвітня школа I-III ступенів, позашкільний центр» Кіровоградської міської ради Кіровоградської області	2	27
9	Комунальний заклад «Новгородківський навчально-виховний комплекс «Загальноосвітня школа I-III ступенів – дошкільний навчальний заклад»	2	42
10	Комунальний заклад «Новгородківський навчально-виховний комплекс імені заслуженого вчителя України П.Ф. Козуля «Загальноосвітня школа I-III ступенів – дошкільний навчальний заклад»	2	26
11	Мошоринська загальноосвітня школа I-III ступенів Знам'янської районної ради Кіровоградської області	2	32
12	Перчунівська загальноосвітня школа I-III ступенів Добровеличківської районної державної адміністрації Кіровоградської області	1	15
13	Гнатівський навчально-виховний комплекс «Мрія» Добровеличківської районної ради	2	30
14	Трепівська загальноосвітня школа I-III ступенів Знам'янської районної ради Кіровоградської області	2	35
15	Комунальний заклад «Школа-інтернат II-III ступенів «Рівненський обласний ліцей» Рівненської обласної ради	2	35
16	Тячівська загальноосвітня школа I-III ступенів № 2 Тячівської міської ради Закарпатської області	4	112
Всього			625

Таблиця К.2

Показники знань учнів за результатами експериментального навчання

№ п/п	Компоненти	t	N	N_{OK}	$K_{рк\%}$	$P_{рк} \cdot 10^{-2}$	N	N_{OE}	$K_{ре\%}$	$P_{ре} \cdot 10^{-2}$	$P_{ср} \cdot 10^{-2}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	β^- -розпад	13,51	42600	135900	31	1,52	90860	133635	68	2,25	2,71
2	β^+ -розпад	17,52	48600	135900	36	1,62	118885	133635	89	2,57	3,04
3	d-кварк	10,63	57600	135900	42	1,76	98235	133635	74	2,34	2,93
4	s-кварк	9,18	60900	135900	45	1,81	95875	133635	72	2,31	2,93
5	u-кварк	11,29	69000	135900	51	1,93	115935	133635	87	2,54	3,19
6	α -розпад	17,59	51300	135900	38	1,66	123310	133635	92	2,62	3,10
7	α -випромінювання	11,15	73500	135900	54	1,99	120950	133635	91	2,59	3,27
8	α -частинка	11,37	70800	135900	52	1,95	118590	133635	89	2,57	3,22
9	β -випромінювання	13,94	57000	135900	42	1,75	112985	133635	85	2,50	3,06
10	β -розпад	10,04	69600	135900	51	1,94	110625	133635	83	2,48	3,15
11	γ -випромінювання	7,40	66900	135900	49	1,90	95285	133635	71	2,30	2,98
12	γ -квант	12,76	63900	135900	47	1,86	116525	133635	87	2,54	3,15
13	Адрони	14,91	41100	135900	30	1,49	94990	133635	71	2,30	2,74
14	Активність ізотопу	5,51	74100	135900	55	2,00	95285	133635	71	2,30	3,05
15	Анігільція	8,28	79200	135900	58	2,06	113870	133635	85	2,51	3,25
16	Анод	3,20	89700	135900	66	2,20	102070	133635	76	2,38	3,24
17	Антикатод	7,40	82800	135900	61	2,11	113870	133635	85	2,51	3,28
18	Антинейтрино	11,58	61500	135900	45	1,82	107675	133635	81	2,45	3,05
19	Антинейтрон	15,03	51900	135900	38	1,67	111215	133635	83	2,49	3,00
20	Антипротон	9,71	72300	135900	53	1,97	112395	133635	84	2,50	3,18
21	Античастинка	3,31	79800	135900	59	2,07	92040	133635	69	2,26	3,07
22	Атом	2,67	89700	135900	66	2,20	99710	133635	75	2,35	3,22
23	Баріони	18,07	43500	135900	32	1,53	113870	133635	85	2,51	2,94
24	Баріонний заряд	17,68	37200	135900	27	1,42	102070	133635	76	2,38	2,77
25	Бозон	16,44	39900	135900	29	1,47	100300	133635	75	2,36	2,78
26	Бомбардування атомних ядер	10,99	66000	135900	49	1,89	110625	133635	83	2,48	3,11
27	Будова атома	5,79	73500	135900	54	1,99	95875	133635	72	2,31	3,05
28	Бульбашкові камери	22,09	32100	135900	24	1,32	115935	133635	87	2,54	2,86
29	Випускання	8,10	69000	135900	51	1,93	100890	133635	75	2,37	3,05

Продовж. табл. К.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
30	Вторинна йонізація	19,87	37200	135900	27	1,42	112985	133635	85	2,50	2,88
31	Гальмівне рентгенівське випромінювання	12,20	61500	135900	45	1,82	110625	133635	83	2,48	3,08
32	Гамма-квант	16,12	51000	135900	38	1,66	115345	133635	86	2,53	3,03
33	Гіперони	20,98	39900	135900	29	1,47	123310	133635	92	2,62	3,00
34	Гравітон	19,44	43500	135900	32	1,53	120950	133635	91	2,59	3,01
35	Густина ядра	12,78	57000	135900	42	1,75	107380	133635	80	2,44	3,01
36	Дейтрон	9,54	69600	135900	51	1,94	108265	133635	81	2,45	3,12
37	Дефект маси	9,62	66900	135900	49	1,90	105315	133635	79	2,42	3,07
38	Дивність (квантове число)	7,32	67200	135900	49	1,90	95285	133635	71	2,30	2,99
39	Динод	20,81	34800	135900	26	1,37	113870	133635	85	2,51	2,86
40	Дифракційна ґратка	10,38	61500	135900	45	1,82	102070	133635	76	2,38	3,00
41	Дифракція	7,41	71100	135900	52	1,96	100300	133635	75	2,36	3,07
42	Дозиметр	8,96	71100	135900	52	1,96	107380	133635	80	2,44	3,13
43	Еволюція Всесвіту	1,80	89700	135900	66	2,20	95875	133635	72	2,31	3,19
44	Еквівалентна доза випромінювання	10,98	70200	135900	52	1,94	115935	133635	87	2,54	3,20
45	Експозиційна доза	5,61	90300	135900	66	2,20	113870	133635	85	2,51	3,34
46	Електричний заряд частинки	0,77	90300	135900	66	2,20	92040	133635	69	2,26	3,16
47	Електромагнітне випромінювання	5,43	85500	135900	63	2,14	107675	133635	81	2,45	3,25
48	Електрон	5,61	90300	135900	66	2,20	113870	133635	85	2,51	3,34
49	Електронна оболонка	2,02	94800	135900	70	2,26	102070	133635	76	2,38	3,28
50	Електрослабка теорія	7,10	72300	135900	53	1,97	100300	133635	75	2,36	3,08
51	Елементарна частинка	4,07	82500	135900	61	2,11	98235	133635	74	2,34	3,15
52	Енергетичний вихід ядерної реакції	7,82	72300	135900	53	1,97	103545	133635	77	2,40	3,11
53	Енергетичні рівні	6,80	75000	135900	55	2,01	102070	133635	76	2,38	3,12

Продовж. табл. К.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
54	Енергія випромінювання	12,34	68400	135900	50	1,92	120360	133635	90	2,58	3,22
55	Енергія зв'язку ядра	12,27	69600	135900	51	1,94	121540	133635	91	2,60	3,24
56	Енергія спокою	11,47	71100	135900	52	1,96	119475	133635	89	2,57	3,23
57	Ефективний коефіцієнт розмноження нейтронів	15,41	54300	135900	40	1,71	116525	133635	87	2,54	3,07
58	Закон збереження електричного заряду	6,04	92700	135900	68	2,23	118590	133635	89	2,57	3,40
59	Закон збереження енергії	8,57	64800	135900	48	1,87	97940	133635	73	2,33	2,99
60	Закон збереження імпульсу	12,66	67200	135900	49	1,90	120360	133635	90	2,58	3,21
61	Закон збереження кількості нуклонів	10,22	62100	135900	46	1,83	102070	133635	76	2,38	3,00
62	Закон збереження мікросвіту	6,20	60900	135900	45	1,81	83190	133635	62	2,15	2,81
63	Закон збереження моменту імпульсу	13,70	58500	135900	43	1,78	113870	133635	85	2,51	3,08
64	Закон радіоактивного розпаду	3,99	77100	135900	57	2,04	92040	133635	69	2,26	3,04
65	Заряд атома	9,01	73800	135900	54	1,99	110920	133635	83	2,48	3,18
66	Заряджена частинка	4,18	89400	135900	66	2,19	106200	133635	79	2,43	3,27
67	Зачарування	13,92	49200	135900	36	1,63	102070	133635	76	2,38	2,89
68	Збуджений стан	9,01	65100	135900	48	1,87	100300	133635	75	2,36	3,01
69	Ізотоп	6,25	73800	135900	54	1,99	98235	133635	74	2,34	3,07
70	Йон	7,78	66000	135900	49	1,89	95875	133635	72	2,31	2,98
71	Йонізація атома	11,06	69900	135900	51	1,94	115935	133635	87	2,54	3,19
72	Калібрувальна теорія	18,75	45600	135900	34	1,57	120655	133635	90	2,59	3,03
73	Калібрувальні бозони	19,35	42300	135900	31	1,51	118590	133635	89	2,57	2,98

Продовж. табл. К.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
74	Камера Вільсона	14,53	57000	135900	42	1,75	115935	133635	87	2,54	3,08
75	Катод	13,24	67200	135900	49	1,90	123310	133635	92	2,62	3,23
76	Квантова хромодинаміка	19,79	40500	135900	30	1,48	118000	133635	88	2,56	2,96
77	Квантовий перехід	8,15	75000	135900	55	2,01	108265	133635	81	2,45	3,17
78	Квантування енергії	6,28	82500	135900	61	2,11	108265	133635	81	2,45	3,23
79	Кварк	3,23	80100	135900	59	2,08	92040	133635	69	2,26	3,07
80	Керована термоядерна реакція	5,58	73800	135900	54	1,99	95285	133635	71	2,30	3,04
81	Коефіцієнт радіаційного ризику	20,62	35400	135900	26	1,38	113870	133635	85	2,51	2,87
82	Коливання нуклонів	15,11	45300	135900	33	1,56	102070	133635	76	2,38	2,85
83	Колір	9,50	63300	135900	47	1,85	100300	133635	75	2,36	3,00
84	Колайдер	19,40	33300	135900	25	1,34	104135	133635	78	2,41	2,75
85	Корпускулярно-хвильовий дуалізм	13,16	60900	135900	45	1,81	114460	133635	86	2,52	3,10
86	Космічне проміння	14,74	60900	135900	45	1,81	122425	133635	92	2,61	3,17
87	Краплинна модель ядра	9,45	76200	135900	56	2,03	115935	133635	87	2,54	3,25
88	Критична маса	5,66	84000	135900	62	2,13	107085	133635	80	2,44	3,24
89	Кулонівська сила	6,07	81300	135900	60	2,09	105905	133635	79	2,43	3,20
90	Лазер (квантовий генератор)	6,73	86100	135900	63	2,15	114460	133635	86	2,52	3,31
91	Ланцюгова ядерна реакція	10,66	73800	135900	54	1,99	118885	133635	89	2,57	3,25
92	Лауєграма	18,80	30300	135900	22	1,28	96170	133635	72	2,31	2,64
93	Лептони	8,75	65100	135900	48	1,87	99120	133635	74	2,35	3,00
94	Лептонний заряд	7,65	61500	135900	45	1,82	89975	133635	67	2,24	2,88
95	Лінійні прискорювачі	8,08	61200	135900	45	1,82	91450	133635	68	2,26	2,90
96	Лічильники йонізуючого випромінювання	12,68	64200	135900	47	1,86	116525	133635	87	2,54	3,15
97	Логографія	17,67	35400	135900	26	1,38	99120	133635	74	2,35	2,72
98	Люмінофор	11,05	57300	135900	42	1,76	99710	133635	75	2,35	2,94

Продовж. табл. К.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
99	Магнітний момент	10,64	74100	135900	55	2,00	119180	133635	89	2,57	3,26
100	Мазер	10,90	63300	135900	47	1,85	106790	133635	80	2,44	3,06
101	Маса спокою	13,54	63000	135900	46	1,84	119180	133635	89	2,57	3,16
102	Маса частинки	11,58	65400	135900	48	1,88	112690	133635	84	2,50	3,13
103	Маса ядра	12,20	66000	135900	49	1,89	116525	133635	87	2,54	3,17
104	Масове число	11,81	68400	135900	50	1,92	117705	133635	88	2,56	3,20
105	Мезон	12,44	50100	135900	37	1,64	96465	133635	72	2,32	2,84
106	«Мічений» атом	9,63	52500	135900	39	1,68	87320	133635	65	2,20	2,77
107	Момент імпульсу	11,81	58200	135900	43	1,77	104430	133635	78	2,41	2,99
108	Мюон	10,64	74100	135900	55	2,00	119180	133635	89	2,57	3,26
109	Напівпровідниковий лічильник	12,57	57300	135900	42	1,76	106790	133635	80	2,44	3,00
110	Нейтрино	12,28	57000	135900	42	1,75	105020	133635	79	2,42	2,98
111	Нейтрон	12,72	63600	135900	47	1,85	115935	133635	87	2,54	3,14
112	Нестабільні ядра	11,17	57300	135900	42	1,76	100300	133635	75	2,36	2,94
113	Нуклони	15,23	58500	135900	43	1,78	121540	133635	91	2,60	3,15
114	Обмінний характер ядерних сил	12,40	57000	135900	42	1,75	105610	133635	79	2,42	2,99
115	Основний стан	12,80	65100	135900	48	1,87	118295	133635	89	2,56	3,17
116	Парність	13,29	61500	135900	45	1,82	115935	133635	87	2,54	3,12
117	Період напіврозпаду	13,09	66000	135900	49	1,89	120950	133635	91	2,59	3,20
118	Питома енергія зв'язку	12,68	68700	135900	51	1,92	122425	133635	92	2,61	3,24
119	Піон	11,01	71700	135900	53	1,97	118000	133635	88	2,56	3,23
120	Поверхневий натяг ядра	19,46	38100	135900	28	1,43	112395	133635	84	2,50	2,88
121	Повільні нейтрони	18,23	42600	135900	31	1,52	113280	133635	85	2,51	2,93
122	Поглинання	15,38	50100	135900	37	1,64	110330	133635	83	2,48	2,97
123	Поглинута доза випромінювання	11,05	57300	135900	42	1,76	99710	133635	75	2,35	2,94
124	Поділ ядра	15,85	54600	135900	40	1,72	119180	133635	89	2,57	3,09
125	Позитрон	11,73	60300	135900	44	1,80	106790	133635	80	2,44	3,03
126	Поляризація	12,28	57000	135900	42	1,75	105020	133635	79	2,42	2,98

Продовж. табл. К.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
127	Постулати Бора	12,16	63000	135900	46	1,84	112395	133635	84	2,50	3,10
128	Потужність дози	11,35	56700	135900	42	1,75	100300	133635	75	2,36	2,94
129	Природна радіоактивність	11,80	71400	135900	53	1,96	121540	133635	91	2,60	3,25
130	Протон	11,18	72000	135900	53	1,97	119180	133635	89	2,57	3,24
131	Радіоактивність	6,88	74700	135900	55	2,01	102070	133635	76	2,38	3,11
132	Реакція захоплення	12,44	50100	135900	37	1,64	96465	133635	72	2,32	2,84
133	Реакція синтезу	12,71	61200	135900	45	1,82	112690	133635	84	2,50	3,09
134	Рентгєнівське випромінювання	13,70	62400	135900	46	1,83	119180	133635	89	2,57	3,16
135	Синхрофазотрон	12,57	57300	135900	42	1,76	106790	133635	80	2,44	3,00
136	Спектр випромінювання	14,10	50700	135900	37	1,65	105020	133635	79	2,42	2,93
137	Спектр відбивання	12,18	55800	135900	41	1,73	102955	133635	77	2,39	2,95
138	Спектр поглинання	11,20	63600	135900	47	1,85	108560	133635	81	2,46	3,08
139	Спектр розсіювання	10,42	65100	135900	48	1,87	106790	133635	80	2,44	3,07
140	Спектри енергетичних станів	11,88	77100	135900	57	2,04	129210	133635	97	2,68	3,36
141	Спін	9,65	74700	135900	55	2,01	115050	133635	86	2,53	3,23
142	Стабільні ядра	10,33	74400	135900	55	2,00	118000	133635	88	2,56	3,25
143	Стала розпаду	14,44	61800	135900	45	1,83	122130	133635	91	2,60	3,18
144	Стійкість ядра	12,07	69000	135900	51	1,93	119770	133635	90	2,58	3,22
145	Стрипові детектори	11,94	56400	135900	42	1,74	102660	133635	77	2,39	2,96
146	Структура ядра атома	9,49	74100	135900	55	2,00	113575	133635	85	2,51	3,21
147	Сцинтиляційний лічильник	12,57	57300	135900	42	1,76	106790	133635	80	2,44	3,00
148	Теплові нейтрони	10,11	50700	135900	37	1,65	87025	133635	65	2,20	2,75
149	Термоядерні реакції	11,79	69600	135900	51	1,94	119180	133635	89	2,57	3,22
150	Товстошарові фотомульсії	12,44	50100	135900	37	1,64	96465	133635	72	2,32	2,84

Продовж. табл. К.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
151	Трек	13,43	61200	135900	45	1,82	116230	133635	87	2,54	3,12
152	Трекові детектори	13,49	57300	135900	42	1,76	111215	133635	83	2,49	3,04
153	Тривалість життя частинки	10,99	63000	135900	46	1,84	106790	133635	80	2,44	3,05
154	Фізика елементарних частинок	12,28	57000	135900	42	1,75	105020	133635	79	2,42	2,98
155	Флуоресценція	11,50	58200	135900	43	1,77	102955	133635	77	2,39	2,98
156	Фосфоресценція	10,16	60900	135900	45	1,81	100300	133635	75	2,36	2,98
157	Фотокатод	12,42	69000	135900	51	1,93	121540	133635	91	2,60	3,23
158	Фотон	13,89	60600	135900	45	1,81	117705	133635	88	2,56	3,13
159	Фотони	8,81	76800	135900	57	2,03	113575	133635	85	2,51	3,23
160	Фундаментальні частинки	10,89	68700	135900	51	1,92	113575	133635	85	2,51	3,16
161	Характеристичне рентгенівське випромінювання	11,52	67200	135900	49	1,90	114755	133635	86	2,52	3,16
162	Хімічні властивості	8,02	82500	135900	61	2,11	116525	133635	87	2,54	3,30
163	Циклотрон	19,45	38700	135900	28	1,45	113280	133635	85	2,51	2,89
164	Частинка	13,12	58200	135900	43	1,77	110625	133635	83	2,48	3,05
165	Черенковський лічильник	12,44	50100	135900	37	1,64	96465	133635	72	2,32	2,84
166	Швидкі нейтрони	9,95	61200	135900	45	1,82	99710	133635	75	2,35	2,97
167	Штучна радіоактивність	10,64	74100	135900	55	2,00	119180	133635	89	2,57	3,26
168	Ядерна реакція	10,18	66000	135900	49	1,89	106790	133635	80	2,44	3,08
169	Ядерний вибух	12,28	57000	135900	42	1,75	105020	133635	79	2,42	2,98
170	Ядерний реактор	11,40	63300	135900	47	1,85	109150	133635	82	2,46	3,08
171	Ядерні сили	10,61	74700	135900	55	2,01	119770	133635	90	2,58	3,27
172	Ядро	10,65	69600	135900	51	1,94	113575	133635	85	2,51	3,17
Моделі											
173	Краплинна модель ядра	11,29	66000	135900	49	1,89	112100	133635	84	2,49	3,13
174	Оболонкова модель	10,65	67500	135900	50	1,91	110920	133635	83	2,48	3,13

Продовж. табл. К.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
175	Планетарна модель атома	10,31	75900	135900	56	2,02	119770	133635	90	2,58	3,28
Взаємодії											
176	Сильна взаємодія	13,34	50100	135900	37	1,64	100595	133635	75	2,36	2,88
177	Слабка взаємодія	13,06	53400	135900	39	1,70	103840	133635	78	2,40	2,94
178	Гравітаційна взаємодія	10,40	55200	135900	41	1,73	94105	133635	70	2,29	2,87
179	Електромагнітна взаємодія	12,85	48300	135900	36	1,61	95875	133635	72	2,31	2,82
Фундаментальні принципи											
180	Принцип Паулі	14,03	50100	135900	37	1,64	103840	133635	78	2,40	2,91

Додаток Л
Матеріали до проведення експертного оцінювання методики навчання
атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому
навчальному середовищі

Додаток Л.1. Анкета експерта

Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому
навчальному середовищі

Укажіть, будь ласка, інформацію про себе

1. Прізвище, ім'я, по батькові	
2. Науковий ступінь, вчене звання / категорія (для вчителів)	
3. Посада	
4. Установа та підрозділ, у якому Ви працюєте	
5. Ваш стаж роботи (педагогічний або науково-педагогічний)	

I. Визначити оцінку відносної важливості кожної з вимог окремо в балах від 0 до 100 щодо методичного та дидактичного забезпечення навчання атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі і його запровадження в освітньому процесі з фізики старшої школи.

№ з/п	Вимоги	Оцінка відносної важливості
1.	Дидактичні	
2.	Інформаційні	
3.	Науково-технічні	
4.	Відповідності змісту навчального матеріалу	

II. Підкресліть необхідні числові значення у шкалі оцінок джерел Вашої аргументації з запропонованої методики навчання.

№ з/п	Джерело аргументації	Ступінь впливу джерела		
		висока	середня	низька
1.	Проведено науково-теоретичний аналіз	3	2	1
2.	Педагогічний (виробничий) досвід	3	2	1
3.	Узагальнення робіт вітчизняних науковців	3	2	1
4.	Узагальнення робіт закордонних науковців	3	2	1
5.	Особисте знайомство зі станом досліджуваної проблеми	3	2	1
6.	Інтуїція	3	2	1

III. Вкажіть важливість обговорюваної проблеми за шкалою:

зовсім не важливо	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	дуже важливо
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	--------------

Підпис _____

Дякуємо за Ваш внесок!

Зворотний бік анкети

Методичне та дидактичне забезпечення навчання атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі і його запровадження в освітньому процесі з фізики старшої школи включає:

1. Методичне забезпечення у вигляді навчально-методичного посібника: Хомутенко М. В. Організація діагностики зі шкільного курсу атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі : навч. посіб. / Максим Володимирович Хомутенко ; ред. О. М. Трифонової. – Кропивницький : Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2017. – 88 с.

2. Тести для перевірки знань учнів з розділу «Атомна і ядерна фізика».
3. Комп'ютерна програма «Карта ізотопів».
4. Комп'ютерна програма «Теорія Великого вибуху».
5. Комп'ютерні модельні демонстрації з розділу «Атомна і ядерна фізика».

Для доступу до демонстраційного варіанту ХОНС, яке знаходиться за посиланням: cph.moodlecloud.com, слід використати логін та пароль:

Логін: *user*

Пароль: *vlk2hlis3f*

Описані вище матеріали складають комплекс на основі якого на платформі Moodle створено хмаро орієнтоване навчальне середовище з атомної і ядерної фізики.

Комп'ютерні програми ілюструють навчальний матеріал, який вивчається в розділі «Атомна і ядерна фізика», а також є платформою для проведення проектної діяльності.

Теоретичний матеріал представлений підручниками рекомендованими МОН України, презентаціями, що доповнюються та ілюструються розробленими комп'ютерними демонстраціями.

Розроблені тести надають можливість оцінити знання та вміння учнів за окремими темами та розділу в цілому.

Підібрані задачі для самостійного розв'язування та приклади розв'язування задач з атомної і ядерної фізики.

Зміст та структура дозволяє здійснювати індивідуальний підхід у навчанні фізики та використовуватися на лекційних, практичних, контрольних, лабораторних заняттях та проектній роботі.

Додаток Л.2. Відомості про експертів

Таблиця Л.2.1

Співробітники вищих навчальних закладів, які брали участь в експертній оцінці

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Вчений ступінь	Посада	Місце роботи	Науково-педагогічний стаж роботи (років)
1.	Абрамова Оксана Віталіївна	к. пед. н., доцент	доцент кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності	ЦДПУ ім. В. Винниченка	15
2.	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)	51
3.	Гаєвський Микола Вікторович	к. ф.-м. н.	старший викладач, кафедра статистики та економіки	ЦДПУ ім. В. Винниченка	7
4.	Гринь Денис Васильович	к. тех. н.	старший викладач кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності	ЦДПУ ім. В. Винниченка	8
5.	Дробін Андрій Анатолійович	к. пед. н.	методист науково-методичної лабораторії природничо-математичних дисциплін	КЗ КОШПО ім. В. Сухомлинського	9
6.	Лунгул Ольга Миколаївна	к. пед. н.	старший викладач кафедри біології, фізики та інформатики	Донецький національний медичний університет	5
7.	Рацул Олександр Анатолійович	д. пед. н., доцент	завідувач кафедри соціальної роботи, соціальної педагогіки та психології	ЦДПУ ім. В. Винниченка	21

Продовж. табл. Л.2.1

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Вчений ступінь	Посада	Місце роботи	Науково-педагогічний стаж роботи (років)
8.	Рябець Сергій Іванович	к. тех. н., доцент	доцент викладач кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності	ЦДПУ ім. В. Винниченка	27
9.	Садовий Микола Ілліч	д. пед. н., професор	завідувач кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності	ЦДПУ ім. В. Винниченка	45
10.	Сірик Едуард Петрович	к. пед. н., доцент	доцент кафедри фізики та методики її викладання, вчитель фізики	ЦДПУ ім. В. Винниченка	19
11.	Соменко Дмитро Вікторович	к. пед. н.	завідувач лабораторії методики фізики	ЦДПУ ім. В. Винниченка	9
12.	Суховірьська Людмила Павлівна	к. пед. н., викладач вищої категорії	старший викладач кафедри медичної фізики та інформатики	Донецький національний медичний університет	16
13.	Щирбул Олександр Миколайович	к. пед. н.	старший викладач кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності	ЦДПУ ім. В. Винниченка	14
14.	Яременко Людмила Іванівна	к. пед. н., доцент, вчитель вищої категорії, вчитель методист	доцент кафедри прикладної математики, статистики та економіки	ЦДПУ ім. В. Винниченка	24

Таблиця Л.2.2

Вчителі ЗЗСО, які брали участь в експертній оцінці

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Категорія	Посада	Місце роботи	Стаж роботи
1.	Бойчук Сергій Якимович	вчитель вищої категорії, вчитель методист	вчитель фізики	Опорний навчальний заклад «Богданівська ЗШ І-ІІІ ст. імені І.Г. Ткаченка Знам'янської районної ради Кіровоградської обл.»	34
2.	Бондаренко Зоя Анатоліївна	вчитель вищої категорії, вчитель методист	вчитель фізики	КЗ «Соколівське НВО «ЗШ І-ІІІ ступенів. Позашкільний центр» Соколівської сільської ради Кіровоградського району Кіровоградської обл.	31
3.	Бондаренко Наталія Миколаївна	вчитель вищої категорії	вчитель фізики та математики	Новопраське НВО «ЗШ І-ІІІ ступенів – дошкільний навчальний заклад – позашкільний центр» Олександрійської районної ради Кіровоградської обл.	28
4.	Гарасенко Ірина Анатоліївна	вчитель І категорії	вчитель фізики	КЗ «Первозванівське НВО ЗШ І-ІІІ ступенів - ДНЗ» Первозванівська ЗШ І - ІІІ ступенів Кіровоградської районної ради Кіровоградської обл.	17
5.	Герасименко Інна Василівна	вчитель вищої категорії	вчитель фізики	ЗШ І-ІІІ ст. № 10 Світловодської міської ради Кіровоградської обл.	38
6.	Гульченко Наталія Леонідівна	вчитель І категорії	вчитель фізики	Смолінське НВО «ЗШ І-ІІІ ступенів – гімназія – позашкільний НЗ» Кіровоградської обл.	17
7.	Гура Валентина Григорівна	вчитель вищої категорії	вчитель фізики	Олексіївська ЗШ І-ІІІ ступенів Бобринецької районної ради Кіровоградської обл.	29
8.	Дмадюк Ольга Станіславівна	вчитель ІІ категорії	вчитель фізики	КЗ «Новгородківський НВО «ЗШ І-ІІІ ступенів - ДНЗ» Новгородківської районної ради Кіровоградської обл.	9
9.	Донець Наталія Володимирівна	спеціаліст	вчитель фізики	КЗ «Педагогічний лицей Кіровоградської міської ради Кіровоградської області»	4
10.	Дромашко Ольга Анатоліївна	вчитель вищої категорії	вчитель фізики	Верхньоінгульська загальноосвітня школа І-ІІІ ст. Кіровоградської обл.	26
11.	Зайчук Наталія Володимирівна	вчитель вищої категорії	вчитель фізики	НВК «Деріївська ЗШ І-ІІІ ступенів – ДНЗ» Онуфріївської районної ради Кіровоградської обл.	30
12.	Киція Наталія Олексіївна	вчитель І категорії	вчитель фізики	КЗ «Петрівське НВО «ЗШ І-ІІІ ст. – гімназія» Петрівської районної ради Кіровоградської обл.	26
13.	Костючик Ольга Миколаївна	вчитель І категорії	вчитель фізики	КЗ «Піщанобридське НВО» ЗШ І-ІІІ ступенів - ДНЗ» Добровеличківської районної ради Кіровоградської обл..	27
14.	Куклій Наталія Борисівна	вчитель вищої категорії	вчитель фізики	Вільшанська ЗШ І-ІІІ ст. (опорний навчальний заклад) Вільшанської районної ради Кіровоградської обл.	20

Продовж. табл. Л.2.2

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Категорія	Посада	Місце роботи	Стаж роботи
15.	Лаврусенко Іван Миколайович	вчитель вищої категорії	вчитель фізики та інформатики	КЗ «НВО «Багатопрофільний ліцей - фізико-математична школа - ЗШ I-III ступенів №18 – ЦДЮТ «Надія» Кіровоградської міської ради Кіровоградської обл.	23
16.	Ласкурик Павло Васильович	вчитель вищої категорії, вчитель методист	вчитель фізики	КЗ «НВК «Долинська гімназія - ЗШ I- III ступенів №3 Долинської районної ради» Кіровоградської обл.	26
17.	Левченко Людмила Олексіївна	вчитель II категорії	вчитель фізики та математики	філія Богданівська ЗШ I-III ст. Кіровоградської обл.	13
18.	Мисліцький Олександр Миколайович	вчитель II категорії	вчитель фізики та інформатики	Новоархангельський НВК «ЗШ I-III ступенів – гімназія» Новоархангельського НВО №1 Новоархангельської районної ради Кіровоградської обл.	4
19.	Мудрих Тетяна Володимирівна	вчитель I категорії	вчитель фізики	Новоселицька ЗШ I-III ступенів Благовіщенської районної ради Кіровоградської обл.	30
20.	Новосельська Лариса Олександрівна	вчитель вищої категорії	вчитель інформатики та фізики	Старокутська ЗШ I-III ступенів Косівської районної державної адміністрації Івано-Франківської обл.	18
21.	Новосельський Олександр Константинович	вчитель методист	вчитель інформатики	Старокутська ЗШ I-III ступенів Косівської районної державної адміністрації Івано-Франківської обл.	25
22.	Пивонос Олена Анатоліївна	вчитель II категорії	вчитель фізики та інформатики	Млинківська ЗШ I-III ст. Онуфріївської районної ради Кіровоградської обл.	17
23.	Підлапок Ольга Михайлівна	вчитель I категорії	вчитель інформатики	КЗТМР "СЮТ"	13
24.	Притиковська Любов Вікторівна	вчитель I категорії	вчитель фізики	Побузька ЗШ I-III ст. Побузької селищної ради Голованівського району Кіровоградської обл.	16
25.	Скороход Леонід Вікторович	вчитель I категорії	вчитель фізики	КЗ «Маловоденська ЗШ I-III ст. Кіровоградської обл.»	15
26.	Скороход Тетяна Юріївна	вчитель I категорії	вчитель фізики	Помічнянська ЗШ I-III ступенів №3 Помічнянської міської ради Кіровоградської обл.	8
27.	Солтин Ірина Володимирівна	вчитель I категорії	вчитель фізики та астрономії	Кропивницька гімназія №9 Кіровоградської міської ради Кіровоградської обл.	15
28.	Стеблівець Ірина Павлівна	вчитель вищої категорії, учитель методист	вчитель фізики	Криворізький Покровський ліцей Криворізької міської ради Дніпропетровської обл.	34
29.	Стрілець Людмила Федорівна	вчитель вищої категорії	вчитель математики	філія Богданівська ЗШ I-III ст. Кіровоградської обл.	35

Продовж. табл. Л.2.2

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Категорія	Посада	Місце роботи	Стаж роботи
30.	Сухенко Оксана Миколаївна	вчитель I категорії	вчитель фізики	КЗ «Олександрівське НВО № 1» Олександрівської районної ради Кіровоградської обл.	16
31.	Тарасенко Олексій Олександрович	вчитель I категорії	вчитель фізики	Рівнянська ЗШ I-III ст. № 2 Новоукраїнської районної ради Кіровоградської обл.	16
32.	Тимошенко Вікторія Володимирівна	вчитель II категорії	вчитель фізики	Новомиргородська ЗШ I-III ступенів №1 Новомиргородської районої ради Кіровоградської обл.	13
33.	Ткаченко Андрій Валерійович	вчитель вищої категорії	вчитель фізики	Нечаївська ЗШ I-III ступенів ім. Ю. І. Яновського Компаніївської районної ради Кіровоградської обл.	17
34.	Чабан Л.О.	вчитель вищої категорії	вчитель фізики	Опорний навчальний заклад «Суботцівська ЗШ I-III ст. Знам'янської районної ради Кіровоградської обл.»	17
35.	Чуркіна Світлана Дмитрівна	вчитель I категорії	вчитель фізики	Злинська ЗШ №1 I - III ступенів Маловисківської районної ради Кіровоградської обл.	23
36.	Щукіна Алла Прокопівна	вчитель вищої категорії	вчитель фізики	Микільська ЗШ I-III ст. Світловодської районної державної адміністрації Кіровоградської обл.	30

Додаток Л.3. Результати експертного оцінювання

Таблиця Л.3.1

Експертні оцінки, їх ранги щодо відносної важливості вимог та дані про визначення коефіцієнта конкордації експертних оцінок

№	Дид	R_1	Інф	R_2	Наук-тех	R_3	Відн	R_4	L_1	T_1	T_i
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
26	80	1,0	80	1,3	80	0,8	40	4,0	1	2	6
27	90	1,8	80	1,3	90	1,3	90	1,3	0	0	0
28	80	1,0	90	1,5	90	1,3	80	1,1	0	0	0
29	80	1,0	50	0,7	80	0,8	80	1,1	0	0	0
30	80	1,0	85	2,8	75	7,5	80	1,1	1	2	6
31	60	2,0	90	1,5	90	1,3	90	1,3	0	0	0
32	100	0,8	100	0,8	80	0,8	100	0,8	1	2	6
33	70	1,4	75	2,5	80	0,8	90	1,3	0	0	0
34	90	1,8	80	1,3	80	0,8	100	0,8	0	0	0
35	95	1,9	85	2,8	85	4,3	95	2,4	1	2	6
36	50	1,7	50	0,7	50	1,0	50	0,6	0	0	0
37	100	0,8	100	0,8	100	1,0	100	0,8	1	2	6
38	70	1,4	80	1,3	70	1,4	80	1,1	0	0	0
39	50	1,7	50	0,7	80	0,8	50	0,6	0	0	0
40	95	1,9	98	9,8	10	0,3	10	0,3	1	2	6
41	20	1,0	20	1,0	40	1,3	20	1,0	1	2	6
42	95	1,9	100	0,8	95	9,5	100	0,8	1	2	6
43	50	1,7	50	0,7	50	1,0	50	0,6	0	0	0
44	95	1,9	95	4,8	100	1,0	100	0,8	0	0	0
45	70	1,4	60	2,0	80	0,8	50	0,6	0	0	0
46	25	2,5	25	2,5	25	2,5	25	2,5	1	2	6
47	40	2,0	60	2,0	40	1,3	20	1,0	0	0	0
48	90	1,8	90	1,5	90	1,3	90	1,3	0	0	0
49	95	1,9	100	0,8	100	1,0	95	2,4	1	2	6
50	100	0,8	100	0,8	100	1,0	100	0,8	1	2	6

Таблиця Л.3.2

Дані про визначення компетентності експертів

№	Джерело аргументації						Коеф. аргум Ка	Коеф. знайомс. Кз	Коеф. компет., Кк
	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
26	3	1	2	2	2	2	0,7	0,9	0,8
27	3	3	2	2	2	2	0,8	0,9	0,8
28	3	3	3	3	2	2	0,9	0,7	0,8
29	3	2	3	2	3	2	0,8	1,0	0,9
30	2	3	2	1	2	3	0,7	0,9	0,8
31	2	3	1	1	3	3	0,7	0,9	0,8
32	2	2	2	1	2	3	0,7	1,0	0,8
33	2	2	3	3	2	3	0,8	1,0	0,9
34	3	3	3	2	3	2	0,9	1,0	0,9
35	3	3	3	3	3	1	0,9	0,7	0,8
36	2	3	3	3	3	1	0,8	0,9	0,9
37	3	3	3	3	3	3	1,0	1,0	1,0
38	2	2	2	2	3	2	0,7	1,0	0,9
39	3	2	1	1	3	2	0,7	0,8	0,7
40	3	2	3	3	3	3	0,9	1,0	1,0
41	2	2	2	2	2	2	0,7	1,0	0,8
42	3	3	2	3	2	3	0,9	1,0	0,9
43	1	3	1	1	2	2	0,6	0,5	0,5
44	3	3	3	3	3	3	1,0	1,0	1,0
45	2	2	2	2	2	2	0,7	0,6	0,6
46	3	3	3	2	3	2	0,9	1,0	0,9
47	1	2	3	3	2	3	0,8	0,5	0,6
48	3	3	3	3	3	3	1,0	0,9	1,0
49	3	3	3	2	2	3	0,9	0,9	0,9
50	3	3	3	3	3	2	0,9	1,0	1,0

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. Хомутенко М. В. Проблеми навчання рівноваги на уроках фізики в старшій школі / М. В. Хомутенко, М. І. Садовий, О. М. Трифонова // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технічної освіти : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2014. – Вип. 6, ч. 1. – С. 115–120. – Бібліогр.: 13 назв.
2. Хомутенко М. В. Становлення понять «навчальне середовище» та «хмаро орієнтоване навчальне середовище» / М. В. Хомутенко // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технічної освіти : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2015. – Вип. 8, ч. 4 – С. 111–120. – Бібліогр.: 22 назв.
3. Садовий М. І. Методика формування уявлень про сучасну наукову картину світу в хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. І. Садовий, О. М. Трифонова, **М. В. Хомутенко** // Вісник Черкаського національного університету. Серія: Педагогічні науки : зб. наук. пр. – Черкаси, 2016. – Вип. 7. – С. 8–16. – Бібліогр.: 10 назв.
4. Хомутенко М. В. Віртуальний фізичний експеримент в хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. В. Хомутенко // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технічної освіти : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2016. – Вип. 9, ч. 3 – С. 175–179. – Бібліогр.: 17 назв.
5. Хомутенко М. В. Організація педагогічного тестування з фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. В. Хомутенко // Збірник наукових праць. Педагогічні науки: зб. наук. пр. / Херсонський державний університет. – Херсон, 2016. – Вип. LXXI, Том 1. – С. 177–182. – Бібліогр.: 15 назв.
6. Хомутенко М. В. Полісуб'єктний підхід у навчанні атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. В. Хомутенко // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технічної освіти : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2016. – Вип. 10, ч. 3 – С. 97–103. – Бібліогр.: 23 назви.
7. Хомутенко М. В. Організація та результати педагогічного експерименту з упровадження методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. В. Хомутенко // Наукові записки. Серія: проблеми методики фізико-математичної і технічної освіти : зб. наук. пр. / ЦДПУ ім. В. Винниченка. – Кропивницький, 2017. – Вип. 11, ч. 4 – С. 113–117. – Бібліогр.: 8 назв.

Публікації у міжнародних виданнях або виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз даних:

8. Садовий М. І. Застосування ІКТ для дослідження систем з найменшою енергією / М. І. Садовий, **М. В. Хомутенко**, О. М. Трифонова // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. І. Огієнка. Серія : педагогічна : зб. наук. пр. – Кам'янець-Подільський, 2013. – Вип. 19 : Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю. – С. 234–237. – Бібліогр.: 10 назв. – (Index Copernicus; ICV 2012: 5.08).

9. Садовий М. І. Формування експериментально-орієнтованого навчального середовища вивчення фізики / М. І. Садовий, В. В. Слюсаренко, О. М. Трифонова, **М. В. Хомутенко** // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – 2014. – II(16), Issue: 33. – P. 79–83. – Бібліогр.: 10 назв.

10. Хомутенко М. В. Комп'ютерне моделювання процесів в атомному ядрі [Електронний ресурс] / М. В. Хомутенко, М. І. Садовий, О. М. Трифонова // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2015. – Том 45, № 1. – С. 78–92. – Бібліогр.: 19 назв. – (Web of Science; Index Copernicus; ICV 2015: 56,90). – Режим доступу: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1191>.

11. Хомутенко М. В. Застосування хмарних технологій в організації навчального середовища на уроках фізики / М. В. Хомутенко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. І. Огієнка. Серія : педагогічна : зб. наук. пр. – Кам'янець-Подільський, 2015. – Вип. 21 : Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю. – Бібліогр.: 13 назв. – С. 297–300. – (Index Copernicus; ICV 2015: 80,87).

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

Посібники:

12. Хомутенко М. В. Організація діагностики зі шкільного курсу атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі : навч. посіб. / М. В. Хомутенко ; ред. О. М. Трифонові. – Кропивницький : ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2017. – 88 с. – Бібліогр.: с. 83 (10 назв).

Матеріали науково-практичних конференцій, тези доповідей:

13. Хомутенко М. В. Застосування різних програмних середовищ для моделювання фізичних процесів / М. В. Хомутенко // XV Всеукраїнська наукова конференція молодих вчених «Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях молодих вчених «Родзинка – 2013» (18–19 квітня 2013 р., Черкаси) : зб. тез доп. – Черкаси, 2013. – С. 65–67.

14. Садовий М. І. Інформаційно-комунікаційні технології навчання як один із способів моделювання фізичного експерименту / М. І. Садовий, О. М. Трифонова, **М. В. Хомутенко** // Міжнар. наук. конф. «Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю» (1–2 жовтня 2013 р., Кам'янець-Подільський) : зб. тез доп. – Кам.-Под., 2013. – С. 179–182.

15. Хомутенко М. В. Застосування комп'ютерного моделювання при вивченні фізичних процесів / М. В. Хомутенко, М. І. Садовий // V Всеукр. студ. наук. Інтернет-конф. «Комп'ютери у навчальному процесі» (17–18 квітня 2014 р., Умань) : зб. тез доп. – Умань, 2014. – С. 227–231.

16. Хомутенко М. В. Інформаційно-комунікаційні технології як засіб поліпшення якості навчання фізики / М. В. Хомутенко, О. М. Трифонова // II Всеукр. наук.-практ. конф. молод. учен. «Наукова молодь-2014» (11 грудня 2014 р., Київ) : зб. тез доп. – Київ, 2014. – С. 80–83.

17. Хомутенко М. В. Формування базових уявлень про рівновагу з використанням комп'ютерного моделювання / М. В. Хомутенко, О. М. Трифонова // Всеукр. наук.-практ. конф. студ. та молод. наук. «Фізика. Технології. Навчання» (26 березня 2015 р., Кропивницький) : зб. тез доп. – Кіровоград, 2015. – С. 183–188.

18. Хомутенко М. В. Дослідження методики навчання симетрії у науково-методичних доробках Івана Захаровича Ковальова / М. В. Хомутенко, М. І. Садовий // Міжнар. наук.-практ. конф. «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (22–23 травня 2015 р., Кіровоград) : зб. тез доп. – Кіровоград, 2015. – С. 10–13.

19. Хомутенко М. В. Використання платформи Classroom під час вивчення фізики / М. В. Хомутенко // X Міжнар. наук. конф. «Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технічного профілю» (7–8 жовтня 2015 р., Кам'янець-Подільський) : зб. тез доп. – Кам'янець-Подільський, 2015. – С. 160–161.

20. Хомутенко М. В. Поєднання хмарних технологій та ідей І.Є.Тамма у реалізації наукового розвитку вивчення фізики / М. В. Хомутенко // II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. присвячена 120-річчю від дня народження Ігоря Євгеновича Тамма «Сучасні тенденції навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі» (15–16 жовтня 2015 р., Кіровоград) : зб. тез доп. – Кіровоград, 2015. – С. 73–74.

21. Хомутенко М. В. Організація самостійної діяльності учнів в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища з фізики / М. В. Хомутенко // Всеукр. наук.-практ. конф. «Особливості підвищення якості природничої освіти в умовах технологізованого суспільства» (29 жовтня 2015 р., Миколаїв) : зб. тез доп. – Миколаїв, 2015. – С. 194–197.

22. Хомутенко М. В. Історико-генезисний розвиток уявлень про хмаро орієнтоване навчальне середовище / М. В. Хомутенко, О. М. Трифонова // Всеукр. наук.-практ. конф. студ. та молод. наук. «Фізика. Технології. Навчання» (26 березня 2016 р., Кіровоград) : зб. тез доп. – Кіровоград, 2016. – С. 104–109.

23. Хомутенко М. В. Застосування хмаро орієнтованого навчального середовища при використанні віртуальної наочності в атомній фізиці / М. В. Хомутенко // II Міжнар. наук.-практ. онлайн-Інтернет конф. «Проблеми та інновації в природничій, технологічній та професійній освіті» (20–23 квітня 2016 р., Кіровоград) : зб. тез доп. – Кіровоград, 2016. – С. 64–67.

24. Садовий М. І. Хмаро орієнтоване навчальне середовище – основа розвитку сучасної наукової картини світу / М. І. Садовий, О. М. Трифонова, **М. В. Хомутенко** // Міжнар. семінар «Хмарні технології в освіті «СТЕ2015» (20 травня 2016 р., Кривий Ріг) : зб. тез доп. – Кривий Ріг, 2016. – Том XIV. – С. 73–74.

25. Хомутенко М. В. Створення тестів за допомогою сервісу Google Forms / М. В. Хомутенко // Міжнар. наук.-практ. конф. «Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі» (15–16 вересня 2016 р., Херсон) : зб. тез доп. – Херсон, 2016. – С. 137–139.

26. Хомутенко М. В. Методика преподавания современных вопросов физики в облачно ориентированной учебной среде / М. В. Хомутенко, Н. И. Садовой, Е. М. Трифонова // Межвуз. науч.-практ. конф. «Профессиональная направленность курсов физических дисциплин при подготовке будущих специалистов в университете» (13–14 октября 2016 г., Брест, Республика Беларусь) : сб. тез. докл. – Брест, 2016. – С. 71–75.

27. Хомутенко М. В. Полісуб'єктний підхід у навчанні фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. В. Хомутенко // III Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. «Сучасні тенденції навчання природничо-математичних та технічних дисциплін у загальноосвітній та вищій школі» (17–22 жовтня 2016 р., Кіровоград) : зб. тез доп. – Кіровоград, 2016. – С. 109–111.

28. Хомутенко М. В. Реалізація комбінованого навчання в хмаро орієнтованому навчальному середовищі з фізики / М. В. Хомутенко, О. М. Трифонова // Всеукр. наук.-практ. конф. студ. та молод. наук. «Фізика. Математика. Комп'ютерні науки. Статистика. Освітні вимірювання. Технології. Навчання» (24 березня 2017 р., Кропивницький) : зб. тез доп. – Кропивницький, 2017. – С. 107–113.

29. Хомутенко М. В. Педагогічний експеримент з упровадження методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. В. Хомутенко // V Міжнар. наук.-практ. онлайн-Інтернет конф. «Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті» (10–21 квітня 2017 р., Кропивницький) : зб. тез доп. – Кропивницький, 2017. – С. 88–90.

30. Хомутенко М. В. Реалізація STEM-освіти в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища з фізики / М. В. Хомутенко, М. І. Садовий, О. М. Трифонова // II Міжнар. наук.-практ. семінар «STEM-освіта - проблеми та перспективи» (25–26 жовтня 2017 р., Кропивницький) : зб. тез доп. – Кропивницький, 2017. – С. 112–114.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

Статті у наукових періодичних виданнях:

31. Хомутенко М. В. Методика організації «перевернутого» навчання з фізики з використанням хмарних технологій / М. В. Хомутенко // Наукові записки. Серія: проблеми методики фізико-математичної і технічної освіти : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2015. – Вип. 8, ч. 1. – С. 158–162. – Бібліогр.: 12 назв.

32. Хомутенко М. В. Використання фізичних знань у сучасних технологіях медицини / М. В. Хомутенко, М. І. Садовий // Студентський науковий вісник : зб. наук. пр. / КДПУ ім. В. Винниченка. – Кіровоград, 2014 – Вип. 13. – С. 253–258. – Бібліогр.: 10 назв.

33. Хомутенко М. В. Роль концепції Г.С. Костюка для розвитку учнів в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища / М. В. Хомутенко // Наукова спадщина Григорія Костюка і сучасні проблеми особистісно орієнтованої освіти (18–29 квітня 2016 р., Кіровоград) : зб. матер. всеукр. наук.-метод. Ін-т. конф. – Кіровоград, 2016. – С. 357–366. – Бібліогр.: 9 назв.

34. Садовой Н. И. Учебный физический эксперимент в облачно ориентированной учебной среде / Н. И. Садовой, Е. М. Трифонова, **М. В. Хомутенко** // Современные образовательные Web-технологии в системе школьной и профессиональной подготовки (25–27 мая 2017 г., Арзамас, Российская Федерация) : сб. науч. тр. междунар. научно-практ. конф. – Арзамас, 2017. – С. 256–265. – Библиогр.: 12 назв.

Авторські свідоцтва:

35. А. с. Комп'ютерна програма «Карта ізотопів» / **М. В. Хомутенко**, М. І. Садовий, О. М. Трифонова (Україна) – № 58666 ; заявка 03.12.2014 № 58846 ; зареєстровано 16.02.2015 ; опублік. 30.04.2015, Бюл. № 36.

36. А. с. Комп'ютерна програма «Теорія Великого вибуху» / **М. В. Хомутенко**, М. І. Садовий, О. М. Трифонова (Україна) – № 67189 ; заявка 10.06.2016 № 67833 ; зареєстроване 11.08.2016 ; опублік. 28.10.2016, Бюл. № 42.

37. А. с. Навчальний посібник «Організація діагностики зі шкільного курсу атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі» / М. В. Хомутенко (Україна) – № 74312 ; заявка 19.08.2017 № 75013 ; зареєстроване 20.10.2017 ; опублік. 26.01.2018, Бюл. № 47.

Додаток М.2. Відомості про апробацію результатів дисертації

1. XV Всеукраїнська наукова конференція молодих вчених «Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях молодих вчених» (м.Черкаси, 18-19 квітня 2013 р.); очна форма участі;
2. Міжнародна наукова конференція «Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю» (м.Кам'янець-Подільський, 1-2 жовтня 2013 р.), дистанційна форма участі;
3. V Всеукраїнська студентська наукова Інтернет-конференція «Комп'ютери у навчальному процесі» (м. Умань, 17-18 квітня 2014 р.), дистанційна форма участі;
4. Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція Society for cultural and scientific progress in Eastern Europe «Pedagogy and Psychology In an Era of Increasing Flow of Information – 2014», (Budapest on 30 th of November 2014), дистанційна форма участі;
5. II Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених «Наукова молодь-2014» (м.Київ, 11 грудня 2014 р.), дистанційна форма участі;
6. XIII Всеукраїнська науково-практична конференція молодих науковців «Фізика.Технології.Навчання» (м. Кіровоград, 27 березня 2015 р.), очна форма участі;
7. VI Всеукраїнська студентська наукова Інтернет-конференція «Комп'ютери у навчальному процесі» (м. Умань, 16-17 квітня 2015 р.), дистанційна форма участі;
8. Міжнародна науково-практична конференція «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (м. Кіровоград, 22-23 травня 2015 р.), очна форма участі;
9. X Міжнародна наукова конференція «Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю» (м. Кам'янець-Подільський, 7-8 жовтня 2015 р.) очна форма участі;
10. II Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Сучасні тенденції навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі» (м. Кіровоград, 15-16 жовтня 2015 р.), очна форма участі;
11. Всеукраїнська науково-практична конференція «Навчання фізики і астрономії у загальноосвітніх школах України: традиції і інновації» (м. Умань, 15-16 жовтня 2015 р.), заочна форма участі;
12. Всеукраїнська науково-практична конференція «Особливості підвищення якості природничої освіти в технологізованому суспільстві» (м. Миколаїв, 29 жовтня 2015 р.), дистанційна форма участі;
13. Всеукраїнська науково-практична конференція студентів та молодих науковців «Фізика.Технології. Навчання.» (м. Кіровоград, 26 березня 2016 р.), очна форма участі;
14. Всеукраїнська науково-методична інтернет-конференція «Наукова спадщина Григорія Костюка і сучасні проблеми особистісно орієнтованої освіти» (м. Кіровоград, 18-29 квітня 2016 р.), дистанційна форма участі;

15. Міжнародна науково-практична онлайн-інтернет конференція «Проблеми та інновації в природничій, технологічній та професійній освіті» (м. Кіровоград, 20-23 квітня 2016 р.), очна форма участі;

16. VII Всеукраїнська науково-методична конференція «Комп'ютерне моделювання та інформаційні технології в освіті (КМІТО'2016)» (м.Кривий Ріг, 19-20 травня 2016р.), дистанційна форма участі;

17. Міжнародний семінар «Хмарні технології в освіті» STE2015 (м.Кривий Ріг, 20 травня 2016 р.), дистанційна онлайн форма участі;

18. III Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Сучасні тенденції навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі» (м. Кіровоград, 17-22 жовтня 2016 р.), очна форма участі;

19. Міжвузівська науково-практична конференція «Професійна направленість курсов фізических дисциплін при підготовке будущих спеціалістів в университеті» (м. Брест, 13-14 жовтня 2016 р.), очна форма участі;

20. Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі» (м. Херсон, 15-16 вересня 2016 р.), заочна форма участі;

21. Всеукраїнська науково-практична конференція студентів та молодих науковців «Фізика. Математика. Комп'ютерні науки. Статистика. Освітні вимірювання. Технології. Навчання» (м. Кропивницький, 24 березня 2017 р.), очна форма участі;

22. IV Міжнародна науково-практична онлайн-інтернет конференція «Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті» (м.Кропивницький, 10-21 квітня 2017 р.), очна форма участі;

23. Регіональний авторський семінар «Діяльність методичної служби як умова професійного розвитку педагога. Спрямованість викладання предметів природничо-математичного циклу на розвиток обдарувань учнів: науково-методичне забезпечення» (м.Кропивницький, 11 квітня 2017 р.), очна форма участі;

24. Міжнародний семінар «Хмарні технології в освіті» (Cloud Technologies in Education – STE2016)» (м.Київ, 28 квітня 2017 р.), дистанційна онлайн форма участі;

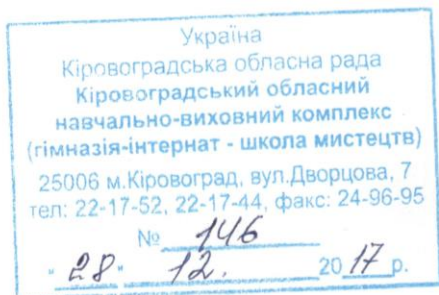
25. Міжнародна науково-практична конференція «Современные образовательные Web-технологии в системе школьной и профессиональной подготовки» (м.Арзамас, 25-27 травня 2017 р.), дистанційна форма участі;

26. V Міжнародна науково-практична онлайн-інтернет конференція «Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті» (м. Кропивницький, 10-13 жовтня 2017 р.), очна форма участі;

27. II Міжнародний науково-практичний семінар «STEM-Освіта – проблеми та перспективи» (м.Кропивницький, 25-26 жовтня 2017 р.), очна форма участі.

28. Всеукраїнський фестиваль STEM-освіти, науково-практичного семінару «Марафон STEM-уроків» (м.Кропивницький, 21-22 квітня 2018 р.), очна форма участі.

Додаток Н. Довідки про впровадження результатів дисертаційного дослідження



ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
Хомутенка Максима Володимировича

на тему «**Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі**»

У Кіровоградському обласному комплексі (гімназії-інтернат – школі мистецтв) впродовж останніх трьох років проводився педагогічний експеримент з впровадження методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

З метою організації та проведення перевірки методики навчання атомної та ядерної фізики старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі вчителем фізики та інформатики М.В.Хомутенком був розроблений комплекс методичних рекомендацій, до якого увійшли різні типи завдань: теоретичний матеріал, тексти фізичних задач, тестові завдання, віртуальні фізичні лабораторні роботи, контрольні роботи в хмаро орієнтованому навчальному середовищі. Впровадження методики проходило під керівництвом вчителя фізики Вовкотруба Віктора Павловича. В експерименті прийняли участь учні 11 класів (115 учнів). Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителя фізики були проведені консультації з використання розробленої методики вивчення атомної і ядерної фізики у хмаро орієнтованому навчальному середовищі, розглянуті критерії оцінювання навчальних досягнень учнів.

Результати апробації доводять, що навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі стимулює розвиток інтересу та мотивацію учнів до навчання фізики, підвищує якість знань з атомної і ядерної фізики у старшокласників, забезпечує вироблення практичних умінь і навичок під час виконання тестових, контрольних та лабораторних робіт, закріплення, систематизацію та узагальнення засвоєного матеріалу.

Директор школи



А. С. Коротков



Міністерство освіти і науки України
 Знам'янська районна рада Кіровоградської області
БОГДАНІВСЬКА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА І-ІІІ СТУПЕНІВ №1
ім. І.Г. ТКАЧЕНКА

вул. Миру, 14, с. Богданівка, Знам'янський р-н, Кіровоградська обл. 27431; тел.: 8 (233)
 73-00-2

№ 58 від 20.06.2017 р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження з теми:
**«Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у
 хмаро орієнтованому навчальному середовищі»**, проведеного
 Хомутенком Максимом Володимировичем

У Богданівській загальноосвітній школі І-ІІІ ст № 1 ім І.Г.Ткаченка протягом останніх трьох років проводився педагогічний експеримент з впровадження методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі за участі вчителя фізики Бойчука С.Я. В експерименті прийняли участь учні старшої школи

Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителя фізики були проведені консультації з використання методики, розглянуті критерії оцінювання навчальних досягнень учнів.

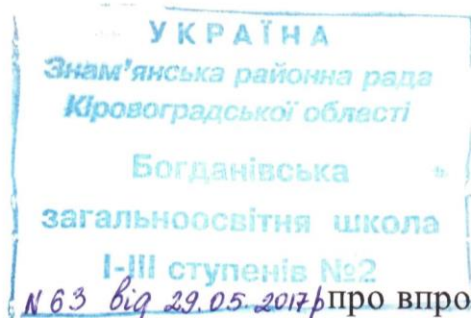
Для формування експериментаторських компетентностей старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі вчителям були запропоновані розробки інструкцій до виконання фізичних дослідів та лабораторних робіт з атомної та ядерної фізики.

Після використання запропонованої Хомутенком М. В. методики спостерігалось підвищення мотивації навчання фізики у старшокласників, удосконалення практичних умінь і навичок щодо виконання навчального фізичного експерименту та зростання рівня сформованості експериментаторських компетентностей у суб'єктів навчання.

Директор школи



С.Я. Бойчук



ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження з теми «**Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі**», проведеного Хомутенком Максимом Володимировичем

Дана довідка підтверджує, що у Богданівській загальноосвітній школі I-III ступенів № 2 Знам'янської державної адміністрації Кіровоградської області протягом 2014 – 2015, 2015 – 2016 та 2016 – 2017 навчальних років проводився педагогічний експеримент з впровадження методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі запропонованої Хомутенком М.В. Впровадження методики проходило під керівництвом вчителя фізики Левченко Людмили Олексіївни. В експерименті прийняли участь учні 11 класу (31 учень).

Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителя фізики були проведені консультації з використання методики вивчення атомної і ядерної фізики у хмаро орієнтованому навчальному середовищі, розглянуті критерії оцінювання навчальних досягнень учнів.

Для формування компетентностей старшокласників учителю були запропоновані розробки інструкцій до навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Після використання запропонованої Хомутенком М.В. методики спостерігалось підвищення мотивації вивчення атомної і ядерної фізики у старшокласників, удосконалення практичних умінь і навичок, поліпшення засвоєння матеріалу, виконання лабораторних робіт та тестових завдань.

Директор Богданівської ЗШ I-III ступенів №2



О. В. Тарасюк



УКРАЇНА

**ЗНАМ'ЯНСЬКА РАЙОННА РАДА
ВОЛОДИМИРІВСЬКА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА І-ІІІ СТУПЕНІВ**

вул. Незалежності, 2, с. Володимирівка, Знам'янський район, Кіровоградська
область, 27452

тел. (05233)40-2-43, e-mail: volod1_3@ukr.net Код в ЄДРПОУ 33361584

Вих. 15.05.2017 № 68

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
з теми **«Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у
хмаро орієнтованому навчальному середовищі»**, проведеного
Хомутенком Максимом Володимировичем

Протягом останніх років у Володимирівській загальноосвітній школі І-ІІІ ступенів Знам'янської районної ради проводився педагогічний експеримент з впровадження методики навчання атомної та ядерної фізики старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Для організації та проведення експериментальної перевірки методики навчання атомної та ядерної фізики старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі вчителем фізики та інформатики М.В.Хомутенком був розроблений та використовувався комплекс методичних рекомендацій, до якого увійшли різні типи завдань: розробки уроків, теоретичний матеріал, тексти фізичних задач, тестові завдання, віртуальні фізичні лабораторні роботи, контрольні роботи. Впровадження методики проходило під керівництвом вчителя фізики Здор Марини Анатоліївни. В експерименті прийняли участь учні 11 класів (36 учнів).

Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителя фізики були проведені консультації з використання методики вивчення атомної і ядерної фізики у хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Результати експериментального навчання атомної та ядерної фізики старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі за розробленою М.В.Хомутенком методикою свідчать про повну реалізацію потенціальних ресурсів учнів: розвиток інтересу, творчих здібностей і мотивації учнів до вивчення атомної і ядерної фізики, вироблення практичних умінь, повторення, закріплення, систематизації та узагальнення засвоєного матеріалу.

Директор школи

Т. Чорна



УКРАЇНА

**ЗНАМ'ЯНСЬКА РАЙОННА РАДА
ДМИТРІВСЬКА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА І-ІІІ СТУПЕНІВ №2
ІМЕНІ Т.Г. ШЕВЧЕНКА**

вул. Поштова, 10, с. Дмитрівка, Знам'янський район, Кіровоградська область, 27422
тел. (05233) 7-03-03, e-mail: dmitrovka_school_2@ukr.net

Вих. 16.06.2017 № 76

ДОВІДКА

видана *Хомутенку Максиму Володимировичу* в тому, що результати його наукового дослідження на тему:

«Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі»

впроваджувались у практику роботи Дмитрівської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів № 2 імені Т.Г. Шевченка Знам'янської районної ради Кіровоградської області

Впродовж останніх трьох років у Дмитрівській загальноосвітній школі І-ІІІ ступенів № 2 імені Т.Г. Шевченка Знам'янської районної ради Кіровоградської області проводився педагогічний експеримент з впровадження методики навчання атомної та ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

До педагогічного експерименту були залучені 38 учнів 11-го класів. Впровадження методики відбувалося під керівництвом вчителя вищої категорії Заєць Т.А. Вчителю був наданий комплекс методичних рекомендацій розроблений М.В. Хомутенком, до якого увійшли різні типи завдань: розробки уроків, теоретичний матеріал, тексти фізичних задач, тестові завдання, контрольні та лабораторні роботи. Протягом педагогічного експерименту для вчителя фізики систематично проводилися консультації з впровадження запропонованої методики.

Результати семестрового оцінювання у експериментальному класі показали підвищення рейтингу вивчення фізики серед інших шкільних предметів, розвиток інтересу, творчих здібностей і мотивації учнів до навчання фізики, формування нових знань учнів, вироблення практичних умінь, покращення засвоювання матеріалу, результативне виконання лабораторних та тестових робіт.

Директор школи



Павленко О.Г.



**ДОБРОВЕЛИЧКІВСЬКА РАЙОННА РАДА
КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

ДОБРОВЕЛИЧКІВСЬКА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА І-ІІІ СТУПЕНІВ №1
вул. Українська, 121, смт. Добровеличківка, Кіровоградської області 27000, тел. (05253) 5-16-67
e-mail: dvzosh1@i.ua, код ЄДРПОУ 33360465

№ 8 від 25.01.2018 р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
з теми «**Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро
орієнтованому навчальному середовищі**», проведеного
Хомутенком Максимом Володимировичем

У Добровеличківській ЗШ І-ІІІ ступенів №1 Добровеличківської районної ради Кіровоградської області впродовж останніх трьох років проводився педагогічний експеримент з впровадження методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі. Експеримент проводився при участі вчителя фізики та інформатики Хомутенка Максима Володимировича. В експерименті прийняли участь учні 11 класу (19 учнів).

Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителів фізики були проведені консультації з використання методики вивчення атомної і ядерної фізики у хмаро орієнтованому навчальному середовищі, розглянуті критерії оцінювання навчальних досягнень учнів.

Для формування компетентностей старшокласників учителям були запропоновані розробки інструкцій до навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Після використання запропонованої Хомутенком М. В. методики спостерігалось підвищення мотивації вивчення атомної і ядерної фізики у старшокласників, удосконалення практичних умінь і навичок, поліпшення засвоєння матеріалу, виконання лабораторних робіт та тестових завдань.

Директор
Добровеличківської
ЗШ І-ІІІ ступенів №1



Т. Панченко



Україна

**ДОБРОВЕЛИЧКІВСЬКА СПЕЦІАЛІЗОВАНА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ
ШКОЛА-ІНТЕРНАТ І-ІІІ СТУПЕНІВ
ДОБРОВЕЛИЧКІВСЬКА РАЙОННА РАДА**

вул. Шевченка, 112, смт. Добровеличківка, Кіровоградська область, 27000
тел.8(05253) 5-12-43, e-mail: dv_internat@ukr.net

№ 89 від 20.06.2017р

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження з теми
«Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро
орієнтованому навчальному середовищі», проведеного
Хомутенком Максимом Володимировичем

Протягом останніх років в Добровеличківській спеціалізованій загальноосвітній школі-інтернат І-ІІІ ступенів Добровеличківської районної ради Кіровоградської області проводився педагогічний експеримент з впровадження методики навчання атомної та ядерної фізики старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Для організації та проведення експериментальної перевірки методики навчання атомної та ядерної фізики старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі вчителем фізики та інформатики М.В.Хомутенком був розроблений та використовувався комплекс методичних рекомендацій, до якого увійшли різні типи завдань: розробки уроків, теоретичний матеріал, тексти фізичних задач, тестові завдання, віртуальні фізичні лабораторні роботи, контрольні роботи. Протягом педагогічного експерименту для вчителів фізики систематично проводилися консультації з впровадження запропонованої методики. Впровадження методики відбувалося під керівництвом вчителя фізики Галіченко Тамари Володимирівни. В експерименті прийняли участь учні 11 класу (15 учнів).

Результати експериментального навчання атомної та ядерної фізики старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі за розробленою М.В.Хомутенком методикою свідчать про повну реалізацію потенціальних ресурсів учнів: розвиток інтересу, творчих здібностей і мотивації учнів до вивчення атомної і ядерної фізики, вироблення практичних умінь, повторення, закріплення, систематизації та узагальнення засвоєного матеріалу. А також систематичне та в повному обсязі забезпечення контролю якості засвоєння навчального матеріалу та діагностування навчальних досягнень учнів вчителями.

Директор школи



К.Б. Ковальська



**КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД «НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНЕ ОБ'ЄДНАННЯ № 35
«ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА І-ІІІ СТУПЕНІВ, ПОЗАШКІЛЬНИЙ ЦЕНТР
КІРОВОГРАДСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАД КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

25031, м. Кропивницький, вул. Космонавта Попова, 28/20,
тел. 55-83-69, e-mail: school35-kir@ukr.net Код ЄДРПОУ 33428795

№ 37 «28» зрудня 2017 р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
Хомутенка Максима Володимировича
на тему «**Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро
орієнтованому навчальному середовищі**»

Дана довідка видана Хомутенку Максиму Володимировичу та підтверджує, що у комунальному закладі «Навчально-виховне об'єднання № 35 «Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів, позашкільний центр Кіровоградської міської рад Кіровоградської області» учителями фізики Конопатом Юрієм Олексійовичем, Хлебніковою Оленою Юріївною проводився педагогічний експеримент з впровадження методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

В експерименті брали участь учні 11 класів (27 учнів).

Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителів фізики були проведені консультації з використання розробленої методики вивчення атомної і ядерної фізики у хмаро орієнтованому навчальному середовищі, розглянуті критерії оцінювання навчальних досягнень учнів.

Ефективність запропонованої методики підтверджена якістю знань з атомної і ядерної фізики у старшокласників, удосконаленням практичних умінь і навичок під час виконання тестових, контрольних та лабораторних робіт, підвищенням інтересу в учнів до вивчення фізики.

У цілому аналіз апробації результатів дослідження дає зробити висновок, що методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі якісно впливає на вивчення фізики у старшій школі

Директор НВО № 35



Ю.Конопат



НОВГОРОДКІВСЬКА РАЙОННА РАДА
КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Комунальний заклад

«Новгородківський навчально-виховний комплекс

«Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів – дошкільний навчальний заклад»

вул. Авер'янова, 2, смт. Новгородка, 28200, тел. (05241) 2-03-65

e-mail: nnvk1@ukr.net, код ЄДРПОУ 33329158

№ 23 „20” серпня 2017 р.

Довідка

про впровадження результатів дослідження

Хомутенка Максима Володимировича

**на тему «Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у
хмаро орієнтованому навчальному середовищі»**

Дана довідка видана Хомутенку Максиму Володимировичу та підтверджує, що комунальним закладом «Новгородківський навчально-виховний комплекс «Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів – дошкільний навчальний заклад» Новгородківської районної ради Кіровоградської області учителем фізики Дигаюк Ольгою Станіславівною проводився педагогічний експеримент з впровадження методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

З метою організації та проведення перевірки методики навчання атомної та ядерної фізики старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі вчителем фізики та інформатики М.В.Хомутенком був розроблений та використовувався навчальний посібник, до якого увійшли різні типи завдань: розробки уроків, теоретичний матеріал, тексти фізичних задач, тестові завдання.

В експерименті прийняли участь учні 11 класів (42 учнів). Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителя фізики були проведені консультації з використання розробленої методики вивчення атомної і ядерної фізики у хмаро орієнтованому навчальному середовищі, розглянуті критерії оцінювання навчальних досягнень учнів.

З результатів апробації можна зробити висновок, що методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі підтверджує розвиток інтересу, творчих здібностей і мотивацію учнів до навчання фізики, підвищення якості знань з атомної і ядерної фізики у старшокласників, вироблення практичних умінь і навичок під час виконання тестових, контрольних та лабораторних робіт, закріплення, систематизацію та узагальнення засвоєного матеріалу.

Директор



Н.В.Кушнір



**НОВГОРОДКІВСЬКА РАЙОННА РАДА
КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**Комунальний заклад «Новгородківський навчально-виховний комплекс
імені заслуженого вчителя України П.Ф. Козуля «Загальноосвітня
школа І-ІІІ ступенів – дошкільний навчальний заклад»
вул. Миру, 199, смт. Новгородка, 28200, тел. (05241) 2-11-21
e-mail: nvkkozulya@ukr.net ЄДРПОУ 33329210**

№9 Від 04.10 2017 р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження

Хомутенка Максима Володимировича

На тему: **Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників
у хмаро орієнтованому навчальному середовищі»**

Дана довідка видана Хомутенку Максиму Володимировичу та підтверджує, що у КЗ Новгородківський НВК імені П.Ф.Козуля "ЗОШ І-ІІІ ст-ДНЗ" учителем фізики Королем С.Б. проводився педагогічний експеримент з впровадження методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

З метою організації та проведення та проведення перевірки методики навчання атомної та ядерної фізики Хомутенку М.В. був розроблений та використовувався навчальний посібник, до якого увійшли різні типи завдань: розробки уроків, теоретичний матеріал, тексти фізичних задач, тестові завдання.

В експерименті прийняли участь учні 11 класів (26 учнів). Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителя фізики були проведені консультації з використання розробленої методики вивчення атомної і ядерної фізики у хмаро орієнтованому навчальному середовищі, розглянуті критерії оцінювання навчальних досягнень учнів.

З результатів апробації можна зробити висновок, що методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому

навчальному середовищі підтверджує розвиток інтересу, творчих здібностей і мотивацію до навчання фізики, підвищення якості знань з атомної і ядерної фізики у старшокласників, вироблення практичних умінь і навичок під час виконання тестових, контрольних та лабораторних робіт, закріплення, систематизацію та узагальнення засвоєного матеріалу.

Директор НВК



Н.Ф.Гаврилюк



УКРАЇНА

**ЗНАМ'ЯНСЬКА РАЙОННА РАДА
МОШОРИНСЬКА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА І-ІІІ СТУПЕНІВ**

вул. Центральна, 1а, с. Мошорине, Знам'янський район, Кіровоградська область, 27453
тел. (05233) 45-2-38, e-mail: moshorine@ukr.net

Вих. 28.12.2017 № 17**ДОВІДКА**

про впровадження результатів наукового дослідження з теми:
**«Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у
хмаро орієнтованому навчальному середовищі»**, проведеного
Хомутенком Максимом Володимировичем

У Мошоринській загальноосвітній школі І-ІІІ ступенів Знам'янської районної ради протягом останніх трьох років проводився педагогічний експеримент з впровадження методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі за участі вчителя фізики Шундрин Олега Анатолійовича. В експерименті прийняли участь учні 11 класу (32 учні).

Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителя фізики були проведені консультації з використання методики, розглянуті критерії оцінювання навчальних досягнень учнів.

Для формування експериментаторських компетентностей старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі учителям були запропоновані розробки інструкцій до виконання фізичних дослідів та лабораторних робіт з атомної та ядерної фізики.

Результати експериментального навчання за розробленою Хомутенком М.В. методикою свідчать про підвищення мотивації вивчення фізики у старшокласників, удосконалення практичних умінь і навичок під час виконання навчального фізичного експерименту та зростання рівня сформованості експериментаторських компетентностей в учнів.



М.Г. Чекан



УКРАЇНА
ПЕРЧУНІВСЬКА ЗШ І – ІІІ СТУПЕНІВ
ВІДДІЛУ ОСВІТИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ
ДОБРОВЕЛИЧКІВСЬКОЇ РАЙОННОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ

вул. Шкільна, 35, с. Перчунове, Добровеличківського району,
 Кіровоградської області, 27043, тел. (05253) 29 -2-45, e-mail: Perchunivska35@ukr.net ,
 код в ЄДРПОУ 3312899

Від 16.06.2017 року № 46
 на № _____ від _____ 2017 року

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження з теми:
«Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у
хмаро орієнтованому навчальному середовищі», проведеного
 Хомутенком Максимом Володимировичем

У Перчунівській загальноосвітній школі І-ІІІ ступенів Добровеличківської районної державної адміністрації Кіровоградської області протягом останніх трьох років проводився педагогічний експеримент з впровадження методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі за участі вчителя фізики Калашнік Світлани Петрівни. В експерименті прийняли участь учні 11 класів (15 учнів).

Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителя фізики були проведені консультації з використання методики, розглянуті критерії оцінювання навчальних досягнень учнів в хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Для формування експериментальних компетентностей старшокласників в хмаро орієнтованому навчальному середовищі учителям були запропоновані розробки інструкцій до виконання тестових завдань, фізичних дослідів та лабораторних робіт з атомної і ядерної фізики.

Після використання запропонованої Хомутенком М.В. методики спостерігалось підвищення мотивації навчання фізики у старшокласників, удосконалення практичних умінь і навичок щодо виконання навчального фізичного експерименту та зростання рівня сформованості експериментальних компетентностей у суб'єктів навчання.

Директор школи



М.Й.Наумова



УКРАЇНА
ГНАТІВСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНИЙ КОМПЛЕКС «МРІЯ»
ДОБРОВЕЛИЧКІВСЬКОЇ РАЙОННОЇ РАДИ
КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ

вул.Шкільна, 32, с.Гнатівка,Добровеличківський район, Кіровоградська область, 27025,
 тел..(05253)23332, e-mail:allamizy@ukr.net, код в ЄДРПОУ 33360575

№ 59 від 23 квітня 2018 р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
 Хомутенка Максима Володимировича
 на тему «**Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у
 хмаро орієнтованому навчальному середовищі**»

Дана довідка видана Хомутенку Максиму Володимировичу та підтверджує, що у Гнатівському навчально-виховному комплексі «Мрія» Добровеличківської районної ради Кіровоградської області учителем фізики Росулом Іваном Тимофійовичем проводився педагогічний експеримент з впровадження методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

В експерименті брали участь учні 11 класу (30 учнів).

Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителя фізики були проведені консультації з використання розробленої методики вивчення атомної і ядерної фізики у хмаро орієнтованому навчальному середовищі, розглянуті критерії оцінювання навчальних досягнень учнів.

Ефективність запропонованої методики підтверджена якістю знань з атомної і ядерної фізики у старшокласників, удосконаленням практичних умінь і навичок під час виконання тестових, контрольних та лабораторних робіт, підвищенням інтересу до вивчення фізики.

Директор НВК



А.Мізецька



УКРАЇНА

**ЗНАМ'ЯНСЬКА РАЙОННА РАДА
ТРЕПІВСЬКА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА І-ІІІ СТУПЕНІВ**

вул. Центральна, 67, с. Трепівка, Знам'янський район, Кіровоградська область, 27440
тел. (05233)47-2-75, e-mail: trepivska.sh@gmail.com

Вих. 29.05.2017 № 42

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
Хомутенка Максима Володимировича
на тему «**Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників
у хмаро орієнтованому навчальному середовищі**»

Дана довідка видана Хомутенку Максиму Володимировичу та підтверджує, що у Трепівській ЗШ І-ІІІ ступенів Знам'янської районної ради Кіровоградської області впродовж останніх трьох років учителем фізики Степанова Максима Вікторовича проводився педагогічний експеримент з впровадження методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

В експерименті брали участь учні 11 класів (35 учнів).

Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителя фізики були проведені консультації з використання розробленої методики вивчення атомної і ядерної фізики у хмаро орієнтованому навчальному середовищі, розглянуті критерії оцінювання навчальних досягнень учнів.

Ефективність запропонованої методики підтверджена підвищенням інтересу в учнів до вивчення фізики, якістю знань з атомної і ядерної фізики у старшокласників, удосконаленням практичних умінь і навичок під час виконання тестових, контрольних та лабораторних робіт.

Директор школи



Г.М. Довженко



УКРАЇНА
УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ
РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "ШКОЛА-ІНТЕРНАТ ІІ-ІІІ СТУПЕНІВ
"РІВНЕНСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ЛІЦЕЙ" РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ
 вул. Котляревського, 1, м. Рівне 33028, тел. 23-60-41, 23-60-54; факс 23-61-24
 E-mail: [licey@ua.fm](mailto:lcey@ua.fm) Код ЄДРПОУ - 02137743

17.05.2017 № 177/01-9

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження

Хомутенка Максима Володимировича

**на тему «Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників
у хмаро орієнтованому навчальному середовищі»**

У комунальному закладі "Школа-інтернат ІІ-ІІІ ступенів "Рівненський обласний ліцей" Рівненської обласної ради протягом останніх трьох років учителем фізики Рибалко Оленою Славянівною проводився педагогічний експеримент з впровадження методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

В експерименті брали участь учні 11 класів (35 учнів).

Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителя фізики були проведені консультації з використання розробленої методики вивчення атомної і ядерної фізики у хмаро орієнтованому навчальному середовищі, розглянуті критерії оцінювання навчальних досягнень учнів.

Апробація результатів дослідження дає зробити висновок, що методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі підтверджує розвиток інтересу, творчих здібностей і мотивацію учнів до навчання фізики, підвищення якості знань з атомної і ядерної фізики у старшокласників, вироблення практичних умінь і навичок під час виконання тестових, контрольних та лабораторних робіт, закріплення, систематизацію та узагальнення засвоєного матеріалу.

Директор комунального закладу "Рівненський обласний ліцей" Рівненської обласної ради



 Н. Сосюк

ТЯЧІВСЬКА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА І-ІІІ СТУПЕНІВ №2
ТЯЧІВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

90500, Україна, Закарпатська область, м. Тячів вул. Партизанська, 26
тел 03134/2-20-53 е – mail: tyachiv-sch2@tyachiv.net.ua

№ 32 від 3.04.2017 року

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження

Хомутенка Максима Володимировича

на тему «**Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників
у хмаро орієнтованому навчальному середовищі**»

У Тячівській загальноосвітній школі І-ІІІ ступенів № 2 Тячівської міської ради Закарпатської області протягом останніх трьох років учителем фізики вищої категорії Ласло Мар'яною Олександрівною проводився педагогічний експеримент з впровадження методики навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі. В експерименті приймали участь учні 11 класів (112 учнів).

Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителя фізики були проведені консультації з використання розробленої методики вивчення атомної і ядерної фізики у хмаро орієнтованому навчальному середовищі, розглянуті критерії оцінювання навчальних досягнень учнів.

Результати дослідження підтверджують, що методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі забезпечує розвиток інтересу, творчих здібностей і мотивацію учнів до вивчення фізики, підвищення якості знань з атомної і ядерної фізики, вироблення практичних умінь і навичок під час виконання тестових, контрольних та лабораторних робіт.

Директор

Тячівської ЗШ І-ІІІ ступенів № 2



О.П. Кричфалушій

О.П. Кричфалушій