

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КІРОВОГРАДСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ВИННИЧЕНКА

На правах рукопису

Слюсаренко Віктор Володимирович

УДК 373.091.33:53

**МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ
КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТАРШОКЛАСНИКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ
ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКТУ НА УРОКАХ ФІЗИКИ**

13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика)

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата педагогічних наук

Науковий керівник
Садовий Микола Ілліч
доктор педагогічних наук, професор

Кіровоград – 2015

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА З ФІЗИКИ У СЕРЕДНІХ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ЗАКЛАДАХ	14
1.1. Поняття експериментально-орієнтованих компетентностей у системі навчального середовища та методологічні засади їх формування	14
1.2. Сутність і структура компетентісно-орієнтованого навчального середовища	35
1.3. Навчальний фізичний експеримент, як засіб формування експериментальних компетентностей	50
1.4. Психолого-педагогічні вимоги до формування експериментальних компетентностей старшокласників	60
Висновки до розділу 1	63
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТАРШОКЛАСНИКІВ НА ОСНОВІ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКТУ	66
2.1. Методологічні засади та психолого-педагогічні основи формування експериментального навчального середовища навчання фізики в старшій школі	66
2.2. Комплексне забезпечення компонентів навчального процесу як головна умова ефективного формування експериментаторської компетентності з використанням системи фізичного обладнання	78
2.3. Конструювання експериментально-орієнтованого середовища для дослідження динамічних закономірностей та коливальних процесів	88
2.4. Системний підхід до використання експериментального	

забезпечення з молекулярної фізики і термодинаміки	106
2.5. Організація дослідницької діяльності учнів у процесі вивчення електричних і магнітних явищ	112
2.6. Інтеграція елементів навчальної діяльності при вивченні оптичних явищ та оптичних приладів як чинник забезпечення компетентнісного підходу у навчанні	124
2.7. Виконання фізичного експерименту з атомної і ядерної фізики з урахуванням специфіки навчального матеріалу	135
Висновки до розділу 2	147
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	150
3.1. Організація та проведення педагогічного експерименту з перевірки ефективності методики формування експериментальної компетентності старшокласників засобами вимірювального комплексу «PHUWE» (фізика)	150
3.2. Аналіз результатів впровадження методики формування експериментальної компетентності старшокласників засобами вимірювального комплексу «PHUWE» (фізика)	161
3.3. Експертна оцінка методичного забезпечення навчального фізичного експерименту засобами вимірювального комплексу «PHUWE» (фізика)	167
Висновки до розділу 3	174
ВИСНОВКИ	176
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	180
ДОДАТКИ	209

ВСТУП

Актуальність теми. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період 2012-2021 роки [197] передбачає покласти в основу організації навчальної діяльності школярів: упровадження у новий зміст освіти принципів науковості, самостійності та активності у навчанні, доступності, перетворення знань у безпосередню продуктивну силу; реалізацію Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти (постанова Кабінету Міністрів України № 1392 від 23.11.2011 року), який ґрунтується на впровадженні особистісно-орієнтованого, діяльнісного та компетентнісного підходів у навчанні; досягнення найбільш ефективних результатів розвитку розумових, гуманістичних та фізичних можливостей учнів й подальше підвищення якості освіти. Перед школою ставить завдання вирішити проблему підготовки не лише «носіїв теоретичних знань», а й активних, мислячих, компетентних особистостей, здатних не лише орієнтуватися і масштабному світовому інформаційному просторі, а й пристосовуватися до нових суспільних умов життя, змінювати їх, пізнавати оточуючий світ та впливати на нього. В широкій гамі визначених стандартом компетентностей особливе місце займають предметні компетентності, до складу яких входить завдання формування експериментальних компетентностей.

Проблема формування в учні експериментальних компетентностей безпосередньо пов'язана з розвитком дослідницьких методів навчання, якими займалися А.М.Алексюк [4], Г.П. Андрєєв [103], В.В. Давидов [73], І.Я. Лернер [144], А.М. Матюшкін [156], П.І. Підкасистий [188], М.М. Скаткін [223], М.Д. Ярмаченко [284] і одержала найбільшого поширення у 60-70-і роки минулого століття під впливом досліджень Л.С. Виготського [57], Л.С.Рубінштейна [204] щодо пошуків способів активізації розумової діяльності учнів.

На основі сучасної парадигми навчання у роботах В.А. Петровського [195], Л.М. Кларіна [195], В.П. Лебедєва [141], А.С. Макаренка [150], В.С. Орло-

ва [141], Л.А. Смивіна [195], Л.П. Стрелкова [195], В.О. Сухомлинського [186], І.Г. Ткаченка [186], В.А. Ясвін [285] були розроблені концептуальні засади розвивального навчального середовища.

На основі принципів розвивального навчального середовища проблему формування компетентностей у навчанні фізики розглядали П.С. Атаманчук [11] (професійна), Л.Ю. Благодаренко [35] (предметна), С.П. Величко [49], М.Ю. Галатюк [60] (навчально-пізнавальна), В.П. Вовкотруб [53] (експериментальна), М.В. Головка [66] (ключові), В.Ф. Заболотний [95] (методична), Є.В. Коршак [121] (дослідницька), О.І.Ляшенко [159] (ключові і методологічні), М.Т. Мартинюк [154] (інформаційно-технологічна), В.В. Мендерецький [158] (професійно-предметна), О.М. Ніколаєв [173] (критерії сформованості предметної компетентності), М.І. Садовий [213] (становлення поняття компетентності), В.Д. Шарко [270] (екологічна, методична, професійна, навчально-пізнавальна, предметна), М.І. Шут [276] (інформаційно-комунікаційна).

В наукових, педагогічних та методичних дослідженнях останніх років окреслена суть інформаційно-освітнього середовища (Ю.О. Жук [89], О.П. Крюкова [130]), навчального середовища (І.П. Особов [183]), інтерактивного навчального середовища (Н.Н. Мойсеєв [161], Е.П. Семенюк [214]), віртуального середовища (П.І. Жежнич [85], О.О. Сопрунюк [85]), відкритого навчального середовища (В.Ю. Биков [24], Ю.О. Жук [90]), матеріального навчального середовища (В.В. Лапінський [138]), персонального навчального середовища (К.Л. Бугайчук [44]), інформаційного, комп'ютерно-орієнтованого навчального середовища (О.В. Гладков [274], В.В. Лапінський [138], В.Л. Шевченко [274]), хмаро орієнтованого навчального середовища (О.М. Трифонова [215]), ергономічного навчального середовища (В.П. Вовкотруб [53]).

Аналіз здобутків українських учених методистів дає однозначний висновок, що навчально-виховний процес навчання учнів має базуватися на особистісно-орієнтованому, діяльнісному та компетентнісному підходах, як невід'ємної

складової методики навчання фізики. Високо оцінюючи їх здобутки залишається мало дослідженою проблема формування предметної компетентності засобами новітнього обладнання, формування з їх допомогою експериментально-орієнтованого навчального середовища, яке забезпечує розвиток особистості.

Матеріальна база шкільних фізичних кабінетів поступово оновлюється. Вимірвальні та дослідницькі шкільні комплекти для кабінетів фізики розробників Житомирського, Сумського, Рівненського та інших університетів зорієнтовані в основному на формування в учнів знань і певних умінь, тобто на знаннєвий підхід. Високі дидактичні можливості має німецький комплект «PHUWE», котрий поступово надходить в середні загальноосвітні навчальні заклади (СЗНЗ) України. Проте методичне забезпечення, психолого-педагогічне обґрунтування використання комплектів для формування предметних експериментальних компетентностей майже відсутнє.

За таких умов домінує формально-логічний підхід до набуття експериментальних компетентностей при вивченні курсу фізики, що є причиною недотримання причинно-наслідкових зв'язків між поняттями, судженнями, знаннями, теоріями; елементи знань засвоюються на рівні визначень й тестового вгадування; простежується відсутність цілісного діалектичного взаємозв'язку між механікою, молекулярною фізикою, електродинамікою, оптикою, квантовою фізикою. Потребує системного аналізу процес формування експериментальних компетентностей та компетенцій під час дослідницької експериментальної роботи з комплектами, що вимагає вирішення суперечності між:

- потребою суспільства у конкурентоздатних випускниках ЗНЗ, здатних самостійно здобувати знання, уміння та навички (ЗУН) на основі комп'ютерних технологій, оволодівати ціннісними навичками, перетворювати набуті знання у безпосередню виробничу силу й реальним станом формування в учнів фізичних знань;

- матеріальною базою фізичних кабінетів визначеною Типовим переліком рекомендованим Міністерством освіти і науки України, застарілим методичним забезпеченням її використання і новітніми комплектами, що випускаються розвиненими країнами Європи, які орієнтовані на дослідницько-пошуковий характер формування компетентностей з фізики;

- диференційованим дослідницьким характером оволодіння компетентностями з фізики та відсутністю реальних практичних цілісних для курсу фізики розробок, посібників для впровадження у практичну роботу ЗНЗ.

Визначені суперечності складають методичну проблему створення механізму формування експериментальних компетентностей на основі новітнього обладнання в процесі навчання, вирішення якої потребує:

- теоретичного обґрунтування понять експериментальної компетентності, експериментально орієнтованого навчального середовища, методичної системи формування експериментальних компетентностей учнів старшої школи на основі сучасного комплекту з фізики;

- створення технології, яка забезпечить спрямування старшокласників на самостійне дослідне здобуття ЗУН з новітніми комплектами з фізики, визначення їх цінностей та умінь учнів перетворювати набуті знання з фізики у практичну життєву діяльність;

- розробки: методики формування експериментальних компетентностей на базі новітніх вимірювальних комплектів; взаємозв'язку змістової та експериментальної складових системи навчання; системи високотехнологічних експериментальних засобів діяльності.

Необхідність розв'язання зазначених суперечностей актуалізує проблему формування експериментальних компетентностей в процесі навчання фізики, що зумовило вибір теми дисертаційної роботи **«Методика формування експериментальних компетентностей старшокласників з використанням вимірювального комплекту на уроках фізики»**.

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

Дослідження проводилося відповідно до тематичного плану наукових досліджень кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка є складовою теми «Система управління якістю підготовки майбутніх учителів математики, фізики та інформатики на основі інформаційно-комунікаційних технологій» (протокол №5 від 08.12.2011), досліджень лабораторії дидактики фізики Інституту педагогіки Національної академії педагогічних наук України у Кіровоградському державному педагогічному університеті імені Володимира Винниченка і є складовою теми «Теоретико-методичні основи навчання фізики в загальноосвітніх і вищих навчальних закладах» (протокол №2 від 19.10.2012).

Тему дисертаційного дослідження затверджено на засіданні вченої ради Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (протокол №1 від 28.01.2013) та узгоджено в Міжвідомчій раді з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук в Україні (протокол №6 від 17.06.2014).

Мета дослідження: теоретичне обґрунтування, розробка й реалізація методики формування експериментальних компетентностей з фізики старшокласників на основі компетентнісного підходу.

В основу дослідження покладена **гіпотеза:** впровадження методики формування експериментальних компетентностей з фізики учнів СЗНЗ на основі вимірювального комплексу з фізики забезпечить підвищення рівня експериментально-дослідницьких навчальних досягнень старшокласників, забезпечить перетворення ЗУН у безпосередню виробничу силу, сприятиме окресленню учнями ціннісних ставлень до їх освіченості.

Основними завданнями дослідженнями було обрано наступне:

1. Проаналізувати філософську, психолого-педагогічну, науково-методичну літературу з метою визначення сучасних концепцій і перспектив формування у старшокласників експериментальних компетентностей; здійснити порівняльний аналіз сучасної матеріально-технічної бази фізичних

кабінетів на предмет відповідності щодо реалізації компетентнісного підходу у дослідно-експериментальному навчанні фізики.

2. Здійснити аналіз дослідженості поняття навчального та експериментального середовищ, їх структури в педагогічній теорії та практиці, окреслити шляхи використання навчального фізичного експерименту як основи формування експериментальних компетентностей засобами навчання нового покоління, як складових навчального середовища шкільного фізичного експерименту (ШФЕ), та обґрунтувати теоретичні основи створення навчального середовища як фактору розвитку особистості школяра, дослідити закономірності взаємозв'язку навчального середовища та закономірностей формування компетентностей учнів.

3. Теоретично обґрунтувати поняття експериментальної компетентності у системі навчального середовища та визначити методологічні засади її формування, визначити типологію навчальних середовищ й дати їм загальну характеристику, розкрити зміст дослідно-експериментальних комп'ютерних ресурсів навчального середовища.

4. Обґрунтувати структуру готовності учнів до оволодіння предметними компетенціями у навчанні фізики та методичні засади створення експериментального навчального середовища з фізики у середніх загальноосвітніх навчальних закладах (СЗНЗ), дослідити основні підходи до створення структурно-функціональної моделі навчального середовища.

5. Розробити методику формування експериментальної компетентності старшокласників на основі сучасних вимірювальних комплектів, виокремити критерії, показники та виявити рівні її сформованості в умовах експериментального навчального середовища, обґрунтувати сутність та структуру експериментального навчального середовища фізичного кабінету СЗНЗ, проаналізувати сутність і методичні можливості комплектів для виконання дослідів з механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, оптики, квантової фізики; розробити методичне забезпечення виконання

дослідів з наборами комплектів системи «Кобра3», набору «Школяр», комплекту «PHYWE» з фізики.

б. Експериментально перевірити гіпотезу дослідження, педагогічну ефективність методики формування експериментальної компетентності старшокласників з використанням вимірювального комплекту на уроках фізики.

Об'єкт дослідження: навчально-виховний процес з фізики у загальноосвітній школі.

Предмет дослідження: методика формування експериментальної компетентності у старшокласників у навчанні фізики на основі вимірювальних комплектів у експериментальному навчальному середовищі.

Методи дослідження:

- теоретичні – аналіз філософської, психолого-педагогічної, науково-методичної літератури, узагальнення педагогічного досвіду з проблеми створення навчального середовища (п. 1.1); синтез, порівняння та зіставлення різних поглядів на проблему формування експериментальних компетентностей старшокласників (п. 1.1); дослідження дидактичних можливостей шкільних вимірювальних комплектів; систематизація й узагальнення теоретичних та емпіричних даних (п. 2.2); вивчення педагогічних умов розвитку особистості школяра в навчальному середовищі (п. 1.4); теоретичне моделювання з створення структурно-функціональної моделі навчального середовища як фактору розвитку особистості школяра (п. 1.2);

- емпіричні – спостереження, опитування (анкетування, інтерв'ювання, тестування), бесіди, експертні оцінки для виявлення вихідного стану навчального середовища у процесі педагогічного експерименту (п. 3.2); педагогічна діагностика для визначення ефективності впливу навчального середовища на розвиток окремих сфер особистості школяра (п. 3.2); проведення дослідницьких лабораторних робіт та експериментальних вправ з всіх розділів фізики (п. 3.2);

- методи математичної статистики (кількісний та якісний аналіз) використані для оцінювання ефективності розробленої методики формування експериментальної компетентності на основі вимірювального комплексу та перевірки гіпотези дослідження (п. 3.2, 3.3); оцінки ефективності експертної оцінки навчальних комплектів та методичної системи формування експериментальної компетентності (п. 3.3).

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що:

- *вперше* теоретично обґрунтовано і запропоновано методичні засади формування експериментальної компетентності у навчанні фізики на основі використання вимірювального комплексу з фізики, як технологічний конструкт взаємодії мотиваційного, цільового, орієнтаційного, функціонального, контрольного та оцінного компонентів; розроблено та впроваджено технології виконання комп'ютерно орієнтованих дослідницьких лабораторних робіт та експериментів з фізики на основі новітніх комплектів;

- *уточнено* поняття структури навчального середовища; подане авторське визначення поняття «експериментально-орієнтоване навчальне середовище»;

- *набули подальшого розвитку*: положення організації експериментального навчального середовища фізичного кабінету; умови застосування комплектів з фізики та навчального вимірювального комплексу.

Практичне значення полягає у створенні п'яти навчальних посібників методичного забезпечення 69 лабораторних робіт та творчих завдань з механіки, молекулярної фізики й термодинаміки, електрики та магнетизму, оптики, атомної і ядерної фізики дослідно-пошукового характеру; розробці дидактичних матеріалів з методики формування дослідницьких експериментальних компетентностей старшокласників з допомогою вимірювального комплексу на уроках фізики.

Результати дослідження **впроваджено** у практику роботи загальноосвітніх навчальних закладів Кіровоградської області: комунального закладу «Навчально-виховне об'єднання №6 «Спеціалізована загальноосвітня школа І-

III ступенів, центр естетичного виховання «Натхнення» Кіровоградської міської ради» (довідка №423 від 18.05.2015), Клишівської загальноосвітньої школи I-III ступенів Кіровоградської районної ради (довідка № 34 від 20.05.2015), Добровеличківської спеціалізованої загальноосвітньої школи-інтернат I-III ступенів Кіровоградської обласної ради (довідка № 52 від 08.05.2015), Злинської загальноосвітньої школи №2 I-III ступенів Маловисківської районної ради (довідка № 45 від 13.05.2015), Рівненської загальноосвітньої школи №2 I-III ступенів Новоукраїнської районної ради (довідка № 44 від 08.05.2015), Злинської загальноосвітньої школи №1 I-III ступенів Маловисківської районної ради (довідка № 34 від 20.05.2015), Петрівської загальноосвітньої школи I-III ступенів Новоукраїнської районної ради (довідка № 40 від 12.05.2015), Помічнлянської загальноосвітньої школи I-III ступенів №3 Добровеличківської районної державної адміністрації (довідка №54 від 21.05.2015), Гнатівської загальноосвітньої школи I-III ступенів Добровеличківської районної державної адміністрації (довідка №48 від 07.05.2015), Помічнлянської загальноосвітньої школи I-III ступенів №2 Добровеличківської районної державної адміністрації (довідка № 58 від 27.05.2015), Чорнопольського навчально-виховного комплексу «Загальноосвітня школа I-III ступенів – Дошкільний навчальний заклад» Добровеличківської районної державної адміністрації (довідка № 38 від 18.04.2015), Богданівської загальноосвітньої школи I-III ступенів №1 ім.І.Г.Ткаченка Знам'янської районної ради (довідка №41 від 17.04.2015), Липовеньківської загальноосвітньої школи I-III ступенів Голованівської районної ради (довідка №34 від 15.04.2015) Маловисківської загальноосвітньої школи I-III ступенів №4 Маловисківської районної ради (довідка №41 від 20.05.2015), та Стецівського навчально-виховного комплексу «Дошкільний навчальний заклад загальноосвітня школа I-III ступенів» Чигиринської районної ради Черкаської області (довідка № 52 від 08.05.2015).

Особистий внесок автора у працях, опублікованих у співавторстві: у [227] автору належать доробки до виконання фізичного експерименту з новітнім обладнанням та аналіз сучасних проблем фізичного експерименту, у [243] –

аналіз проблеми формування змісту фізичної освіти в сучасних умовах, у [250] – методика формування експериментально-орієнтованого навчального середовища вивчення фізики, у [231] – пропозиції з удосконалення реалізації дидактичних принципів при використанні навчально-програмного забезпечення з фізики.

Апробація та впровадження результатів дослідження. Основні положення дисертаційного дослідження доповідались автором на науково-практичних конференціях різного рівня: *міжнародних* – «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (Кіровоград, 2012-2014); «Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід» (Кам'янець-Подільський, 2012); «Сучасні тенденції навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі» (Кіровоград, 2014); «Проблеми та перспективи навчання технологій» (Кіровоград, 2015); *всеукраїнських* – «Фізика. Нові технології навчання» (Кіровоград, 2008, 2012) та на семінарах: *всеукраїнському* – «Актуальні питання методики навчання фізики та астрономії у середній і вищій школах» Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова (Київ, 2015), *регіональному науково-методичному* – «Сучасні проблеми дидактики фізики» Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (Кіровоград, 2015).

Публікації. Результати дисертаційного дослідження відображені у 27 публікаціях, з них 17 написані без співавторів. Основні наукові результати дисертації представлені 12 статтями, з них 10 опубліковані у наукових фахових виданнях України, 2 – у періодичних виданнях іноземних держав або у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз. До праць апробаційного характеру відносяться: 7 навчальних посібників, 8 тез. Загальний обсяг публікацій становить 23,39 друк. арк., з них 14,105 друк. арк. – частка, що належить здобувачеві.

Структура дисертації. Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел (291 найменування), 9 додатків. Повний обсяг дисертації – 272 сторінки, основний текст дисертації складає 179 сторінок і містить 9 таблиць, 62 рисунки.

РОЗДІЛ 1

МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА З ФІЗИКИ У СЕРЕДНІХ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ЗАКЛАДАХ

1.1. Поняття експериментально-орієнтованих компетентностей у системі навчального середовища та методологічні засади їх формування

Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти [197], перш за все спрямований на подальше підвищення якості освіти, що надається громадянам. Соціально-економічні вимоги суспільства до системи освіти нині сформульовані як завдання створення умов для: всебічного і гармонійного розвитку особистості, як індивіда і члена суспільства, становлення і відтворення у підростаючого покоління соціальної, національної і світової культури, формування ціннісної системи, що базується на загальнолюдських і загальнокультурних цінностях; освіти, за якої передбачає формування в особистості певних здатностей до соціально значимих видів діяльності, що забезпечують її конкурентоздатність на ринку праці і, таким чином, можливість активної участі громадянина в соціально-економічному напрямку розвитку суспільства.

Проблеми підготовки компетентних фахівців постали перед людством давно. Займаючись організацією освіти і маючи свої пріоритетні завдання, ще у Стародавньому Єгипті, Стародавній Греції ставили за мету навчити філософії, суспільствознавству, математиці, астрономії та сформувати компетентність управління, громадянську компетентність. Ми узагальнили розвиток еволюції поняття «компетентність» впродовж Нового часу[29], [179], [194], [193], [257], [268], рис. 1.1, і виділили п'ять основних періодів: тлумачення за часів античності; актуалізація в період Середніх віків і Відродження; новий погляд на поняття у XVIII - XIX століттях; розгортання

системного його розуміння у XX столітті; нове наповнення змісту поняття компетентність, яке характерне для початку XXI століття.

Перші згадки про поняття «компетентність» відомі з творів Платона (380 р. до н.е.). Учень Сократа виклав погляди мислителя на дане поняття, передбачаючи його перспективність [43]. Філософ детально обґрунтував принцип компетентності у сфері управління. Щодо теоретичного аспекту Платон на основі свого тлумачення поняття «компетентність» зробив ефективну спробу виявити і сформулювати морально-розумну основу і сутність держави. В цілому особисто Платон абсолютизував громадянську компетентність.

Частина дослідників віддають перевагу першості впровадження терміну «компетентність» Аристотелю і вважають його основоположником компетентнісного підходу. Таке стверджується на основі того, що мислитель вивчав можливості стану людини. Цей стан позначався грецьким словом «atepe», що в перекладі означає силу, яка розвивається і удосконалюється до такого ступеня, що стає характерною рисою особистості [265].

Актуалізація поняття «компетентність» в період Середніх віків і Відродження означала науковий підйом з одночасною переорієнтацією вищої освіти на гуманістичні ідеали, рис. 1.1. В університетах епохи Середньовіччя характерною була потреба втілення ідеї організації й управління професійною освітою на раціоналістичній основі. Звертається увага на широку диференціацію наук, отже, відповідно, запровадження нових систематичних курсів.

На думку Ф. Аквінського [265], розвиток педагогічної думки проявляється в ідеях «рицарського виховання» та різнобічного розвитку особистості. Така особистість, поряд з широкою культурою та високою моральністю, повинна володіти системою умінь й навичок. В цей період утвердились перші узагальнені відомості щодо змісту терміну «компетентність» (XVII століття). Розуміння поняття «компетентність» в період його становлення було, насамперед, пов'язане з посиленням гуманістичного ідеалу виховання. Воно зводилось до високого рівня освіченості людини. Тоді ж термін «компетентність» з'явився у науковій

літературі [117], [196]. Він трактувався як володіння знаннями з різних сфер діяльності та здібностями до критичного мислення.

Оновлений погляд на дане поняття виник у XVIII-XIX століттях, коли розвиток науки і техніки набув нового звучання, рис. 1.1.

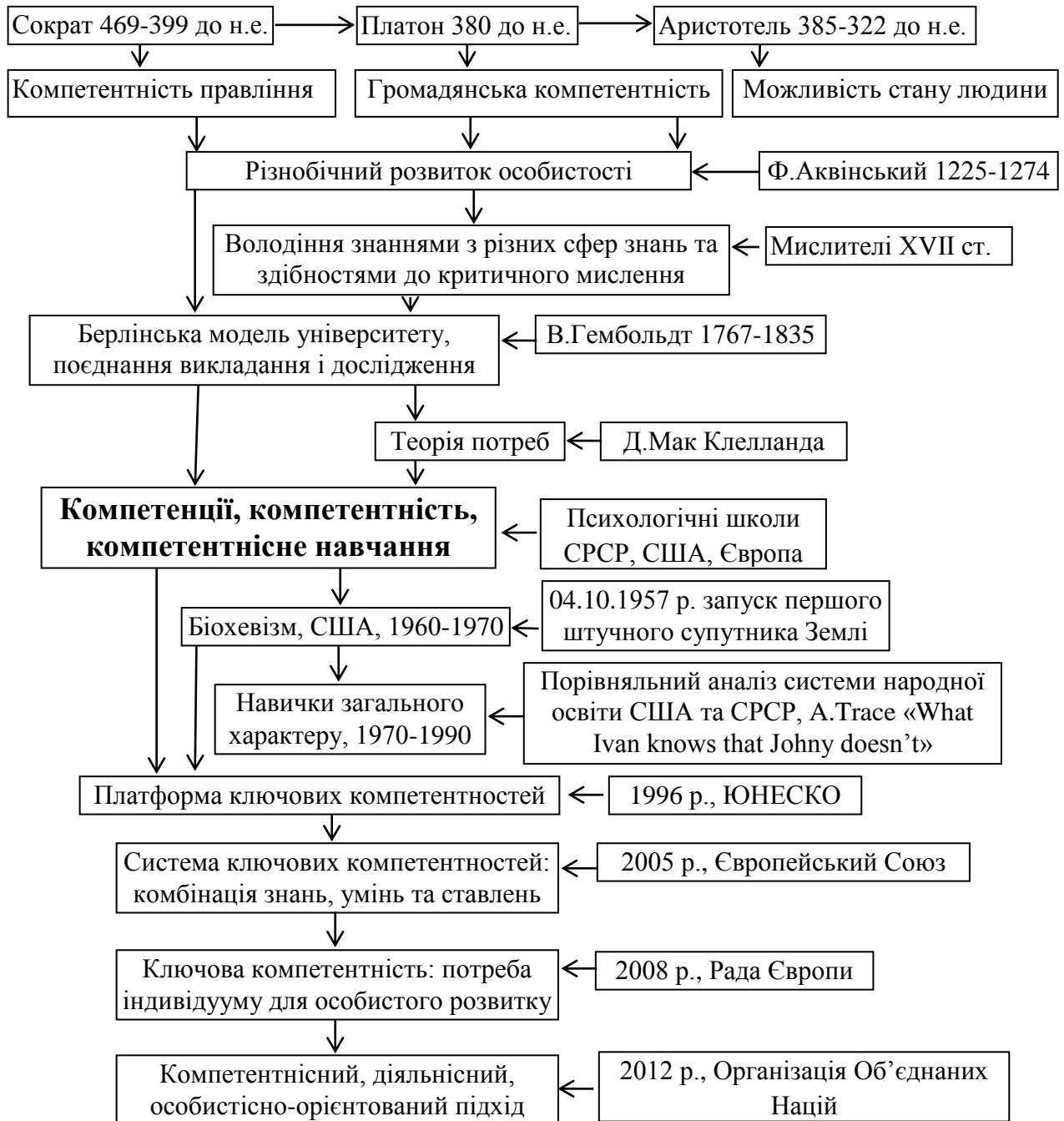


Рис. 1.1. Еволюція розвитку та становлення понять компетентнісного підходу

та вищої освіти. Їх поєднання та розвиток привів до перетворення найкращих професійних шкіл у вищі навчальні заклади, насамперед, Європи. Тоді ж

зародилась концепція «берлінської моделі університету», основоположником якої був В. фон Гумбольдт, де наголошувалось на необхідності тісного зв'язку викладання з науковими дослідженнями [94]. Поступово у другій половині XIX століття термін «компетентність» був включений до кола проблем, орієнтованих на професійну здатність особистості виконувати практичні завдання у машинному та сільськогосподарському виробництві. Тобто, на той час актуальним було змістово-практичне учіння, що включало уміння особистості оперувати засвоєними знаннями. Такий підхід став характерним як у науково-дослідній роботі, так і у набутті навичок професійної діяльності.

Розгорання системного розуміння поняття «компетентність» й актуалізація поняття «компетентнісний підхід» у XX столітті починається з поширенням визначених термінів на сферу бізнесу, менеджменту, маркетингу, військової справи тощо. Такий напрямок обґрунтований у концепції Д. Мак Клееланда [257], рис. 1.1. Він полягає у новому погляді на традиційні тести учіння, а також на актуалізації ситуативно-професійного підходу в сфері діяльності, виявленні ефективності одержаного рівня діяльності у підготовці фахівця через здатність особистості до високопродуктивної праці.

У другій половині XX століття психологи Б.Г. Ананьев [6], О.О. Бодальов [37], Л.С. Виготський [57], Л.В. Долинська [52], З.В. Огороднійчук [52], О.В. Скрипченко [52] досить ґрунтовно зацікавились вказаними підходами, що дало новий поштовх у розвитку проблеми. Тривалий час вони розглядали дані поняття в основному в частині формування в суб'єктів навчання запрограмованих розумових здібностей та практичних навичок. Мало зверталась увага на мотивацію перетворення набутих знань та умінь у навички, які б можливо було застосовувати на практиці.

Проблема значно актуалізувалась після запуску у 1957 р. в СРСР штучного супутника Землі. Зокрема, вона була мотивована на самому високому рівні в уряді США. Американці зробили порівняльний аналіз системи народної освіти США та СРСР, що дало можливість А. Трейсу «What Ivan knows that Johnny doesn't» [290, с. 12] похвалити перебудову освіти на основі компетентнісного

підходу. Психологи Б.Г. Ананьев [6], О.О. Бодальов [37], Л.С. Виготський [57], розпочали досліджувати проблеми не лише означення поняття «компетентність» (performance-based education), «компетенція», а й з формування концепції, «компетентнісного навчання».

Практично у США перехід до компетентнісного навчання почали здійснювати у 70-ті роки ХХ століття. Його наукове обґрунтування було зроблено у роботах Д. Равена [201], Р. Уайта [291] та інших, рис. 1.1. Заслугує на увагу дослідження американського вченого П. Хагена (Paul Hagen) [288, с. 413], який здійснив класифікацію етапів розвитку поняття «компетентність»:

- 1960-1970 рр. – біхевіористичний, де компетентність розумілася як проста демонстрація діяльності. Біхевіористичне розуміння навчання розглядалося як зміни у поведінці учня під впливом зовнішніх умов;

- 1970-1990 рр. – компетентність розглядається, як навички загального характеру, що визначають напрям майбутньої діяльності особистості;

- після 1990 р. поняття «компетентність» зазнало еволюції у напрямку оволодіння індивідумом інтелектуальними, моральними та соціальними якостями.

У Державному стандарті базової і повної середньої освіти [197] подано український погляд на поняття «компетентність» й означено компетентнісний, діяльнісний, особистісно-орієнтований підходи в навчанні.

Таким чином, погляди на поняття «компетентність» у США, Європі та Україні мають свою специфіку і своєрідність. Крім цього, США не долучилися до Болонського процесу, що також накладає свій відбиток на створення єдиного підходу до формування єдиного освітнього простору навчання.

З метою погодження понять компетентностей, компетентнісного підходу в рамках ЮНЕСКО у 1996 р. була розроблена платформа ключових компетентностей [74]. У 2005 р. в Європейському Союзі (ЄС) розроблено довідкову систему ключових компетенцій та компетентностей для навчання продовж всього життя. Компетентність розглядалась як комбінація знань, умінь та ставлень. Ключова

компетенція визначалась така, яку вимагають індивідууми для особистого розвитку, активного громадянина, соціальної інтеграції й зайнятості [287, с. 13].

Таким чином, у ХХ столітті мотивовано у психолого-педагогічні дослідження та практику роботи освітніх закладів: запровадження парадигми компетентнісного підходу навчання; формування науково обґрунтованого поняття «компетентність», «компетенції».

Компетентність визначається як сукупність знань, умінь та навичок і певний досвід їх використання для реалізації потенційних можливостей особистості [96]. Поняття «компетентність» включає і когнітивний компонент. Він окрім певного освітнього об'єму знань, вмінь й навичок включає також емоційну складову, яка ґрунтується на двох специфічних аспектах: сформованості мотиваційних установок та усвідомленні мети власної діяльності.

Крім того, початок ХХІ століття характеризується значним посиленням процесу диференціації освіти та розвитку теорії й практики особистісно-орієнтованого, діяльнісного та компетентнісного підходів. Набуття ж життєво-важливої компетентності є запорукою успішної професійної діяльності майбутнього спеціаліста.

Разом з тим останні погляди на завдання національної і світової освіти, результати психолого-педагогічних досліджень [265] вказують на те, що сучасний навчально-виховний процес повинен передбачити принципові зміни відносин між його учасниками – учнем і вчителем. Тобто, суттєвих змін має набути діяльність учителя й учня, коли динамічно змінюються ролі під час навчально-виховного процесу.

Поряд із запровадженням компетентнісного підходу Європейська освіта з 70-х років минулого століття започаткувала модель навчання, яка ґрунтувалась на конструктивістській парадигмі. Вона полягає у тому, що особистості конструюють власну діяльність на реаліях оточуючого середовища у взаємодії з іншими [117, с. 53]. Тоді кожен суб'єкт навчання конструює власну модель знань. В цьому випадку структура уроку втрачає раніше встановлену визначеність, макро- та мікро- структурність. На нашу

думку, в цьому випадку поставлена мета досягається через інструменти формування експериментально-орієнтованих компетентностей: розвиток критичного мислення, вміння навчатись – здобувати знання, взаємодіяти з оточуючим середовищем, однокласниками.

На основі вище викладеного ми склали порівняльну таблицю 1.1, де визначили основні показники традиційного та компетентнісного навчання.

Таблиця 1.1

Порівняння традиційного та компетентнісно-орієнтованого навчання

Традиційна система навчання	Компетентнісно-орієнтована система навчання
Процес передачі набутого суспільством досвіду суб'єктам навчання	Процес індивідуального набуття досвіду вирішення продуктивно-орієнтованих проблем
Засвоєння визначеної навчальною програмою суми знань, умінь та навичок	Виховання гуманістичних цінностей та формування готовності до продуктивних ефективних дій
Теоретична основа: дидактичні принципи навчання та мотивація навчання	Теоретична основа: педагогіка співробітництва, профільна диференціація за можливостями, мотивація орієнтації на потенціальні цілі розвитку особистості
Забезпечення системного контролю учителя, адміністрації за бальною системою оцінювання	Рейтингова, накопичувальна система оцінювання, забезпечення мотивації самооцінки та самоконтролю
Орієнтація на середнього за рівнем знань учня	Орієнтація на багаторівневу оцінку компетентності учня
Роль учителя: забезпечити учнів системою знань, умінь та навичок, підготувати до майбутнього життя	Роль учителя: організатор учіння учнів, помічник у самостійному навчанні
Роль учня: всебічно гармонійно розвинена особистість на базі загальної середньої освіти	Роль учня: на базі обов'язкових компетентностей, окреслених Стандартом здобути профільні компетентності

Суттєвою різницею у вказаних системах навчання є наголос на нову одиницю вимірювання навченості учнів [222, с. 14]. Компетентнісна особа – це така особа, коли вона здатна дати результат внаслідок її діяльності, настільки вона здатна розв'язувати практичні завдання, настільки її діяльність ефективна.

Сукупність особистих якостей, знань, умінь, навичок, способів дій, які необхідні для продуктивної діяльності утворюють компетенції. Тоді під компетентністю ми розуміємо здатність учня володіти компетенціями: ціннісними, змістовими, загальнокультурними, особистісного

самовдосконалення. «Компетенція є нормативною, ідеальною метою освітнього процесу, що моделює якості випускника, а компетентність – його результатом, рівнем прояву (сформованості). Поняття «компетенція» пов’язане зі змістом сфери діяльності, а «компетентність» – з особистістю, із здатністю особи ефективно діяти у стандартних і нестандартних ситуаціях» [222, с. 57].

У процесі реалізації поставлених завдань, визначених у дисертації, розглянута методична система навчання фізики.

Під методичною системою навчання фізики на засадах компетентнісного підходу Н.В. Форкун [267] розуміє впорядковану сукупність взаємопов’язаних і взаємозумовлених елементів (форм, методів, засобів), які забезпечують управління, планування, здійснення, контроль, аналіз, корекцію навчального процесу з фізики у старшій школі, спрямовані на отримання конкретних результатів, якими є ієрархічно підпорядковані ключова, загальнопредметна і предметна (галузева) компетентності. На рисунку 1.2 зображена структура методичної системи навчання фізики на засадах компетентнісного підходу [267]. Проектуючи методичну систему навчання фізики ми вбачаємо, що вона є відкритою для впровадження як нових педагогічних технологій, так і удосконалення традиційних систем навчання.

Для організації компетентнісно орієнтованого процесу навчання фізики в старшій школі необхідно спроектувати всі його структурні елементи і визначити методичні вимоги до цілей навчальної діяльності, проектування її змісту, визначення методів, прийомів і засобів її здійснення, організаційних форм та очікуваних результатів навчання у побудованій методичній системі.



Рис. 1.2. Структура методичної системи навчання фізики на засадах компетентнісного підходу

Розроблена структура в умовах сучасної школи допоможе сприяти підготовці учня старших класів, майбутнього випускника до здатності творчо застосовувати здобуті знання, самостійно шукати, аналізувати, використовувати інформацію, мислити радіально; набувати необхідних компетентностей та особистісних якостей; змінюватися самому та прагнути постійного самовдосконалення [267].

Ефективність будь-якої структури методичної системи зумовлена сукупністю закономірностей її функціонування, кожна з яких визначає залежність результату від: усвідомлення мети, завдань і принципів моделювання педагогічної системи та педагогічного процесу з фізики; наявності відповідних меті науково обґрунтованих програми та планів діяльності; рівня координації діяльності учасників педагогічного процесу; впровадження відповідної системи аналізу та контролю основних показників модельованого педагогічного процесу; наявності механізмів регулювання педагогічної взаємодії та коригування його результатів відповідно до моделі; наявності системи оцінювання результатів діяльності та співвіднесення їх із прогнозованими результатами моделі; рівня готовності учителів до аналітичної діяльності, яка дає змогу оцінити ступень відповідності реального педагогічного процесу прогнозованій моделі.

Стрімкий розвиток науки та сучасний стан освіти у питанні побудови моделі методичної системи розвитку експериментальних компетентностей старшокласників у процесі навчання фізики ставить наступні завдання:

- посилення фактору суб'єкта учня у процесі його особистісного становлення шляхом педагогічного супроводу розвитку особистості школяра в освітньому середовищі на суб'єкт-суб'єктних засадах;

- врахування типів освітніх середовищ, визначених за критерієм вікових особливостей та відповідно до нормативної бази загальної середньої освіти: освітнє середовище для учнів початкової школи, освітнє середовище для учнів основної школи, освітнє середовище для учнів старшої школи;

– діяльнісно-комунікативного наповнення конкретних навчальних середовищ з урахуванням провідних завдань і специфіки кожного типу середовища;

– цілеспрямованого створення просторово-предметного поля освітнього середовища із фізики з метою його конструктивного впливу на особистість учня;

– урахування потенційних можливостей соціально-педагогічного партнерства учасників, створення освітнього середовища, визначальна роль у якому належить учителям фізики;

– реалізація структурно-функціональної моделі створення освітнього середовища як фактору розвитку особистості школяра;

– діагностування ефективності створеного освітнього середовища, яке опосередковується вивченням рівнів розвитку окремих сфер особистості школяра шляхом використання відповідних критеріїв та показників [267].

У Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти [197] визначені види компетентності і зокрема предметна та предметна галузева. У навчанні фізики, крім теоретичної складової не менш важливим є фізичний експеримент. На нашу думку, є доцільним окремо розглянути проблему формування експериментальних компетентностей.

Ідея формування експериментальних компетентностей пов'язана з розвитком дослідницьких методів навчання, які розробляли В.І. Андрєєв [103], І.Я. Лернер [145], А.М. Матюшкін [156], П.І. Підкасітий [187] та М.М. Скаткін [223]. Найбільшого поширення у 60-і роки ХХ-го століття ідея набула під впливом досліджень Л.С. Виготського щодо пошуків способів активізації розумової діяльності учнів [57].

На нашу думку, доцільність формування експериментальних компетентностей учнів обумовлюються: пропедевтикою науково-дослідної діяльності; віковими особливостями ефективного формування експериментальних компетентностей учнів; розвитком здібностей до абстрактного мислення через висунення гіпотез, дедукцію; ступенем самовизначення та самовдосконалення; вольовою здатністю до подолання

труднощів; навчання фізики традиційно здатне активним впливом навчання фізики на розвиток особистості; узагальнювати масив компетентностей з наступною їх систематизацією та висновками; досягати успіху в розв'язуванні задач тощо.

М.Ю. Галатюк розглядає експериментальну компетентність як «...цілісне, системне утворення, яке складається з сукупності відповідних розумових і практичних умінь, навичок, пізнавальних мотивів, а також методологічних знань і є продуктом адекватної цілеспрямованої навчально-пізнавальної діяльності, носієм якого є суб'єкт цієї діяльності (учень)» [60, с.143].

Аналіз праць В.І. Андрєєва [103], М.Ю. Галатюка [60], В.О. Демкової [92], В.Ф. Заболотного [92], І.Я. Лернера [145], А.М. Матюшкіна [156], Т.О. Олефіренка [182], П.І. Підкасістого [188] та М.М. Скаткіна [223] та власні дослідження привели нас до висновків:

- відсутні систематичні дослідження поняття «експериментальна компетентність», не сформовано визначення даного поняття, а тому є необхідність вивчити проблему формування експериментальних компетентностей учнів не лише як ключових, а й як базових (оволодіння експериментальним методом дослідження фізичних явищ, процесів) та спеціальних (реалізація ключових та базових в процесі діяльності);

- на даний час відсутня методика формування експериментальних компетентностей учнів з фізики згідно чинного Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти.

На основі узагальнення основних положень компетентнісного підходу, розкритого у Державному стандарті базової та повної загальної середньої освіти [197], досліджень вчених [58], [60], компонентів, приведених у табл. 1.1 ми склали структурно-логічну схему експериментальних компетентностей, рис. 1.3. Вони містять складові: практична, діяльнісна, нормативна, особистісна.

Експериментальну компетентність ми відносимо до ключових. Їх складові дозволяють забезпечити: розв'язування складних неалгоритмічних навчальних задач, виділяти проблему, будувати варіанти схем можливого

розв'язання проблеми, здійснювати постановку дослідів, надавати їм особистісного характеру; здійснювати постановку різних експериментів з однієї й тієї теми з фізики, відбирати необхідну теоретичну та прикладну інформацію; забезпечити розвиток інтелектуальних та емоційних якостей учнів, співвідносити їх рівень з набутим досвідом і цінностями; набувати навичок аргументації, обґрунтування, аналізу, синтезу, планування, знання будови і дії приладів, обладнання; здійснювати рефлексію своєї діяльності.

В свою чергу експериментальна діяльність включає: формування проблеми, мотиву розв'язання проблеми, мети, бачення організації дії, операції, критерії оцінки дій, форми контролю в ході дій, прогнозування результату; наявність інтересу до висунення гіпотези, розв'язання гіпотези шляхом постановки дослідів, проведення обчислювальних експериментів; планування експерименту, розробку моделей реальних та віртуальних дослідів (моделювання), налаштування обладнання, вимірювальних приладів; застосування засобів інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) при дослідженні фізичного явища чи процесу; аналіз результатів проведення дослідів; удосконалення експериментальної діяльності.

Процес розвитку експериментальної компетентності, незалежно від того, якими шляхами та способами він здійснюється, повинен пройти певні етапи: усвідомлення учнями значення оволодіння способом діяльності (мотиваційна основа дії); визначення мети дії; з'ясування наукових основ дії; визначення основних структурних компонентів дії, які є спільними для широкого кола завдань і не залежать від умов, за яких виконується дія (такі структурні компоненти виконують роль опорних точок дії); визначення найраціональнішої послідовності виконання операцій, з яких складається дія, тобто побудова моделі (алгоритму дії) шляхом колективних чи самотійних пошуків; організація невеликої кількості вправ, в яких дії підлягають контролю з боку вчителя; навчання учнів методам самоконтролю; організація виконання вправ, які вимагають від учнів умінь самотійно виконувати дії за умов, що змінюються; використання знань (на різному їх рівні) при

виконанні операцій для оволодіння новими, більш складними компетентностями, у складніших видах діяльності.

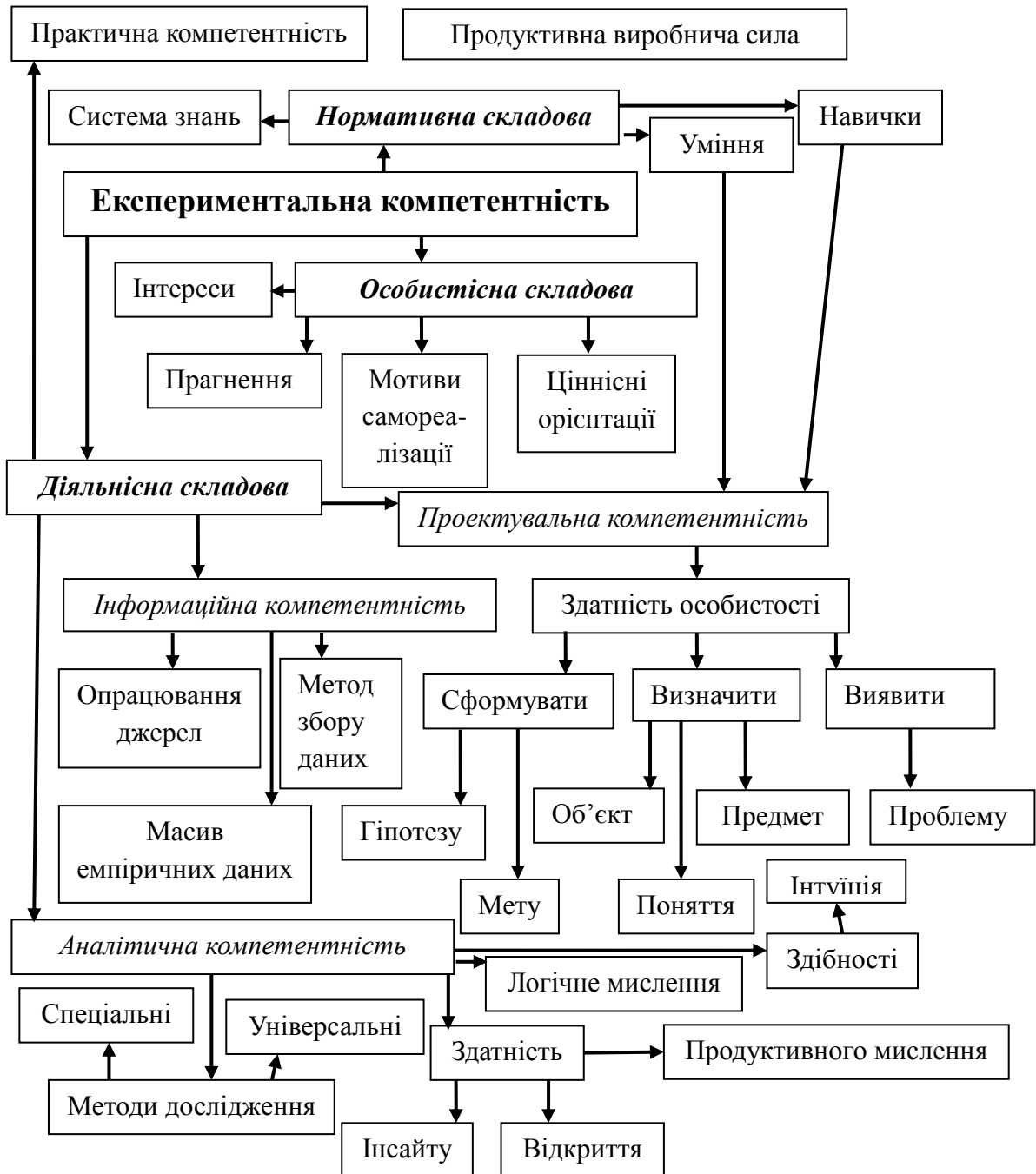


Рис. 1.3. Структурно-логічна схема експериментальної компетентності

Врахування закономірностей формування експериментальних компетентностей дасть змогу значною мірою подолати «фрагментарність

бачення людиною реальності, що в умовах народження постіндустріального інформаційного суспільства не дає людям адекватно реагувати на загострення енергетичної й екологічної криз, девальвацію моральних норм і духовних цінностей калейдоскопічність зміни технологій, нестабільність політичної та економічної ситуацій. Сьогодні під лавиною інформації ми потерпаємо від нездатності охопити комплексність проблем, зрозуміти зв'язки і взаємодію між речами, які перебувають для нашої сегментованої свідомості в різних сферах» [82, с. 5].

Переважаюча в освітянській галузі України класно-урочна організація навчання з самого початку її заснування передбачала створення навчального середовища у класі.

Дослідження спеціальної [261] та педагогічної [47], [72], [141], [255] літератури дало змогу виділити найбільш поширені моделі освітніх середовищ, рис. 1.4: еколого-особистісна, комунікативно-орієнтована, антрополого-психологічна, психодидактична, екопсихологічна.

Еколого-особистісна модель навчального середовища розроблена В.О. Ясвіним [285] складається з просторово-предметного, соціального і психодидактичного компонентів подано на рис. 1.4.

Антропсихологічна модель М.Б. Крилова [224] та В.І. Слободчикова [224] включає в структуру феномени соціального і особистісного життя людини: «досвід минулого», «досвід випадкового і ситуативного спілкування», вплив засобів масової інформації тощо [111].

Психодидактичну модель навчального середовища розробили російські вчені В.В. Давидов [74], В.П. Лебедєв [141], В.О. Орлов [141] і В.І. Панов [141], де поняття «навчальне середовище» обмежене можливостями освітньої установи.

Екопсихологічну модель навчального середовища розглянув В.І. Панов [141], поклавши в її основу екопсихологічний підхід, згідно з яким навчальне середовище розглядається в контексті системи «людина –

оточуюче середовище». До вказаних моделей Т.Н. Тихомірова [258] додає особистісно-орієнтоване навчальне середовище.



Рис. 1.4. Структура моделей навчальних середовищ

О.М. Коротков [118] і О.А. Локтюшина [118] розглядають «дидактичне комп'ютерне середовище» як модель, яка відображує цілісність методологічних, методичних, технологічних підходів, що визначають структуру, зміст, технології комп'ютерного навчання та забезпечують умови саморозвитку і самореалізації особистісних функцій суб'єктів освітнього процесу.

Ми поділяємо точку зору В.Ю. Бикова [25], що педагогічним є не будь-яке освітнє середовище, а лише те, яке сприяє особистісному і культурному зростанню дитини. Педагогічним буде те середовище, в якому наявний соціокультурний зміст є власне освітнім середовищем, де визначаються можливості реалізації індивідуальних можливостей дитини.

Нині поняття «навчальне середовище» (освітнє) та зв'язане з ним поняття «освітній простір» набуло широкого розповсюдження в сучасній педагогіці [138] та педагогічній психології [107]. Л.С. Виготський [56] також вважав, що джерелом розвитку вищих психічних функцій є середовище. Вищі психічні функції виникають спочатку як форма колективної поведінки дитини, як форма співробітництва між людьми інтерпсихічна і лише потім стають індивідуальними (інтрапсихічними) функціями самої дитини.

Ю.С. Мануйлов [151] підкреслює значимість середовища в розвитку особистості, його тісний взаємозв'язок з виховною системою. Дослідник започаткував використання терміну – «середовищний підхід» у педагогіці, який раніше використовувався у психології та архітектурі. Він вважає, що середовище має бути: ємним, багатовимірним, включати духовні, соціальні, фізичні складові зовнішнього світу; давати можливість бачити буття дитини «серед хаосу і порядку»; відображати як суб'єктивні, так і об'єктивні позиції дитини в процесі виховання; технологічним, щоб за його допомогою можна було не тільки описувати і пояснювати навколишній світ дитини, але і створювати його.

Д. Стоколс [82] виділяє різні грані у взаємовідношенні людини з середовищем. До них відносяться когнітивне і поведінкове співвідношення, що містить як активні, так і реактивні фази.

Відомі різні підходи [110], [132] до визначення структурних компонентів освітнього середовища. Так, Г.О. Ковальов [110] у якості структурних компонентів освітнього середовища виокремлює фізичне оточення, людські чинники, програму навчання. Є.О. Клімов [107] ще виокремлює соціально-контактну, інформаційну, соматичну предметну частини середовища.

Різні аспекти впливу навчального середовища на розвиток дитини знайшли відображення в сучасних наукових дослідженнях І.Д. Бежа [17], І.О. Білецької [30], Б.М. Бім-Бада [28], В.В. Вербицького [50], А.І. Каташової [106], О.М. Коберника [118], І.С. Кона [116], Д.Я. Костюкевича [123], А.М. Куха [133], Л.І. Новікової [177] та інших.

На основі парадигми розвивального навчання були розроблені концептуальні засади розвивального освітнього середовища (В.П. Лебедева [141], А.С. Макаренко [150], В.О. Орлов [141], В.І. Панов [141], В.А. Ясвін [286]).

А.С. Макаренко створив прецедент соціально-педагогічного проектування розвивального середовища, а також заклав основи практичного вирішення цієї проблеми, апробував на практиці схему діяльності зі створення розвивального педагогічного середовища [150], які складають: педагогічний задум (для організації діяльності у невизначеній ситуації); механізми його реалізації (дитячо-доросла спільність, система різновікового об'єднання, демонстрація зразків педагогічної взаємодії у «живій» комунікації); осмислення досвіду діяльності (педагогічні праці).

Відмінною рисою розвивальної освіти є зміна мети навчання під час формування компетентностей. На місце знань, які ототожнюються сьогодні з інформацією, вміннями і навичками, приходять методи мислення, способи виникнення і застосування знань, техніки розуміння та рефлексії, прийоми і способи комунікації та дій. Мислення, розуміння, рефлексія та комунікація створюють діяльнісний матеріал, з якого вибудовуються одиниці культури й унікальності особистості.

Важливим є підхід до розгляду учня як активного суб'єкта діяльності в освітньому середовищі, висвітлений у працях Б.Г. Ананьєва [6], Л.Ю. Благодаренко [35], Л.І. Дементія [74], О.М. Леонтєва [142], М.В. Савчина [206], І.А. Сагань [207] та інших.

Ми поділяємо думку Л.Ю. Благодаренко [35], що елементи (складові) навчального середовища виступають, з одного боку, як його атрибути, що визначають змістовну і матеріальну наповненість середовища, а, з іншого боку – як ресурси середовища, що, відповідно до контексту педагогічної ситуації, включаються у діяльність учасників навчального процесу, набуваючи при цьому ознак засобів навчання. Складові навчального середовища визначають специфічні змістово-предметні риси, відбивають технологічні особливості навчально-виховного процесу з фізики, передбачають специфічний характер взаємодії учня з елементами навчального середовища.

У працях В.В. Лапінського [136], [135] і В.М. Мадзігона [136], [137], М.І. Шута [275] вказується, що у навчальному середовищі мають місце сукупність матеріальних об'єктів, які використовуються у діяльності учасників навчально-виховного процесу, частина з яких набувають ознак засобів навчання і виховання. Автори звертають увагу переважно на матеріальні складові навчального середовища, відносять до навчального середовища власне предметні засоби навчання і приміщення, в яких відбувається навчально-виховний процес.

В.В. Лапінський [136] виділяє один із основних напрямів вирішення проблеми підвищення якості освіти – розвиток матеріальних і нематеріальних складових систем навчання, введення до їх складу високотехнологічних засобів діяльності, досягнення на цій основі нового, більш вищого рівня навчально-виховного процесу. Він ввів поняття комп'ютерно-орієнтованого навчального середовища.

І.П. Особов [183] формує поняття «навчальне середовище» як спеціально організовані умови набуття певних знань тим, хто навчається, набуває умінь і навичок. В.Ю. Биков [26] навчальне середовище розглядає як штучно

побудовану систему, структура і складові якої створюють необхідні умови для досягнення цілей навчально-виховного процесу.

У дослідженнях Ю.О. Жука [86] [87], [88] до складу навчального середовища входять матеріальна та інформаційна складові. Вони безпосередньо впливають на діяльність суб'єкта навчання. Крім цього, за їх допомогою створюються умови для забезпечення можливостей досягнення конкретних, заздалегідь сформульованих, цілей навчання, котрі можуть характеризувати якість дидактичного процесу.

К.Л. Бугайчук [44] виділяє поняття «персональне навчальне середовище» і визначає як сукупність ресурсів, потрібних людині для того, щоб знайти відповіді на різноманітні питання, створити потрібний контекст для навчання і проілюструвати досліджувані процеси.

В.Ю. Биков [26], О.І. Вольневич [89] і Ю.О. Жук [89] інформаційне навчальне середовище розглядають як процес суб'єкт-суб'єктного та суб'єкт-об'єктного інформаційного обміну; це середовище, в якому безпосередньо розгортається навчальна подія, а джерела інформації є його складовими.

М.М. Мойсеєв [161], Е.П. Семенюк [214] наголошуючи на інформаційному характері середовища відзначають, що інформаційно-знаннєві потоки складають основу взаємодії освітньої системи «людина-комп'ютер».

О.П. Крюкова [130] інформаційне навчальне середовище досліджує в аспекті завдань удосконалення теорії і практики дидактики щодо нових умов освіти, пропонує опис моделі навчального процесу, в якому використовуються можливості інформаційно-комунікаційних технологій, що дозволяє ефективно організувати індивідуальну і колективну роботу вчителів та учнів, а також інтегрувати різні форми і стратегії оволодіння предметними знаннями, спрямованими на розвиток самостійної пізнавальної навчальної діяльності.

П.І. Жежнич [85] і О.О. Сопрунюк [85] віртуальне навчальне середовище розглядають як програмну систему, створену для підтримки процесу дистанційного навчання з наголосом саме на навчання, на відміну від керованого навчального середовища, для якого властивий акцент на

управлінні процесом навчання. Проте вони не виділяють специфіку віртуального експериментального середовища.

В.П. Вовкотруб [53] навчальне середовище пов'язує з кабінетом чи лабораторією в контексті системи із «експериментальною установкою» (демонстраційна, лабораторна) і експериментатор (учитель, учень) для підвищення її ефективності, що є однією з цілей ергономіки навчального фізичного експерименту.

Таким чином, приведений вище аналіз досліджень вчених показав, що більшість з них наголошують увагу на методологічній цілісності системи навчання в середовищі, на психолого-педагогічній, дидактичній, методичній і технологічній єдності підходів до проектування навчання і відповідних навчальних впливів, на множинній взаємодії суб'єктів навчального процесу в середовищі.

Автори перерахованих вище досліджень окремо визначили відмінність у трактуванні понять, підходів, моделей:

- «інформаційно-освітнє середовище» розуміється як єдиний простір, у якому здійснюється інтеграція усієї інформації за допомогою різних її носіїв (Ю.О. Жук [89], О.П. Крюкова [130]);

- «навчальне середовище» як спеціально організовані умови (І.П. Особов [183]);

- «інтерактивне навчальне середовище», яке розкриває і підтримує структуровану взаємодію між тими, хто навчається (Н.Н. Мойсєєв [161], Е.П. Семенюк [214]);

- «віртуальне середовище», що передбачає різні типи взаємодій і розглядається як програмне забезпечення для надання креативних освітніх послуг (П.І. Жежнич [85], О.О. Сопрунюк [85]);

- «відкрите навчальне середовище», як обмін інформацією на відстані (В.Ю. Биков [26], Ю.О. Жук [88]);

- «матеріальне навчальне середовище» (В.В. Лапінський [138]);

- «персональне навчальне середовище» (К.Л. Бугайчук [44]);

- «інформаційне, комп'ютерно-орієнтоване навчальне середовище» (О.В. Гладков [274], В.В. Лапінський [138], В.Л. Шевченко [274]);

- «ергономічне навчальне середовище» (В.П. Вовкотруб [53]).

Таким чином, немає певної однозначної точки зору на окреслення характеристик поняття «навчальне (освітнє) середовище». На наш погляд, поняття «навчальне середовище» необхідно розглядати не лише у сукупності матеріальних об'єктів і зв'язків між ними, які утворюють підсистему, призначену для забезпечення навчальної діяльності суб'єктів навчання.

Навчальне середовище ми розглядаємо як сукупність природних, фізичних та соціальних об'єктів й суб'єктів, які впливають на формування учня, на його творчий, професійний та особистісний розвиток, сприяють становленню міжсуб'єктних взаємодій та особистісно-орієнтованих педагогічних комунікацій в освітньому процесі, забезпечують умови комфортної життєдіяльності учня в навчальному закладі та поза його межами. Це середовище складає поле впливів на дитину: педагогічних, виховних, освітніх, професійних, соціокультурних.

Для сучасних засобів навчання характерною є досить гнучка структура як апаратного забезпечення, так і програмних складових, наявність значної кількості функцій, більшість яких інтегровано як з точки зору технічного втілення, так і з точки зору користувача. Наприклад, у найбільш сучасних засобах навчання програмно-апаратне забезпечення об'єднано з функціями подання зображення й управління ним через використання координатних пристроїв, сенсорних поверхонь тощо.

Здійснений вище аналіз досліджень вчених [26], [44], [53], [86], [88], [130], [138], [161], [214] привів нас до висновку, що нині відсутні дослідження навчального середовища, яке б передбачало формування експериментально-орієнтованих компетентностей, рис. 1.5. Вказані компетентності є експериментально-орієнтованими компонентами компетентнісного підходу до організації навчально-виховного процесу у середніх загальноосвітніх навчальних закладах.

Враховуючи, що навчальний предмет «Фізика» включає у свій зміст рівень розвитку науки і техніки до навчального середовища ми включили складові у формі підсистем: технологічне та інформаційне середовище. Такі особливості у організації навчально-виховного процесу, впливають на стосунки між суб'єктами навчання і навколишнім природним та соціальним середовищем, визначає рівень можливостей школярів на конкретному етапі науково-технічного прогресу. За такого підходу аналіз стану та тенденцій розвитку суспільства надає можливість прогнозувати подальший розвиток системи фізичної освіти, де структура, склад і характер діяльності суб'єктів навчання будуть відповідати соціальним, науковим і технологічним цілям і умовам розвитку суспільства та внутрішнім цілям і потребам самої системи освіти.

Тому поняття діяльності суб'єктів навчання у соціумі ми розглядаємо як принцип філософського пояснення способу набуття соціального досвіду через певним чином організовані дії. До такої точки зору прийшли, виходячи з аналізу методологічних засад нами запропонованого навчального середовища, де здійснюється формування експериментально-орієнтованих компетентностей учнів через активну діяльність.

1.2. Сутність і структура компетентісно-орієнтованого навчального середовища

Виходячи з загальнонаукової концепції конструктивізму [1], С.Ф. Сергеев [215] називає середовищем частину фізичної реальності, яка конструюється. Вона представлена суб'єкту в формі реальності Природи, що породжується в результаті безперервних рекурсивних взаємодій перцептивно-аналізаторських систем людини з фізичною реальністю. Середовище пов'язано з життєвим досвідом учнів і опосередковано ним. У більш вузькому розумінні він [215] говорить про середовище, як про дійсність, пов'язану з зовнішнім світом.

Компетентність учнів з фізики в дослідженнях А.К. Маркової, розглядається як родове поняття, котре включає всі суб'єктні властивості, які проявляються в діяльності [153, с. 34-35]. Вона виділяє структурні компоненти видів компетентності, наявність яких вказує на зрілість старшокласників в діяльності: спеціальна, соціальна, індивідуальна. Вони більше стосуються психолого-педагогічних аспектів створення навчального експериментального середовища з фізики.

Отже, навчальне середовище – це структуроване середовище, в якому основним змістом дійсності, що породжується, є спрямована зміна поведінки учня з метою одержання навчального ефекту. Середовище є навчальним тільки в контексті особистісної оцінки її навчального впливу. Всі середовища породжують ті або інші зміни в людині, навчають її. Однак не всі середовища, сконструйовані як навчальні, мають очікуваний навчальний ефект стосовно конкретного суб'єкта.

Наукові ідеї щодо типологізації освітніх середовищ з навчальних предметів висловлювали Б.С. Кобзар [109], Я. Корчак [120], Е.Г. Костяшкін [125], О.Я. Савченко [205].

Зокрема, Я. Корчак [120] виділяв наступні основні типи освітнього середовища загальноосвітніх навчальних закладів: догматичне освітнє середовище – сприяє розвитку пасивності і залежності дитини від репродуктивного рівня розумової діяльності на уроках, зокрема фізики; кар'єрне освітнє середовище – сприяє розвитку активності і залежності дитини від суб'єктивного та об'єктивного впливу на мотивацію вивчення навчального предмету; безтурботне освітнє середовище – сприяє вільному розвитку й зумовлює пасивну життєву позицію дитини по відношенню до реальної дійсності; творче освітнє середовище – сприяє вільному мотивованому розвитку активної дитини з оволодіння предметною компетентністю.

Науковці Е.Г. Костяшкін [125], О.Я. Савченко [205] запропонували наступну класифікацію освітніх середовищ:

1) навчальне освітнє середовище – розглядається як дидактично організоване навчання і учіння школяра, що здійснюється через взаємодію основних суб'єктів освітнього середовища – вчителя й учня, яке обумовлена цілями освіти, при цьому завдання навчання фізики, математики тощо реалізуються через актуалізацію його основних компонентів: змісту, форм, методів, засобів та педагогічних технологій;

2) позаурочне освітнє середовище – своєрідне освітнє середовище загальноосвітнього навчального закладу, яке має місце у позаурочний час і в контексті якого реалізуються завдання розвитку всіх сфер особистості школяра (тілесно-фізичної, пізнавальної, соціально-моральної) з використанням специфічних організаційних форм, методів і прийомів навчально-виховної роботи з учнями різних вікових категорій;

3) позашкільне освітнє середовище – йому притаманні такі специфічні якісні характеристики, як соціально-педагогічна актуальність змістового компонента, особистісна зацікавленість школяра і батьків, індивідуалізованість, автентичність, гетерогенність (різноманітність, неоднорідність за структурою); цільова та змістова варіативність, різноманітність за критерієм віку дітей, відкритість до педагогічних інновацій, різноманітність часових і просторових координат, практико орієнтована процесуальність, креативність.

Узагальнюючи дослідження вказаних вчених [109], [120], [125], [153], [205], [214] ми виділили основні теоретико-методичні положення, на яких має ґрунтуватися проектування освітнього середовища з фізики:

– синергетична інтеграція, як процес самозростання та самоорганізації природничих знань у свідомості, умови для якого створюються педагогами-предметниками. Організація освітньої системи визначається принципами єдності інтеграції та диференціації, антропоцентризму, культуровідповідності;

– освітня система фізичних знань може функціонувати в репродуктивних знаннях та особистісно-розвиваючому режимі. Різниця між ними обумовлена тим, із якими знаннями працює учень. Якщо знання об'єктивні та нові, то система

може працювати тільки в репродуктивному режимі. У розвиваючій системі учень предметно працює зі знаннями, які вже знаходяться в його свідомості. Навчальна дія становить структурну одиницю розвиваючого навчання. Вона являє собою дидактично організований акт семіотичної трансформації ментальної фізичної теорії, тобто його перекладу на іншу навчальну мову, в результаті чого знання у свідомості приростатиме умовно-новими знаннями;

– навчальний предмет з фізики є інтегрованою і диференційною системою, що з'єднує різні поняття в єдину теорію. Ступінь семіотичної неоднорідності навчального предмета з фізики може змінюватися, в залежності від чого він буде працювати в репродуктивному або розвиваючому режимі;

– вищий ступінь внутрішньо-системної інтеграції та диференціації досягається в експериментально-орієнтованому освітньому просторі. У сфері навчання фізики існують локальний, або малий, освітній простір та великий освітній простір;

– локальний простір будується на проблемній основі як навчальна задача. Він являє собою систему розвиваючого типу, навчання в якій спрямоване на формування теоретичного поняття, яке є значущим явищем культурно-історичного життя [56].

Тоді методичні засади досліджуваного фізичного процесу репрезентуються: структурно-функціональною моделлю освітнього середовища у формі структурно-логічної схеми компетентностей по кожному з розділів фізики, основними складовими якої є цільовий, типологічний, методологічний, концептуальний показники; змістово-процесуально-методичний, критеріально-діагностувальний, результативний компоненти складають психолого-методичну основу структури експериментально-орієнтованого навчального середовища фізичного кабінету; методична система є складовою організації та впорядкування сукупності взаємопов'язаних та взаємообумовлених цілей, змісту форм і методів реалізації та контролю, аналізу, коригування процесу навчання фізики;

педагогічним супроводом діяльності і спілкування суб'єктів навчання в освітньому середовищі забезпечується на суб'єкт-суб'єктних засадах [67].

Виходячи з цього ефективність функціонування експериментально створеного навчального середовища ґрунтується на використанні відповідного діагностичного інструментарію. Його визначають опосередковано через критерії, показники та рівні розвитку окремих сфер особистості школяра (тілесно-фізична сфера; пізнавальна сфера; соціально-моральна сфера) [246].

Загальна гіпотеза дослідження полягає в тому, що створення освітнього середовища буде відбуватися ефективніше за умови застосування науково обґрунтованих теоретико-методологічних та методичних засад, а саме: принципів, наукових підходів, концепцій, особистісно-орієнтованих технологій [54].

Л.Ю. Благодаренко [31] розробила технології особистісно-орієнтованого навчання фізики, які можна найбільш ефективно застосовувати в навчально-виховному процесі учнів педагогічних класів фізико-математичного профілю, а саме: технологія модульного навчання; технологія евристичного навчання; технологія навчання самостійній роботі; технологія проведення особистісно-орієнтованого уроку; професійно-орієнтована технологія навчання.

Ми врахували головні вимоги до особистісно-орієнтованих технологій І.С. Якиманської [284] у напрямку застосування їх до формування експериментально-орієнтованого навчального середовища, у якому здійснюється навчання фізики: навчальний матеріал повинен забезпечувати виявлення змісту суб'єктивного досвіду учня, включаючи досвід його попереднього навчання; виклад знань у підручнику (вчителем) повинне бути направленим не тільки на розширення їх обсягу, структурування, інтегрування, узагальненні предметного змісту, а й на забезпечення експериментальної складової; у процесі навчання необхідне постійне узгодження суб'єктного досвіду учнів з науковим змістом здобутих знань, цінностей, що веде до формування компетентності; активне стимулювання

учня до самооцінної освітньої експериментальної діяльності, зміст і форми якої повинні забезпечувати можливість самоосвіти, саморозвитку, самовираження учнів в ході оволодіння знаннями; організація структури та змісту навчального матеріалу, має дати змогу учневі вибрати його зміст, вид та форму при виконанні завдань, розв'язуванні задач; способи навчальної роботи, повинні забезпечувати особисто-діяльнісну траєкторію, якою користується учень самостійно, стійко, продуктивно; контроль та оцінка діяльності учнів у формуванні експериментально-орієнтованих компетентностей має на меті не тільки результат репродуктивної відповіді на запитання вчителя, а й головним чином забезпечувати процес самостійного учіння; освітній процес повинен забезпечувати побудову, реалізацію, оцінку вміння, як суб'єктивної діяльності [283].

Найпростішою складовою з якої складається особистісно-орієнтовне навчання є, особистісно-орієнтована педагогічна ситуація. Виходячи з аналізу досліджень авторів [31], [65], [283] у першому параграфі та результатів педагогічного експерименту, ми виділили складові експериментального навчального середовища і сформувавши його структуру, рис. 1.5.

Визначена структура базується на сформованих у першому параграфі методологічних засадах формування освітнього навчального середовища та відповідних складових.

Спеціальна складова полягає у володінні навичками не лише традиційної постановки дослідів, а й спеціальної підготовки експериментування з використанням фізичних наборів нового покоління у сполученні з ІКТ.

Соціальна складова полягає у забезпеченні готовності володіння спільною діяльністю у групах, які виконують експерименти, щоб співпрацювали один учень з іншим у досягненні результату експерименту, мати високу свідомість та відповідальність за результати своєї праці й впливу її на загальну оцінку виконання завдання [250].

Складова особистісної компетентності полягає у володінні прийомами й методами особистісного самовираження і саморозвитку під час

проекування, виконання та підсумку експериментальної діяльності.

Важливою є індивідуальна компетентність, яка забезпечується уміннями володіти правилами, що забезпечують самореалізацію і розвиток індивідуальних можливостей учня в межах виконання експериментальних досліджень, його готовність до професійно-особистісного зростання в напрямку до майбутньої професії, впевненості у спроможності виконувати експериментальні наукові дослідження, вихованням самоорганізації і самореабілітації.

Дослідники В.А. Адольф [2], А.К. Маркова [153] і ін. разом із знаннями, уміннями, способами здійснення діяльності, в структурі компетентності виділяють мотиваційно-особистісний компонент.



Рис. 1.5. Структура компетентісно-орієнтованого навчального середовища

Мотиваційний компонент детермінується системою спонукаючих його сил, домагань (В.А. Адольф [2]).

В руслі концепції професійного розвитку Л.М. Мітін [119] поряд з діяльнісним і комунікативним компонентом виділяє особистісний

компонент, пов'язаний з потребою в саморозвитку: знання, уміння, навички самовдосконалення.

Зміст мотиваційно-ціннісного компоненту припускає: систему відносин, яка характеризує ієрархічну структуру домінуючих мотивів особистості та ціннісне відношення до майбутньої діяльності.

Емоційно-ціннісний компонент включає в себе систему гуманістичних цінностей, які формуються в процесі вивчення предмету та світоглядних утворень особистості, які можна трактувати як переконання – знання, неспростовні для особистості, які вона свідомо залучає в свою життєдіяльність, в істинності яких вона упевнена і готова їх відстоювати, захищати.

Аналіз перерахованих вище результатів досліджень вчених дає підставу згрупувати їх у чотири підсистеми: навчальні програми, суб'єкти навчання, матеріальне оточення, методичне забезпечення, рис. 1.5.

З нашої точки зору компетентнісно-орієнтоване освітньо-навчальне середовище є цілісною системою зовнішніх та внутрішніх впливів і психолого-педагогічних умов формування особистості на уроках та позаурочній роботі учнів, що дає можливість для їх розвитку в соціальному і просторово-предметному оточенні навчального процесі з фізики.

Кожна підсистема не є ізольованою. Підсистема «суб'єкти навчання» має три складові внутрішнього навчального середовища. До складової «учні» входять елементи: успішність учнів, добір класу, наповнюваність класу, групи, етнічні особливості, статевовікова структура, соціальний стан та соціальна поведінка, відповідальність.

Друга підсистема «Матеріальне оточення» включає основні елементи: оснащення кабінетів, аудиторій, допоміжних приміщень, енергозабезпечення та приміщення навчального закладу. Крім цього важливими елементами є санітарно-гігієнічні умови, здоров'я, забезпечення, ергономічні умови.

Складова середовища «батьки» має елемент відповідальність, яка передбачає зв'язок і з учнівською відповідальністю та матеріальна допомога закладу освіти. Без «методичного забезпечення» не може існувати цілісна

структура. До неї включено: підручники, посібники, методичні рекомендації, ІКТ, технології навчання. Підсистема «навчальні плани і програми» складається з двох елементів: змісту та структури.

До поданої структури навчального середовища не включено методи, засоби навчання та ряд інших елементів. Ми передбачали, що вони самі собою входять до перерахованих елементів підсистем. Перераховані властивості засобів навчання є складовими навчального середовища і характеризують внутрішню частину такого середовища. Моніторинг навчального процесу забезпечує ефективне застосування засобів навчання нового покоління як базових для сучасного навчального середовища.

До складу інтелектуального забезпечення можуть бути умовно віднесені, зокрема, носії знань як суб'єкти (учитель), носії даних як ресурси (книга, електронні бази даних тощо), носії мети навчально-виховного процесу та суб'єкти управління процесу (учителі, викладачі, куратори – у залежності від конкретної організаційної форми навчання).

З точки зору управлінських підходів [52] ми виділили суб'єкт навчання, яким може бути: учень, навчальна група, об'єкт управління – процес навчання і суб'єкт управління – вчитель. Такий підхід ґрунтується на розумінні процесу навчання як керованого, в якому існують прямі і зворотні зв'язки між джерелом управління – суб'єктом навчання і суб'єктом управління, і об'єктом управління – процесом навчання.

Сукупність навчальних впливів, через які учневі подається навчальний матеріал з фізики, здійснюється шляхом формування і підкріплення мотивації, можуть розглядатись як прямий зв'язок. Дані, які отримуються суб'єктом управління у процесі навчання від учня, і є результатом його навчальної (навчально-пошукової) діяльності, можуть трактуватись як сигнали зворотного зв'язку, за результатами інтерпретації яких (безпосередньої або опосередкованої) здійснюється управління цією діяльністю.

На основі приведеного вище аналізу ми прийшли до висновку, що навчальне середовище не може існувати без системи шкільного фізичного

експерименту. Всі чотири підсистеми безпосередньо визначають його структуру, зміст і шляхи розвитку.

Таким чином, на нашу думку одним із основних напрямів вирішення проблеми підвищення якості освіти є визначення взаємовідносин змістової та експериментальної складових системи навчання, введення до їх складу високотехнологічних експериментальних засобів діяльності, досягнення на цій основі нового, більш високого рівня навчально-виховного процесу.

В цілому загально-філософське тлумачення середовища пов'язане з уявленням про систему, як єдине ціле і, коли ми виділяємо для розгляду певну систему чи підсистему, то все, що до неї відноситься стає внутрішнім середовищем. Так, Природа є середовищем існування організму, а для людини середовищем є її психічне, духовне, соціальне, культурне оточення [250]. На основі побудованої нами структури компетентнісно-орієнтованого навчального середовища, яку подано на рис. 1.5, ми розробили структуру експериментально-орієнтованого фізичного навчального середовища як частину загальної, див. рис. 1.6.

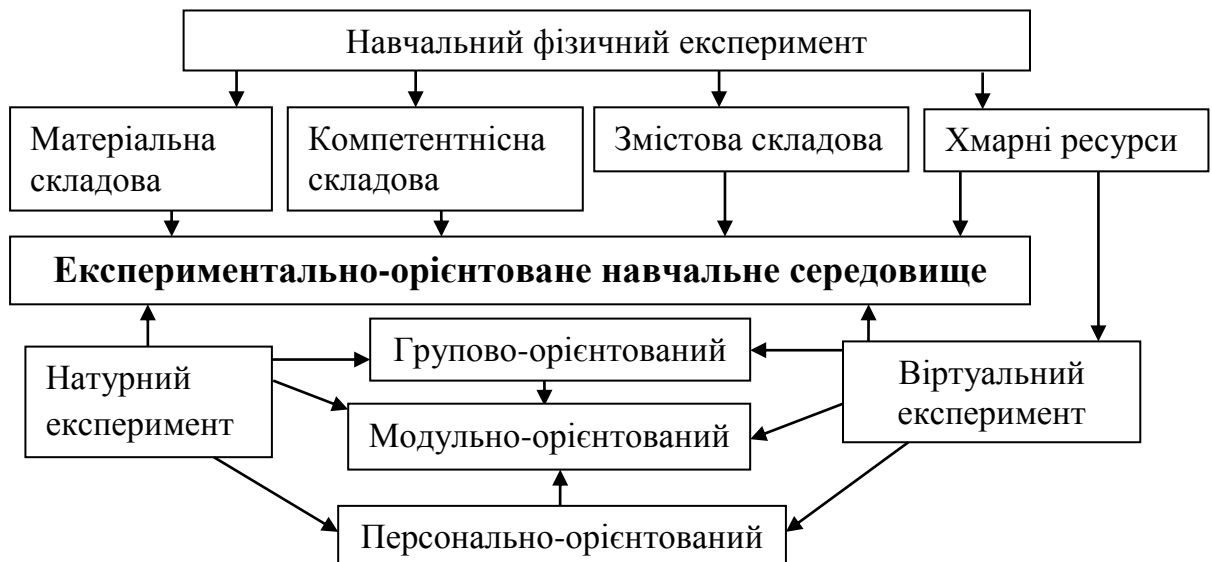


Рис. 1.6. Структура експериментально-орієнтованого навчального фізичного навчального середовища

Навчальний фізичний експеримент включає в себе чотири складові: матеріальну, компетентнісну, змістовну і хмарні ресурси. Розглянемо кожну з них детальніше.

Матеріальною складовою експериментально-орієнтованого навчального середовища є сукупність навчальних приладів і обладнання, які дозволяють фізичне явище відтворити у спеціальних умовах; це навчально-матеріальна база експерименту та навчально-методичний комплекс.

Компетентнісною складовою експериментально-орієнтованого навчального середовища є суспільно визнаний комплекс певного рівня знань, умінь, навичок, завдяки яким експериментатор (вчитель) здатний здійснювати складні поліпредметні види діяльності (це за визначенням компетентності О.І. Пометун [194]).

Змістова складова експериментально-орієнтованого навчального середовища включає ідею і його мету. Тобто для чого його виконувати, з якою метою? Метою є дослідження фізичних явищ і отримання учнями знань, умінь і навичок. Варто також відзначити, що найбільші труднощі викликає формування в учнів уміння правильно формулювати мету експерименту, висувати й обґрунтовувати гіпотезу, яку можна покласти в його основу. Втім природничі науки не можуть обійтися без висування гіпотез. У процесі вивчення цих дисциплін не наголошується увага на понятті «гіпотеза», хоча вони зустрічаються з ним при вивченні курсу фізики. Постановка перед учнями питань і завдань проблемного характеру спонукає формулювати й обґрунтовувати гіпотези на основі вивчених явищ, теорій і перевіряти їх за допомогою експерименту. Змістова складова також визначається опосередкованими зв'язками з реальним світом, які формуються в процесі життєдіяльності людини, вона характеризує загальний стан діяльності.

Хмарні ресурси експериментально-орієнтованого навчального середовища ми розглядаємо як модель, яка дозволяє швидкий пошук, обробку, оперативне використання і зберігання інформації, забезпечує повсюдний та зручний доступ до «хмари інформації» на вимогу через мережу. Під поняттям «хмара інформації» ми розуміємо джерело інформації, сервер, мережу, де зберігаються дані та програми, що з'єднуються з користувачами через мережу Інтернет.

Складові експериментально-орієнтованого навчального середовища є взаємозалежні, системно об'єднані та детерміновані загальними цілями навчання та виховання. Зміна якостей цих складових викликає зміну якості навчального середовища. І якщо змістова складова навчального середовища прямо залежить від встановлених нормативів (наприклад, освітніх стандартів), які визначають цілі навчання і виховання, то матеріальна складова може, в деяких випадках, впливати не тільки на шляхи досягнення цих цілей, а й на формування самої системи цілей [90].

В експериментально-орієнтованому навчальному середовищі можливо виконати натурний і віртуальний експеримент. Натурний фізичний експеримент дозволяє спостерігати результати впливу на систему при визначених початкових умовах. Отримані результати аналізуються, і робляться висновки про фізичну суть явища. Але натурний експеримент не завжди дозволяє отримати повну картину того процесу, що досліджується. В умовах впровадження нових інформаційних технологій у навчально-вихований процес важливого значення набув віртуальний експеримент. Принцип застосування віртуального демонстраційного експерименту в навчальному процесі зводиться до основної ідеї: натурний експеримент необхідно проводити завжди, коли це можливо, а віртуальний – коли натурний фізичний експеримент важко або неможливо реалізувати, а також в якості доповнення. Поєднання реального і віртуального експериментів дозволяє: продемонструвати фізичні явища, що вивчаються, і тим самим створити необхідну експериментальну базу для їх вивчення, проілюструвати встановлені в науці закони і закономірності в доступному для учнів вигляді і зробити їх зміст зрозумілим для учнів, підвищити наочність вивчення предмета.

В залежності від кількості учнів, які під час виконання того чи іншого експерименту отримують компетентності, знання, вміння і навички, ми виділили групово-орієнтовний, модульно-орієнтовний і персонально-орієнтовний.

Запропонована нами структура експериментально-орієнтованого навчального середовища залежить від психолого-педагогічних умов її функціонування та використання. До цих умов ми [250] віднесли:

1. Відповідність дидактичним принципам науковості та наочності щодо способів та форм експериментального подання навчального матеріалу на уроках фізики у старших класах.

2. Забезпечення відкритості (для вчителя) у підборі засобів проведення фізичного експерименту.

3. Забезпечення цілеспрямованості вивчення фізики за умови повноцінного інформування учня з приводу мети експерименту, стимулювання пізнавальної активності, яка буде спрямована на досягнення поставленої мети.

4. Здійснення персонального виконання фізичного експерименту, що базується на індивідуалізації процесу навчання. При цьому варто не забувати про диференційований підхід при засвоєнні знань, формуванні умінь і навичок учня.

5. Дотримання принципів інтерактивного навчання за умов групово-орієнтованого і модульно-орієнтованого фізичного експерименту.

6. Подавати нові знання, уміння і навички варто з використанням засобів навчання, які мають бути спрямовані на формування в старшокласників логічного та системного мислення, творчого підходу й здатності на уроках фізики; розвивати в них креативність.

7. Мотивація виконання фізичного експерименту старшокласників на уроках фізики пробуджується не лише зацікавленістю в новому, а й емоційністю цього процесу, яка реалізується через інтерактивне навчання.

8. Для забезпечення індивідуального коригування обсягів поданого навчального матеріалу потрібний постійний контроль при виконанні фізичного експерименту.

9. Для уникнення або виправлення зроблених учнями помилок при виконанні експерименту має бути постійний зворотній зв'язок між суб'єктами навчально-виховного процесу.

10. Забезпечення гнучкості навчання. Для цього потрібно старшокласникам давати можливість самостійно приймати рішення з приводу певних організаційних моментів виконання фізичного експерименту; дати учневі можливість відчувати, що він є невід'ємною частиною даного процесу і теж має право вносити свої пропозиції.

11. Забезпечення надійності, цілісності системи та коректності під час виконання експерименту. Можна допомогти учням в оволодінні складних для них розумінь і понять, а також розвинути інтерес до навчання.

Через нові якості складових навчального середовища визначаються нові якості системи навчання в цілому. Наприклад, застосування методів інтенсивного й інтерактивного навчання і відповідних комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання сприяє формуванню в учнів надпредметних умінь і навичок (уміння користуватися комунікаційними засобами, вводити дані в комп'ютер, розпізнавати повідомлення, що генеруються комп'ютеризованими системами, спілкуватись з членами колективу, формулювати і доводити до відома товаришів власні судження), що є важливими складовими загальної культури громадянина майбутнього.

Сучасна освітня парадигма спирається на особистісно-орієнтовану педагогіку, що передбачає, зокрема, надання переваг особистісно-орієнтованому навчанню, використанню у навчально-виховному процесі методів і технологій активного навчання [137]. Як було зазначено, застосування методів інтерактивного навчання за умов класно-урочної організаційної форми практично неможливе або надто складне для реалізації без введення до складу навчального середовища нових засобів подання навчального матеріалу, систем моніторингу процесу навчання. Умовно, оскільки не можливе роздільне поєднання кількох напрямів використання в одному засобі навчання, ми виділили поняття шкільного фізичного експерименту нового покоління.

Впровадження комп'ютерів, інформаційних технологій, нових установок та обладнання в промисловість, освіту привело до зміни традиційних та появи нових методів і засобів проведення навчального експерименту з

фізики. Існують універсальні програмні засоби. Німецькі, російські та українські виробники забезпечили випуск якісно нових приладів, устаткування тощо. Їх можна використовувати для проведення віртуальних експериментів з різних розділів фізики, а також засоби для проведення одного або декількох однотипних експериментів. Наявність великої кількості засобів розширює можливості вчителя. Тобто обладнання з механіки нового покоління випуску повинно мати методичне забезпечення, яке пристосоване до ІКТ, мати можливість використовувати новітні матеріали, розширювати межі моделювання, виходити за межі лабораторії [250].

Нами розглянуто п'ять основних шляхів застосувань експериментальних засобів навчання нового покоління, як складових експериментально-орієнтованого-навчального середовища шкільного фізичного експерименту: моделювання явищ, заміна натурних експериментів комп'ютерними моделями, проведення лабораторних робіт з використанням віртуального середовища; створення вимірювальних, моделюючих систем, систем управління, що включають реальні прилади, фізичні об'єкти, з'єднані з комп'ютером за допомогою приладового інтерфейсу – програмно-апаратних засобів, призначених для аналогово-цифрових перетворень; створення і використання предметно-орієнтованих середовищ для опрацювання результатів реального експерименту; проведення оперативного моніторингу навчального процесу із використанням комп'ютерних систем для визначення рівня навчальних досягнень; створення і використання комп'ютеризованих довідниково-інформаційних та експертних систем, систем з елементами штучного інтелекту.

Використання засобів навчання нового покоління у навчальному процесі з фізики не вимагає від учителя-предметника значної позафахової підготовки (уміння встановлювати і налагоджувати апаратне та програмне забезпечення, програмувати тощо), тобто вимоги до підготовки учителя, як правило, не перевищують вимог до складу компетентностей, які необхідно мати при використанні звичайних технічних засобів навчання (кодоскопа, діапроектора, магнітофона, відеоманітофона, телевізора тощо) [137].

Засоби навчання, з допомогою яких формується навчальне середовище, суттєво впливають на діяльність суб'єкта навчання і організацію навчальної діяльності, маючи свої специфічні функції, що визначаються рівнем досягнень у галузі педагогіки, психології. Дидактичні можливості засобів навчання впливають на вибір методів навчання. Новітнє обладнання та ІКТ дають можливість для подальшого вдосконалення методики навчання фізики у школі [86]. Використання шкільного фізичного експерименту (ШФЕ) нового покоління забезпечує нелінійний характер здобування суб'єктами навчання компетентностей на відміну від традиційно лінійного. Тому методологічного значення у контексті дослідження такого навчання набувають принципи синергетичного підходу.

Синергетичний підхід – це методологічна орієнтація в пізнавальній і практичній діяльності, що передбачає застосування сукупності ідей, понять і методів у дослідженні й управлінні відкритими нелінійними самоорганізованими системами. Використання принципів самоорганізації й саморозвитку педагогічної діяльності дозволяє спрямувати учнів на творення системи вивчення процесів саморегуляції відносин в класі, виявлення тенденцій, внутрішніх механізмів і резервів можливого перетворення набутих компетентностей у безпосередню виробничу силу [127, с. 8].

Таким чином, нами створена структура компетентнісно-орієнтованого навчального середовища, див. рис. 1.5, в цілому та структура експериментально-орієнтованого навчального середовища, див. рис. 1.6. Педагогічні умови їх реалізації є основою для побудови методичної системи шкільного фізичного експерименту на основі нового покоління обладнання.

1.3. Навчальний фізичний експеримент як засіб формування експериментальних компетентностей

Сучасний розвиток педагогічної науки характеризується пошуком фундаментальних теоретичних та практичних напрямків створення навчально-

виховного процесу. Якщо на початку ХХ століття знання подвоювались кожні 10 років, то нині це здійснюється кожен рік, а в найближчий час декілька місяців. Має місце закономірний процес накопичення, або оновлення всебічних знань. У цій ситуації школа повинна виховувати професійно компетентного, ініціативного, творчого члена суспільства здатного бути відповідальним перед ним, швидко адаптуватися до сучасного світу, бути конкурентоздатним на ринку праці. У зв'язку з чим зростає роль інтелектуалізації особистості в частині швидких змін технологій, інтенсифікації потоків інформації. На нашу думку, актуальною є тенденція до формування в учнів цілісних узагальнюючих знань. Слід врахувати, що нині спеціалізовані знання втрачають свою прикладну значимість кожні 10-15 років, тобто за продуктивний період життя людина поновлює, або змінює свою спеціальність 2-3 рази.

На нашу думку, найефективнішим способом врахування вище вказаних проблем є побудова навчально-виховного процесу, виходячи за вузькі рамки обмежених часових і просторових компонентів навчальних закладів. Реалізувати такий підхід ми пропонуємо через включення в процес навчання експериментально-орієнтованого освітнього середовища та компетентнісного навчання. Досліджувати експериментально-орієнтоване навчальне середовище, як і експериментально-орієнтовані компетентності, необхідно з урахуванням зовнішньої складової, яка охоплює глобальні земні та галактичні масштаби та внутрішньої, що охоплює ближню сферу навчально-виховного процесу. Навчання фізики лише у фізичному кабінеті не в змозі охопити всі складові формування компетентнісної особистості, вихід його за межі школи, близького середовища забезпечує одержання зв'язку з життям суспільства і навколишньою природою [250]. Відповідно навчальні знання, які трансформуються з наукових досліджень є необмеженими, черпаються із світового наукового товариства і мають дві складові. Вони трансформуються у компетенції та компетентності.

Курс шкільної фізики є прикладним, а тому базується на експериментальному методі навчання. У Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти [197] в основу організації та змісту

навчально-виховного процесу освітніх навчальних закладів покладено діяльнісний, особистісно-орієнтований та компетентнісний підхід. Останній ґрунтується на понятті «компетентність». Крім цього на сучасному етапі розвитку шкільної освіти здійснюється зміна поколінь обладнання та установок з фізичного експерименту. В цьому зв'язку зростає роль умов середовища, де здійснюється підготовка, постановка, проведення та обробка даних експерименту з фізики. Перераховане свідчить про актуальність проблеми створення та використання експериментально-орієнтованого навчального середовища з фізики, методики формування експериментально-орієнтованих компетентностей у навчанні фізики.

В період будівництва індустріального суспільства в нашій країні були закладені основи формування ШФЕ вченими-методистами П.О. Знам'янським [95], Л.І. Рєзніком [202], М.І. Розенбергом [203], О.А. Покровським [192] та іншими.

Систему демонстраційних, фронтальних і домашніх дослідів, експериментальних задач, фронтальних лабораторних робіт та фізичного практикуму розробляли і удосконалювали відомі дослідники Л.І. Анциферов [7], П.С. Атаманчук [11], Л.Ю. Благодаренко [35], О.І. Бугайов [42], В.А. Буров [76], С.П. Величко [49], В.П. Вовкотруб [53], Ю.О. Жук [86], В.Є. Коршак [121], А.М. Кух [134], В.В. Мендерецький [158], Б.Ю. Миргородський [160], О.М. Ніколаєв [174], І.М. Піщіков [7], О.А. Покровський [192], М.І. Садовий [209], В.П. Сергієнко [217], О.М. Трифонова [209], М.І. Шут [276] та інші. Вони довели, що ШФЕ сприяє глибшому й усебічному засвоєнню програмного матеріалу, допомагає учням ознайомитись з принципами вимірювання фізичних величин, оволодіти способами і технікою вимірювань, а також методами аналізу похибок тощо.

В традиційній методиці навчання фізики експеримент – це відображення наукового методу дослідження, що властивий цій науці. Постановка дослідів і спостережень має визначальне значення для мотивації навчання, розуміння суті явищ та процесів, ознайомлення учнів із сутністю експериментального методу,

з його роллю в наукових дослідженнях з фізики, а також для озброєння школярів практичними навичками. Вивчення явищ на основі фізичного експерименту сприяє формуванню наукового світогляду учнів, більш глибокому засвоєнню фізичних законів, підвищує інтерес школярів до вивчення предмета. Навчальний експеримент є відтворенням за допомогою спеціальних приладів фізичного явища (рідше – використання його на практиці) на уроці в умовах найбільш зручних для його вивчення. Тому він слугує одночасно джерелом знань, методом навчання й видом наочності [189, с. 46].

В період різкої зміни освітньої парадигми в Україні, перехід розвитку з індустріального на інформаційний, зазнала змін й методика навчання фізики. В цьому зв'язку актуальною є проблема: яка роль нині відводиться шкільному фізичному експерименту у навчанні фізики? Традиційно йому були властиві розвиток, удосконалення, оновлення, конструювання нового обладнання.

Аналіз Наукових записок, Серія: Педагогічні науки (Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка) [168], [169], [170], Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка) [171], Наукового часопису Національного педагогічного університету ім. М.П.Драгоманова [167] дає досить широке коло відповідей. Найбільш поширеними є такі, які свідчать, що експеримент дозволяє показати явища, що вивчаються та сприймаються суб'єктами навчання. У такому вигляді створюється необхідна експериментальна база для вивчення конкретних фізичних явищ, ілюстрації встановлених у науці законів і закономірностей на доступному для учнів рівні розвитку. За допомогою експерименту зміст навчального матеріалу є зрозумілим для учнів, забезпечується наочність навчання, учні знайомляться з експериментальним методом дослідження фізичних явищ, показується застосування фізичних явищ у техніці, технологіях та побуті [61, с. 154-171].

Водночас навчальний експеримент безпосередньо зв'язаний з науковим фізичним експериментом, під яким розуміють систему цілеспрямованого

вивчення природних явищ та процесів шляхом чітко спланованого відтворення фізичних явищ в лабораторних умовах експериментального середовища з подальшим аналізом і узагальненням одержаних за допомогою приладів експериментальних даних. Спостереження буде успішнішим, коли створюються умови для активного втручання у хід фізичних явищ суб'єктів навчання за допомогою експериментальних засобів. Якщо до цього долучити середовище фізичного кабінету, школи, населеного пункту, то суб'єкти навчання стають елементами експериментально-орієнтованого навчального середовища, у яких формуються експериментально-орієнтовані компетентності.

Науковий експеримент сприяє контролюванню експериментальних засобів, дає методи дослідження і фактологічний матеріал. Але повної тотожності між фізичним та науковим експериментами немає. Головна відмінність полягає в тому, що науковий експеримент проводиться у науково-дослідницькому середовищі, ставиться з метою дослідження природи і одержання нових знань про неї. Вагомим його елементом все більше стає математичне моделювання та прогнозування результатів. Навчальний експеримент проводиться у навчальному середовищі і покликаний організувати здобування знань, умінь, навичок, цінностей учнями, забезпечити перетворення їх у безпосередню продуктивну силу [183, с. 466].

Традиційно визнано, що навчання курсу фізики в загальноосвітній школі повинно спиратися на експеримент, який забезпечує закріплення знань, формує уміння та навички. Основними етапами формування фізичних понять є спостереження явища, встановлення зв'язків з іншими поняттями, введення величин, що його характеризують. В цьому випадку формуються експериментальні навички. Демонстрація дослідів на уроках, показ деяких із них віртуально, використання навчального кіно і телебачення, виконання лабораторних робіт учням складають основу традиційного експериментального методу навчання фізики в школі. Являючись засобом пізнавальної інформації, навчальний експеримент одночасно є і головним засобом наочності при вивченні фізики, він дозволяє найбільш успішно і

ефективно формувати в учнів конкретні образи, які адекватно відображаються в їх свідомості, фізичні явища, процеси і закони, які їх поєднують. З урахуванням вимог Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти [197] перераховане залишається актуальним, але трансформованим на формування компетентностей. У зазначеному документі [197] компетентності розглядаються як категорія, що віддзеркалює зв'язок між пізнавальною й практичною діяльністю людини. Знання виявляються в системі понять, суджень, уявлень та образів, орієнтовних основ дій тощо, яка має певний обсяг і якість. Знання можливо ідентифікувати тільки за умови їх прояву у вигляді умінь та навиків виконувати відповідні розумові або фізичні дії [115].

На нашу думку, такий підхід є дещо обмежений навчальним середовищем фізичного кабінету і не в повній мірі сприяє формуванню в учнів компетентностей, які забезпечують гуманізацію, гармонізацію, конкурентоздатність тощо. Виходячи з структури швидко змінюючого динамічного освітнього-навчального середовища ШФЕ, див. рис. 1.5, пропозицій європейського проекту TUNING [260] поняття експериментальної компетентності розглядається як підсистему, яка включає знання і його розуміння (теоретичне знання академічної галузі, здатність знати й розуміти), як діяти (практичне й оперативне застосування знань до конкретних ситуацій), знання як бути (цінності як невід'ємна частина способу сприйняття й життя з іншими в соціальному контексті).

У частині досліджень з методики навчання фізики [138] поняття «компетентність» нерідко розглядаються як деяка підміна понять умінь та навички або їх інтеграція. У нашому дослідженні ми дотримуємось трактування цих понять з урахуванням не лише вимог Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти [197], а й викладених у параграфах 1.1, 1.2 ідей. Сутність полягає у формуванні зовнішнього та внутрішнього навчального середовища і формування наскрізних компетентностей глобалізованого суспільства.

Традиційно *уміння* розглядаються як здатність людини виконувати певні фізичні дії на основі набутих фізичних знань та навичок. Системи умінь з фізики в поєднанні з їх цінностями та практичним застосуванням формують відповідну компетентність. Дослідники [87; 121] уміння поділяються за видами.

Предметно-практичні – уміння виконувати дії щодо дослідження закономірностей переміщення об'єктів у просторі, зміни їх форми. Традиційно головну роль у регулюванні предметно-практичних дій виконують перцептивні образи, що відображають просторові, фізичні та інші властивості предметів і забезпечують керування робочими рухами відповідно до властивостей об'єкта та завдань діяльності. В експериментально-орієнтованому навчальному середовищі вони набувають більш цілісного характеру.

Предметно-розумові – уміння щодо виконання операцій з розумовими образами предметів. Ці дії вимагають наявності розвиненої системи уявлень і здатність до розумових дій (наприклад, аналіз, класифікація, узагальнення, порівняння тощо). Формування їх ми пропонуємо здійснювати не обумовлено, а у експериментально-орієнтованому навчальному середовищі.

Знаково-практичні – уміння щодо виконання операцій зі знаками та знаковими системами. Ми пропонуємо формування таких умінь здійснювати за рахунок віртуальних експериментів, математичного моделювання фізичних процесів з урахуванням глобальних проблем сучасності. Тоді створюється відповідне експериментально-орієнтоване навчальне середовище, в якому формуються якості особистості, здатної до життя у глобалізованому суспільстві.

Знаково-розумові – уміння розумового виконання операцій із фізичними знаками та знаковими фізичними системами більше носять теоретичний характер. Наприклад, дії, що є необхідні для виконання логічних та розрахункових операцій. Ці дії дозволяють вирішувати широке коло задач в узагальненому вигляді з використанням структурно-логічних схем.

Поняття «компетенція» та «компетентність» в нашому розумінні включає не тільки когнітивну й операційно-технологічну складові, але й мотиваційну, етичну, соціальну, поведінкову (результати освіти, знання,

уміння, систему ціннісних орієнтацій). В їх формуванні вирішальну роль відіграє не тільки зміст курсу фізики, але й глобальне освітнє та компетентнісно-орієнтоване навчальне середовище, організація освітнього процесу, освітні технології, форми самостійної роботи учнів тощо. Ми робимо наголос на широко узагальнений, а не лише інтегральний характер поняття «компетентність» стосовно понять «знання», «уміння», «навички».

Вказані поняття будуть успішно сформованими у відповідному навчальному середовищі, де переважаючим є експериментально-орієнтоване навчальне середовище з фізики, рис. 1.7. Сутність такого середовища полягає у тому, що всі його складові ми розглядаємо не в статичному вигляді, а динамічно – у розвитку, взаємодії, інтеграції.

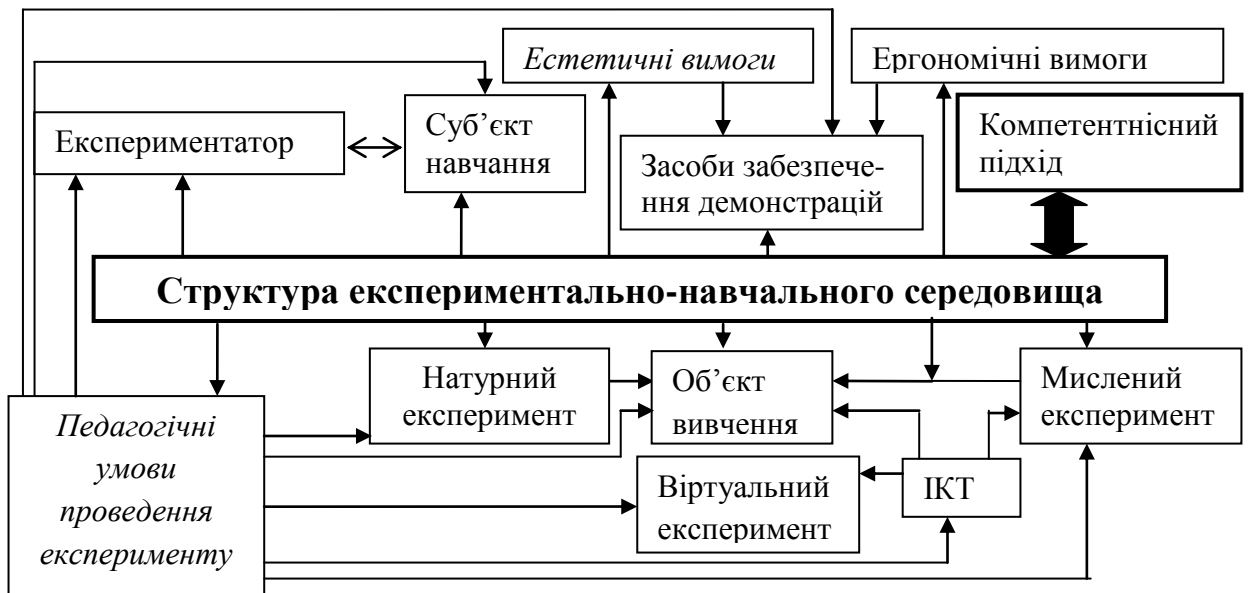


Рис. 1.7. Структура експериментально-орієнтованого навчального середовища

Виходячи з компетентнісного підходу експериментально орієнтоване навчальне середовище вивчення фізики включає логічно організований навчальний експеримент, який передбачає:

1. Експериментатор і його діяльність розглядаються через ознаки пізнавального суб'єкта з урахуванням глобального освітнього середовища.

2. Наявність визначених і взаємообумовлених властивостей об'єкту та предмету експериментального навчання (дослідження) старшокласників.

3. Засоби (інструменти, прилади, експериментальні установки, експериментальне середовище фізичних кабінетів, набори з розділів фізики і т.д.) експериментального дослідження, що знаходяться у безпосередньому навчальному зв'язку з об'єктом, предметом, експериментатором та оточуючим середовищем.

4. Наявність та обґрунтованість психолого-педагогічних умов забезпечення проведення компетентнісно-орієнтованих експериментів.

5. Дотримання естетичних та ергономічних правил у проведенні експериментів.

6. Поєднання та особливості реальної, віртуальної, мисленнєвої та інформаційно-комунікаційної складових навчального експерименту.

Структурні елементи доцільно розглядати за визначеним об'єктом експериментального вивчення: натурний, віртуальний, мислений експерименти; за засобами забезпечення демонстрацій: інструменти, прилади, експериментальні установки, естетичні, ергономічні вимоги; за психолого-педагогічними умовами: вимоги до всіх видів експерименту, ІКТ, експериментатора, суб'єкту навчання, засобів демонстрацій, об'єкту вивчення.

Перша група формується навколо поняття «об'єкт вивчення», в основному об'єднує методичну частину визначеного простору.

У другу входить психолого-педагогічна частина, яка разом з елементами структури практично є об'єднуючим фактором простору. Окремо визначені експериментатор та суб'єкт навчання.

З методологічної точки зору об'єктивна сторона експерименту не вичерпується одним лише предметом експериментального дослідження. Вона (об'єктивна сторона) містить у собі засоби експериментування, що ізолюють, реєструють, готують і перетворюють об'єкт у певних педагогічних умовах, створюючи психолого-педагогічну привабливість. Вирішальна роль засобів дослідження полягає в тому, що всі перераховані вище особливості видів експерименту можуть бути реалізовані тільки завдяки цим засобам. В сукупності перераховане складає систему, яка названа експериментальним

навчальним середовищем. Таке середовище, на нашу думку, може забезпечити реалізацію формування експериментально-орієнтованих компетентностей у навчанні фізики в загальноосвітніх навчальних закладах (ЗНЗ).

Перераховані складові експериментального навчального середовища дозволяють здійснити аналіз найбільш новітніх експериментальних засобів навчання фізики. До них ми віднесли навчальне експериментально-орієнтоване середовище фізичних кабінетів та набори з механіки, молекулярної фізики й термодинаміки, електрики й оптики фірми «PHYWE», набір з електродинаміки «Школяр», вимірювальний комплект для виконання фізичного експерименту з механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електрики та магнетизму, оптики, атомної і ядерної фізики, система «Кобра 3» [236], [237], [238], [241].

Ми визначили педагогічні та методичні умови, за якими визначається ефективність новітнього обладнання. До них відносяться: формування і організація раціонального, педагогічно виправданого навчального середовища кабінетів і кабінетів-лабораторій природничо-математичних дисциплін ЗНЗ, доповнення їх віртуальними експериментами; пошук і обґрунтування ефективних засобів організації навчально-пізнавальної діяльності учнів загальноосвітніх навчальних закладів в умовах широкого використання новітніх засобів навчання і наборів обладнання; формування мотивації і пізнавального інтересу учнів СЗНЗ до навчання через систему навчального експерименту на базі новітніх засобів навчання і наборів обладнання; поєднання індивідуальних, групових і колективних форм навчання в загальноосвітніх навчальних закладах з використанням новітніх засобів навчання і наборів обладнання; активізація навчально-пізнавальної діяльності учнів загальноосвітніх навчальних закладів, розвиток їх самостійності в процесі опанування природничо-математичними дисциплінами з використанням новітніх засобів навчання і наборів обладнання; організація оперативного контролю і самоконтролю результатів навчально-пізнавальної і творчої діяльності учнів СЗНЗ за умови використання новітніх засобів навчання і наборів обладнання з подальшою корекцією процесу навчання та виховання; виявлення ефективних шляхів використання новітніх

засобів навчання і наборів обладнання для формування і розвитку творчих здібностей учнів ЗНЗ з виходом на аналіз глобальних проблем, пов'язаних з фізикою; створення педагогічно доцільних комплексів програмно-методичного забезпечення використання новітніх засобів навчання і наборів обладнання в ЗНЗ; відповідність новітніх засобів навчання і комплектів обладнання психофізіологічним та інтелектуальним особливостям учнів ЗНЗ; оптимальний режим роботи учнів у навчальному середовищі, яке побудоване на базі новітніх засобів навчання і наборів обладнання, в умовах ЗНЗ [87].

Таким чином, сформована система експериментально-орієнтованого навчального середовища дозволяє здійснити аналіз найбільш новітніх експериментальних засобів навчання фізики. До них ми віднесли навчальне експериментально-орієнтоване середовище фізичних кабінетів та набори з механіки, молекулярної фізики й термодинаміки, електрики, оптики фірми «РНУВЕ», набір з електродинаміки «Школяр», вимірювальний комплект для виконання фізичного експерименту з механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електрики та магнетизму, оптики, атомної і ядерної фізики, система «Кобра 3».

1.4. Особливості психолого-педагогічних вимог до формування експериментально-орієнтованих компетентностей старшокласників

Сучасне суспільство характеризується властивими для трансформаційних суспільств швидкими змінами у всіх сферах життя. Особливо швидкі зміни відбуваються в галузях економіки та інформатизації, що ґрунтовно впливає на розвиток науки, освіти, культури, освітянського простору. Інформація сьогодні набуває найбільшої цінності та є стратегічним продуктом держав. Відомий сучасний американський філософ Алвін Тоффлер, аналізуючи феномен трансформації сучасних суспільств, стверджує, що «світ, який швидко утворюється від зіткнення нових цінностей і технологій, нових геополітичних

відносин, нових стилів життя й засобів сполучення, вимагає зовсім нових ідей і аналогій, класифікацій і концепцій» [260, с. 14]. Ця концепція відбиває сьогоденню парадигму суспільного буття та лежить в основі формування освітніх цілей розвинутих держав світу.

На освіту сьогодні суттєво впливають зміни в сучасному суспільстві. Зокрема, протягом останніх десятиліть у багатьох країнах світу та в Україні відбувся перехід від технократично-індустріальної до інформаційної системи розвитку. На освіту вплинули суспільні інтеграційні процеси, зокрема, глобалізація, демократизація, створення єдиного європейського інформаційного простору. Ці зміни відбулись такими темпами, що зумовили потребу переглянути й реформувати освіту на всіх рівнях, оскільки наявні системи не повністю відповідали сучасним запитам та потребували переорієнтації.

П.С. Атаманчук [12], Л.Ю. Благодаренко [31], Г.Ф. Бушок [46], О.І. Ляшенко [149], М.Т. Мартинюк [152], О.М. Ніколаєв [178], В.П. Сергієнко [217], М.І. Шут [276] та ін. у своїх працях відзначали, що процес навчання шкільного курсу фізики має проводитися з урахуванням вказаних змін. При цьому повинне бути постійне оновлення фізичних знань, відповідність їх Державному стандарту освіти [197]. Проте вони мало досліджували проблему формування експериментальних компетентностей у навчанні фізики.

До психолого-педагогічних вимог формування експериментально-орієнтованих компетентностей старшокласників ми віднесли категорії готовності до формування компетентностей і їх складові: потреби до діяльності; інтерес; мотивація; допитливість; прагнення до результату; захопленість, таблиця 1.2.

Зазначимо, що особистісна рефлексія навчальних досягнень та мотивація навчання є головними критеріями, які характеризують складові психологічної готовності старшокласників до здобуття нових знань, умінь, навичок, які через цінності та прикладне значення перетворюються у компетентності, таблиця 1.2.

Успішне формування експериментальної компетентності залежить від мотиваційної забезпеченості навчально-виховного процесу. Мотивація навчання ґрунтується на потребі, яка стимулює пізнавальну активність учня,

його готовність до первинного засвоєння знань. Ми окреслили характеристики складових готовності до формування експериментальної компетентності з фізики: критерії ефективності, показники, методика оцінювання, таблиця 1.2. Потреба не визначає характеру діяльності, її предмет окреслюється тоді, коли учень починає діяти. Спонукальна (мотиваційна) складова навчальної експериментальної діяльності охоплює пізнавальні потреби, мотиви і сенси навчання. Важливою умовою навчання є наявність пізнавальної потреби і мотиву самовдосконалення, самореалізації та самовираження. Емоційне переживання пізнавальної потреби постає як інтерес.

Таблиця 1.2

Характеристика складових готовності до формування компетентності з фізики

<i>Критерії ефективності</i>	<i>Показники</i>	<i>Методики оцінювання</i>
Особистісна рефлексія навчальних досягнень	Рівень розвитку критичного мислення	Статистичний аналіз результатів
Мотивація навчання	Рівень активізації пізнавальної активності учнів	Експертне оцінювання, аналіз результатів анкетування, тестування

Невмотивовані знання, які учень здобуває у школі, можуть бути для нього лише засобом досягнення інших цілей: одержати атестат, уникнути покарання, заслужити похвалу тощо. У такому разі його спонукають не інтерес, допитливість, прагнення до оволодіння знаннями, вміннями, захопленість процесом засвоєння знань в результаті навчання, а інше. Залежно від очікуваних результатів учні можуть виявити так звану негативну мотивацію навчальної діяльності та мотивацію, яка має позитивний характер. За характером поведінки учнів виділяється внутрішня та зовнішня мотивації.

До основних елементів компетентнісного учня відносяться [197]: вміння пояснити фізичне явище, яке старшокласники бачать; здатність до пошуку нової інформації; спроможність застосовувати новітні інформаційно-комунікаційні технології навчання; експериментально підтверджувати фізичні теорії тощо. Отримані результати досліджень, див. табл. 3.1, дають невисокий рівень

готовності виконання старшокласниками фізичного експерименту (на рівні 27,3% від загальної кількості). Більшість учнів контрольних класів не можуть повноцінно відтворити результати експерименту, планувати його.

Окрім вищезазначених готовностей учнів до сприймання і засвоєння навчального матеріалу виділяють психологічну. Під психологічною готовністю розуміється [107] здатність учня передбачати кінцевий результат власної пізнавальної діяльності і діяти відповідно до нього. Психологічним забезпеченням процесу пізнання Є.А. Климов [107] називає приведення свідомості учня в стан готовності до активного відображення об'єкта дослідження за допомогою педагогічного впливу.

Для організації проведення навчально-виховного процесу з фізики на належному рівні вчителю необхідно враховувати психічні особливості школярів старшої школи і відштовхуючись від цього, обирати методи та способи засвоєння знань, вмінь і навичок учнями. Це сприятиме підвищенню рівня їх навчальних досягнень, зацікавленості, мотивації, активності, а також створюватиме умови для формування та розвитку всіх предметної компетентності.

Запорукою успішної перебудови процесу навчання у старшій школі в напрямку забезпечення учнів якісними знаннями є дотримання психолого-педагогічних вимог до формування експериментальної компетентності.

Висновки до розділу 1

1. На основі аналізу спеціальної та психолого-педагогічної літератури із проблем формування ключових компетентностей з фізики виділено складові поняття компетентність, окреслена його структура, зроблено порівняння з традиційною системою навчання. Такий підхід дав змогу створити структуру методичної системи, до складу якої включено поняття: обґрунтоване планування; єдність теорії та експерименту; швидкий темп дослідження явища; максимальна самостійність; індивідуальна та групова робота учнів; високий рівень труднощів; насиченість навчання експериментом.

2. Визначено, що традиційна система шкільного фізичного експерименту потребує оновлення її теоретичних та методичних підходів.

Запропоновано здійснити таке оновлення на основі створеної структури експериментальної компетентності і розробки на цій основі методики її формування. Це дасть змогу значно активізувати пізнавальну активність учнів за рахунок мотивованого підходу до організації навчально-виховного процесу у середніх загальноосвітніх навчальних закладах. Окреслено п'ять основних шляхів використання навчального фізичного експерименту як засобу формування експериментальної компетентності засобами навчання нового покоління, як складових навчального середовища шкільного фізичного експерименту:

- моделювання явищ, заміна реальних експериментів комп'ютерними моделями, проведення лабораторних робіт з використанням віртуального середовища;

- створення і використання предметно-орієнтованих середовищ (середовищ розділів курсу фізики) для опрацювання результатів реального експерименту;

- проведення оперативного моніторингу навчального процесу із використанням комп'ютерних систем для визначення рівня навчальних досягнень;

- створення і використання комп'ютеризованих довідниково-інформаційних та експертних систем, систем з елементами штучного інтелекту.

3. Проаналізовано еволюцію та умови формування поняття навчального середовища, обґрунтовано та створено його структуру, де окремо виділено поняття експериментального навчального середовища, яке формується на основі новітніх тенденцій створення блоків-наборів для постановки дослідів, досліджень не на рівні відтворення знань, а на рівні їх пошуку через експериментальну діяльність. Окремо сформовано структуру компетентісно-орієнтованого навчального середовища, в основу якого покладено структуру експериментальної компетентності.

4. Обґрунтовано структуру формування психологічної готовності [39], [57], [81], [107] до оволодіння компетентностями та методичні засади створення експериментального навчального середовища з фізики у середніх

загальноосвітніх закладах як фактору розвитку особистості школяра, окреслені основні наукові підходи: системний, середовищний, особистісно орієнтований, діяльнісно-комунікативний і на основі охарактеризованих методологічних засад репрезентовано створення освітнього середовища як фактору розвитку особистості школяра через три концепти: методологічний, теоретичний та прикладний.

Основні наукові результати розділу опубліковані у працях [232], [233], [235], [236], [237], [242], [249], [250], [251], [252].

РОЗДІЛ 2.

МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТАРШОКЛАСНИКІВ НА ОСНОВІ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКТУ

2.1. Методологічні засади та психолого-педагогічні основи формування експериментально орієнтованого навчального середовища навчання фізики в старшій школі

В умовах змін у освіті та відповідно до Законів України «Про освіту» [198], «Про загальну середню освіту» [196], «Про позашкільну освіту» [199] в Україні визначені провідні цілі та завдання розвитку національної системи освіти, яка має відповідати соціальному замовленню та потребам особистості, здатної реалізувати себе у змінних умовах сучасного суспільства.

Освітнє середовище навчання фізики, яке створювалось впродовж двох попередніх століть, виправдано задовольняло суспільство індустріального типу. Нині активно впроваджується ідеологія освіти, провідною стратегією якої є орієнтація на розвиток школяра в процесі навчання фізики, як компетентної особистості. Вона може бути ефективно реалізованою з урахуванням науково-обґрунтованих методологічних засадах на психолого-педагогічній основі педагогічної діяльності суб'єктів навчання загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладів, оскільки саме вони спроможні створити освітнє середовище, здатне забезпечити сталий збалансований розвиток особистості школяра.

Проблема формування знань цікавила здавна філософів, педагогів, психологів. Іммануїл Кант підносить гносеологію до рівня основного елемента теоретичної філософії, її предметом має бути дослідження пізнавальної діяльності суб'єкта, виявлення її меж та законів діяльності людського розуму. Філософ стверджує, що головним фактором визначення способу пізнання та конструювання предмета знання є суб'єкт пізнання та його пізнавальні здібності.

«Критика чистого розуму», «Критика практичного розуму», «Критика здатності судження» розкривають осмислення філософії як науки, гносеології, проблем людської свободи та моральності.

Йоганн Фіхте роз'яснює зміст людської діяльності, як спосіб соціального буття і як основу культури [102]. В центр уваги етики він ставив суперечність між необхідністю і свободою. Воля людини та її духовна діяльність детерміновані й як фізична природа. Відповідно особистість підкоряється не тільки закону причинної зумовленості явища природи, а й виступає як суб'єкт історичного процесу.

Глибоко і ґрунтовно концепцію діяльності людини, як основи предметного розуміння культури розробив Георг Гегель [63].

Нами встановлено, що проблему діяльності досліджували Карл Маркс в частині практики, Сьорен К'єркегор в частині філософського явища волі, Ернст Кассіерер – символічно-знакових структур, Едмунд Гуссерл – життєвого світу, Макс Вебер та Іл'яс Парсонс – соціальну дію тощо.

Узагальнюючи викладені філософські думки простежується закономірність, що вони досліджували різні сторони гносеологічної діяльності людини і діяльність трактують як засіб, умову, рушійну силу, джерело формування соціальності, до якої входить передача набутого досвіду. На нашу думку, в частині навчально-виховного процесу з фізики, все це відбувається у певному середовищі, яке ми називаємо навчальним. Фізика є прикладною наукою, а тому експериментальна її складова є не менш вагомою за теоретичну. Ми вважаємо, що освітнє навчальне середовище з фізики має базуватись на діяльнісних методологічних засадах, основи яких закладено у філософії. Крім цього, філософське та психолого-педагогічне обґрунтування навчальної діяльності суб'єктів навчання відповідає засадам формування експериментально-орієнтованої компетентності, див. п. 1.1.

Закономірні зміни теоретичних основ у науці, в тому числі в природознавстві, технічних та суспільно-гуманітарних галузях полягає в тому, що наука стала безпосередньою продуктивною силою. Такий підхід

вимагає формування практичної компетентності за схемою: практична компетентність → продуктивна виробнича сила. Тоді закономірні зміни у навчанні фізики ми розглядаємо як *методологічний принцип*, що в повній мірі відповідає експериментально-орієнтованому компетентнісному підходу в навчанні щодо перетворення набутих знань у безпосередню виробничу силу. Технології в навчально-виховному процесі створюють єдину, нову систему, де забезпечується ефективніша цілісність, технологія дедалі більше опосередковується логічно, а логіка – технологічно, що відповідає вимогам формування в учнів практичних компетентностей.

У фізиці відомі кризи на рубежі XIX-XX століть. Одна з них пов'язана з неоднозначним трактуванням понять абсолютних та відносних фізичних величин у різних системах відліку. В цьому випадку практичною компетентність буде виступати сформованість в учнів механізму, коли знання, вміння та навички потребують певних наукових продуктивних цінностей, реального відображення дійсності. Відповідно виникає два варіанти дій: теоретична інтерпретація вказаних дій; намагання у стару теорію втиснути пояснення нових фактів практичного характеру.

Навчально-методичною основою формування експериментальної компетентності є навчальне середовище з фізики, яке створює матеріальна база наборів приладів та обладнання, і яку ми розглядаємо як динамічну, розвиваючу систему, структура та складові якої сприяють досягненню цілей, визначених Державним стандартом базової та повної загальної середньої освіти. Структура навчального середовища визначає його внутрішню організацію, взаємозв'язок і взаємозалежність між його елементами, рис. 1.4. Елементи (фізичний кабінет, препаратознавська, станки, обладнання, прилади, відеопроєктор) навчального середовища виступають, з одного боку, як його атрибути чи аспекти розгляду, що визначають матеріальну наповненість навчального середовища, а, з іншого боку, як ресурси навчального середовища, що включають у діяльність учасників навчально-виховного процесу, набуваючи при цьому ознак засобів навчання і виховання.

Виходячи з вище перерахованого ми сформуваємо *методологічні засади* формування експериментально-орієнтованого навчального середовища з фізики. Сутність їх полягає у наступному:

1. Пізнання законів природи, її структури не є фіксацією реальності чи перенесенням набутих суспільством фізичних знань в учнівський інтелект, а є інтеграційною діяльністю створеними засобами навчання учнівської взаємодії з оточуючим навчальним середовищем, що забезпечує формування знань, умінь та навичок.

2. Учнівський розум сприймає і виділяє для себе, як надійну, таку інформаційно-структуризовану систему знання, де суб'єкт навчання через експериментально забезпечену діяльність обґрунтовує їх необхідність, і сам створює і розв'язує проблемні ситуації на зрозумілих йому принципових фізичних законах, постулатах, теоріях.

3. Творча активність і проблемно-пошукова діяльність у навчанні є необхідною умовою формування в учнів якісних і доступних фізичних теоретичної та експериментальної компетентностей у системі Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти.

4. Формування навчального середовища забезпечується через філософський аналіз діяльності особистості та психолого-педагогічні умови цілісної системи інформаційних технологій пізнання.

Окреслені нами засади у повній мірі відповідають теорії В.В. Давидова [72], який спирався на ідею Л.С. Виготського [57] про те, що навчання йде попереду розвитку. Розвиток, на думку В.В. Давидова [72], буде проходити більш інтенсивно, якщо дитина включена в діяльність, яка відповідає її віковим особливостям. Тому діяльність щодо навчання фізичних понять, явищ, процесів повинна знаходитися у певному методологічному полі, яке створюють означені нами методологічні засади.

Психолого-педагогічні вимоги до визначальної ролі різних видів діяльності та спілкування у розвитку особистості школяра висвітлені у

працях вченими: Б.Г. Ананьєв [6], О.О. Бодальов [37], П.Я. Гальперін [62], С.Л. Рубінштейн [204] та інші.

Зокрема, О.О. Бодальов [37], говорячи про сприймання, вказував, що суттєвою особливістю є ступінь розрізнення й усвідомлення індивідуумом особливостей виразної дії.

Б.Г. Ананьєв [6] визначає два види діяльності – пізнання і спілкування, що мають безпосереднє значення для розвитку дитини на всіх етапах онтогенезу. Пізнання є основною формою діяльності індивіда саме внаслідок того, що пізнання є всесвітньо-історичним процесом цілеспрямованого і узагальненого віддзеркалення суб'єктами навчання об'єктивних законів природи, суспільства і самої свідомості.

С.І. Подмазін зазначає, що «змістом освітнього процесу є динаміка якостей і станів суб'єктів цього процесу», «компоненти та рівні компетентності особистості формуються в процесі освітньої діяльності й можуть бути зафіксованими як її результат на даний час» [190, с. 51].

Дослідники одностайні в тому, що все життя дитини супроводжується різними видами діяльності, у процесі яких дитина набуває певних знань, здійснюється її психічний розвиток, збагачуються форми пізнання довкілля, засвоєння суспільного досвіду, норм і правил взаємовідносин між людьми. Діяльнісну складову ми розглядаємо як інтеграцією чотирьох основних компетентностей: практичної, проєктувальної, інформаційної, аналітичної, рис. 1.3.

Таким чином методологічні засади, діяльність та зміст навчання фізики є основою для формування експериментальних компетентностей учнів. Виходячи з методологічних засад ми визначили основні вимоги до методики навчання фізики в частині формування експериментальної компетентності:

1. Навчити методам постановки і проведення експериментального дослідження фізичних явищ і процесів на основі знань універсальних законів фізики;

2. Навчити використовувати сучасні обчислювальні засоби для комп'ютерного моделювання різних фізичних процесів і явищ;

3. Навчити здійснювати обробку експериментальних результатів із застосуванням автоматизованих систем і комп'ютерної техніки.

Вказаним вимогам відповідає один з найбільш сучасних і ефективних з них є набір приладів та устаткування компанії RHYWE. Вона випускає більше тисячі найменувань приладів, обладнання для оснащення шкільних і університетських лабораторій. Обладнання має високі технічні характеристики, прилади є функціональні та інформативні. Це дає можливість не лише створити безпосереднє навчальне експериментальне середовище з певної теми, а й забезпечити високу якість знань, умінь та навичок суб'єктів навчання, послідовно формувати експериментальну компетентність в учнів.

Вивчення характеристик наборів показує, що вони забезпечують виконання великої кількості експериментів, що сприяє реалізації визначеної Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти системи підходів у навчанні. На рис. 1.3 ми виокремили практичну, проектувальну, інформаційну, аналітичну компетентності як підсистеми діяльнісної складової експериментальної компетентності.

Прикладом формування інтегрованої діяльнісної складової експериментальної компетентності є формування поняття «електрон» у 7 класі, де поняття електрона вивчається як частинка. За аналогічною методикою здійснюється його вивчення за рівнем стандарту, академічним і профільним рівнями. І лише у фізико-математичних спеціалізованих класах поняття «електрон» розглядається як сингулярне утворення дуалістичного характеру, яке наочно не уявити.

Впровадженню та реалізації проектувальної технології у навчально-виховний процес загальноосвітніх навчальних закладів присвячені роботи Г.П. Андрєєва [103], В.Ю. Бикова [23], Н.В. Морзе [162] та інших. З метою реалізації діяльнісного аналізу можуть бути використані різні технології. З позицій системного підходу проектувальна компетентність має структуру

організаційно-часової взаємодії складових педагогічної системи, яка побудована відповідно до цілей та обраних методів навчання, рис. 1.3.

Досліджуючи роботи В.Ю. Бикова [23] ми встановили, що проєктувальний підхід – це напрям у методології наукового пізнання і соціальної практики, в основі якого лежить розгляд можливих, а також пошук і реалізація раціональних (ефективних) шляхів цілеспрямованого управління діяльністю протягом деякого (попередньо визначеного) часу. Основною метою проєктної технології є: здобуття та поглиблення учнями знань шляхом реалізації тісного зв'язку з реальним життям; використання системи проблемно-орієнтованих завдань з метою формування в учнів різних видів компетентностей, у тому числі і фізичної.

Отже, на нашу думку, до психолого-педагогічних умов використання проєктної технології науковці відносяться: самостійна діяльність учнів в оволодінні фізичними знаннями, набутті умінь, навичок та цінностей; визначення вихідної інформації, окреслення кінцевої мети проєкту та відшукування механізму досягнення мети; структурування змістової частини проєкту, як невід'ємної частини навчального середовища; результати виконаних проєктів мають бути матеріальними (певним чином оформлені) і мають перетворитись у безпосередню виробничу силу.

На нашу думку, основною перевагою проєктної технології, у порівнянні з іншими, є те, що використання цього підходу надає широкі можливості для формування експериментальної компетентності. Проте, говорити про те, що під час роботи над проєктом постановки лабораторних робіт чи дослідів в учнів розвивається тільки ця компетентність не можна, так як паралельно відбувається формування та розвиток й інших видів компетентностей.

Проєктна технологія пов'язана з проблемно-пошуковою, оскільки виконання проєкту передбачає розв'язування поставленої проблеми, яка носить практичний або прикладний характер.

В ході педагогічного експерименту, див. п. 3.2, ми виявили, що проєктувальна компетентність найбільш ефективно формується при виконанні

лабораторних чи фронтальних робіт. Суть полягає у тому, що спочатку учень прогнозує результат експерименту, потім виконує його. По завершенню роботи результат та прогноз співставляється, аналізується і робиться висновок. У такий спосіб здійснюється активізація розумової діяльності учнів.

Формування проєктувальної компетентності можна здійснювати і за допомогою віртуальних експериментів. Зокрема, у такий спосіб здійснюється навчання релятивістської фізики, де визнається відносність фізичної картини світу, як певної форми і ступеня пізнаності фізичного світу, наближено до абсолютної реальності. Тоді враховується і лапласівський детермінізм, тобто, що фізичні взаємодії не можуть поширюватись зі швидкістю, більшою за швидкість світла.

За концепцією українського психолога Г.С. Костюка індивід стає суспільною істотою, особистістю в міру того, як у нього формуються свідомість і самосвідомість, утворюється система психічних властивостей, здатність брати участь у житті суспільства, виконувати соціальні функції. На нашу думку, перераховане складає основу аналітичної компетентності, рис. 1.3, на якому визначені елементи, які забезпечують її формування: методи дослідження, логічне мислення, здібності та здатність суб'єктів навчання.

Набір компанії RHYWE в достатній мірі забезпечує формування знань, умінь та навичок, які забезпечують аналітичну компетентність з фізики. Зокрема, набуття аналітичної компетентності є ефективним, коли аналізуються суперечності фізики кінця ХХ - початку ХХІ ст. Вони полягали в тому, що класична фізика не могла пояснити нові відкриття. Вчені мали справу з об'єктами, які не сприймаються органами відчуття, частину об'єктів взагалі неможливо уявити наочно, і вони моделювалися й аналізувалися математично. Математика перетворилась із допоміжного знаряддя у спосіб передбачення та аналізу.

Ефективність формування аналітичної компетентності учнів у значній мірі забезпечується використанням у багатьох експериментах з фізики аналого-цифрових перетворювачів «Cobra3» і персональних комп'ютерів зі встановленою на них універсальною програмою «Measure». Це дозволяє в ході виконання

лабораторного дослідження здійснювати управління фізичним експериментом, створювати базу даних, оперативно обробляти результати вимірів, представляючи їх у вигляді цифрового або графічного матеріалу.

В кінці ХХ - на початку ХХІ ст. широкого розвитку набув аналіз інформаційних потоків. Якщо у ХХ столітті подвоєння інформації відбувалось кожні 10 років, то нині – один рік, а у недалекому майбутньому передбачається декілька місяців. Тому, на нашу думку, головна тенденція освіти не у конкретизації знань, а у цілісності, поновленні знань, бо прикладні знання втрачають свою цінність кожні 10-15 років. Тому актуальними нині є інформаційні технології навчання, в ході яких відбувається формування теоретичних та практичних знань, умінь та навичок, які забезпечують становлення інформаційної компетентності, рис. 1.3, учнів, що здатні забезпечити «живучість» набутого навчального досвіду.

В роботі ми визначили систему експериментальних компетентностей, які формуються в учнів через аналіз інформації, таблиця 2.1.

Таблиця 2.1

Система експериментальних компетентностей, яких набувають учні при аналізі інформації

<i>Форма опрацювання інформації</i>	<i>Експериментальні компетентності, яких набуває учень</i>
Конструювання фізичних приладів	<ul style="list-style-type: none"> – оволодіння способами пошуку інформації; – аналіз огляду літератури; – виділяти головне в опрацьованій інформації; – робити аналіз, синтез та порівняння здобутої інформації.
Фізичний практикум	<ul style="list-style-type: none"> – вибір ефективних методів опрацювання різних джерел інформації; – перекодувати інформацію (текст↔графік, текст↔таблиця); – використовувати інформацію для власного розвитку.
Навчально-дослідні роботи	<ul style="list-style-type: none"> – здійснювати пошук інформації; – працювати з різними джерелами інформації; – аналізувати отриману інформацію; – перекодувати інформацію; – використовувати отриману інформацію для пояснення фізичних явищ, які досліджуються.

Проблему інформаційної компетентності у навчанні фізики розглядали:

- С.В. Тришина [267] як інтегративну якість особистості, що є результатом відображення процесів добору, засвоєння, опрацювання, трансформацій генерування повідомлень в особливий тип предметно-специфічних знань, яка дозволяє виробляти, приймати, прогнозувати і реалізовувати оптимальні рішення в різних галузях діяльності;

- Н.В. Баловсяк [18], Л.Ю. Благодаренко [31] як здатність знаходити, оцінювати й використовувати інформацію в усіх її видах;

- О.М. Спірін [256] як підтверджена здатність особистості використовувати інформаційні технології для гарантованого донесення та опанування інформації з метою задоволення власних індивідуальних потреб і суспільних вимог щодо формування загальних та професійно-спеціалізованих компетентностей людини.

Аналогічні думки висловили Б.О. Грудинін [70], О.В. Ліскович [147], Т.В. Ткач [259] та В.Д. Шарко [270].

Узагальнюючи роботи вказаних учених ми відзначаємо, що інформаційна компетентність з фізики індивідуальна і характеризує особистість, що здатна до самоосвіти і саморозвитку, передбачає обізнаність у галузі застосування інформатики до навчання фізики, використання набутих знань і умінь для практичної їх реалізації, чим забезпечується зміна на краще самого життя.

Таким чином, під поняттям «інформаційна компетентність» ми розуміємо процес набуття суб'єктами навчання сукупності засобів і методів збору, отримання, накопичення, зберігання, обробки, аналізу і передачі даних з навчання фізики в старшій школі в організаційній структурі з використанням обчислювальної техніки, Інтернету, локальних систем для отримання інформації нової якості про фізичні явища, процеси. Це вимагає постановка дослідів з новітніми наборами з фізики. Досліджуючи роль навчального середовища, частину якого створює експериментальна база наборів з фізики, у формуванні цілісних знань учнів про природу ми розглядаємо простір, що оточує учня через призму експериментів, окреслених у додатку А.

Ми поділяємо точку зору В.Р. Ільченко [100], яка зазначає, що саме довкілля, як основний компонент навчального середовища в урочний і

позаурочний час, сприяє формуванню цілісності уяви про фізичні явища та процеси. Діяльність, яка забезпечує таку систему знань, умінь та навичок, ми віднесли до нормативної складової експериментальної компетентності, рис. 1.3. Сприйняття інформації, що йде від довкілля, не є сумішшю фізичного відчуття і раціонального міркування, а є результатом ситуаційного процесу, в якому потреби спостерігача ведуть до дослідницької діяльності.

Визначена система знань включає не лише формальні означення фізичних понять, а й має ціннісне та практичне значення, коли перетворюється у практичну площину застосування. Зокрема, формування компетентності при вивченні закону Всесвітнього тяжіння повинне враховувати, що він не є універсальним, бо має відхилення у Меркурія. Аналогічно необхідно формувати ціннісні експериментальні характеристики при вивченні суперечливих понять корпускулярно-хвильового дуалізму, поняття імпульсу частинки (дія в одній точці) та хвилі (локальний імпульс), дискретності енергії, моменту кількості руху, його проекції, специфіки опису макросвіту та мікросвіту відповідними рівняннями тощо.

Розвиток є складним процесом, який визначається як зовнішніми, так і внутрішніми факторами. Підбір експериментів до уроків ми пропонуємо здійснювати з урахуванням думки Л.В. Занкова, що зовнішнім фактором є навчання, а внутрішніми – індивідуальні особливості кожної дитини.

На нашу думку, проблемно-пошукові технології навчання ґрунтовно дослідили Ю.К. Бабанський, А.А. Давиденко, І.Я. Лернер, А.М. Матюшкін, М.І. Махмутов, М.М. Скаткін.

Зокрема, М.М. Скаткін [223] розглядає проблемно-пошукове навчання як новий тип навчання пов'язаний з експериментальним середовищем, у процесі якого учні систематично залучаються до процесу розв'язування задач проблемного характеру.

М.І. Махмутов [157] вбачає функції проблемного навчання у наступному: розвиток інтелекту учнів, тобто їх пізнавальної самостійності і творчих здібностей; формування діалектико-матеріалістичного мислення

школярів; загально і гармонійно розвинутої особистості; накопичення досвіду творчої діяльності; мотивів навчання, соціальних, моральних і пізнавальних потреб.

Узагальнюючи приведені дослідження ми виокремили проблемно-пошукову діяльність, яка ґрунтується на принципах розвитку когнітивної сфери учнів, формуванні експериментальних та дослідницьких умінь.

Ми поділяємо точку зору А.А. Давиденка, який виокремлює наступні основні принципи проблемного навчання: забезпечення напрямку мислення учнів в напрямку до узагальнень, а не давати їм готові визначення понять.

В основі такої технології лежить поняття «проблема» або «проблемна ситуація», які усвідомлені і прийняті суб'єктом навчання до розв'язання. Проблемна ситуація – це інтелектуальне утруднення людини, яке виникає у випадку, коли вона не знає як пояснити явище, факт, процес дійсності і не може досягти мети відомими їй шляхами.

Ми узагальнили дослідження науковців і прийшли до висновку, що на уроках фізики у старшокласників доцільно формувати проектувальну компетентність з метою реалізації наступних типів проблемних ситуацій:

- учні знаходять способи розв'язування задачі через узагальнення системи набутих компетентностей для знаходження відповіді на проблемні питання. Найбільш ефективною в цій системі є експериментальна компетентність;

- використання системного аналізу до набутих раніше знань для знаходження обґрунтованих шляхів знаходження відповіді за різних умов, визначення цінностей здобутих компетентностей;

- уміння знаходити існуючі суперечностей між теоретично можливим шляхом розв'язування задачі і практичною реалізацією обраного методу, що сприяє формуванню проектувальної компетентності;

- перетворення проблемної ситуацію у постановку та реалізацію розв'язку експериментальних задач, в процесі чого формується експериментальну компетентність.

У межах проблемно-пошукової технології організації навчально-виховного процесу ми виділяємо діяльність старшокласників до конструювання фізичних приладів, виконання спостережень та навчально-дослідних робіт, де безпосередньо формується проектувальна компетентність.

Таким чином, проблемно-пошукове навчання, проектні технології є ефективними, коли їх розглядати через філософський аналіз взаємозв'язку з навчальним середовищем, психолого-педагогічними умовами цілісної системи технологій пізнання та експериментальної компетентності.

Отже, окреслені нами поняття формування експериментальних компетентностей, експериментально-орієнтованого навчального середовища, методологічних засад та технологій передбачають закономірності формування теоретичних та експериментальних компетентностей з фізики учнів старшої школи через компетентнісний, діяльнісний, особистісно-орієнтований підходи. Технології формування експериментальної компетентності пов'язані з зазначеними підходами у їх межах видів діяльності, надають широкі можливості для гармонійного розвитку учнів, готовності їх до продуктивної діяльності.

2.2. Комплексне забезпечення компонентів навчального процесу як головна умова ефективного формування експериментаторської компетентності з використанням системи фізичного обладнання

Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти [197] визначає вимоги до освіченості учнів основної і старшої школи та вимагає формування у випускників загальноосвітніх навчальних закладів компетентностей.

На основі проведеного у параграфі 1.4 психолого-педагогічного аналізу поняття «компетентність» ми розглядаємо його як особистісну здатність учнів старшої школи вирішувати коло професійно-орієнтованих завдань з фізики з новітнім обладнанням з фізики. Тоді на цій основі формуються: особистісні, потенціально продуктивні якості формально описані у Державному стандарті

базової і повної загальної середньої освіти [197]; фізичні поняття, явища, процеси, судження, дії, якими учень користується авторитетно, пізнавально, експериментально, набутим досвідом; усвідомлення кола повноважень, які забезпечують підготовку до свідомого вибору життєвого шляху в певних структурах продуктивної праці.

Аналіз вимог Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти [197] та сучасної методичної літератури [12], [209], [211] з окресленої проблеми дав змогу сформулювати думку, що формування експериментальних компетентностей старшокласників засобами експериментальних наборів з фізики включає: теоретичні знання рівня стандарту, академічного чи профільного рівня диференціації; усвідомлене розуміння і, практичну здатність діяти у напрямку перетворення знань у безпосередню виробничу силу; знання як діяти та уміння практично й оперативно застосувати знання до конкретних ситуацій; знання цінностей як невід'ємну частину способу сприйняття й життя в соціальному контексті. За такого підходу поняття «компетентність» ми розглядаємо як інтегрований результат взаємодії мотиваційного, цільового, орієнтаційного, функціонального, контрольного та оціночного компонентів.

Так як розвиток техніки і технологій на початку XXI століття характеризується стрімкими змінами, то й шкільне обладнання зазнає ряду систематичних змін та удосконалень.

До основних показників формування експериментальних компетентностей старшокласників засобами експериментальних наборів з фізики [236], [237], [238], [239], [241] ми включаємо: узагальнення європейського експериментального навчального середовища з фізики та інтеграцію до нього експериментальної бази з урахуванням здобутків української методичної школи і власних наукових здобутків; удосконалення експериментальної складової розробленої в Україні стратегії створення навчальних програм з фізики, в основі яких покладено формування в учнів ключових компетентностей; створення ефективної методики формування експериментальних компетентностей старшокласників засобами

експериментальних наборів з фізики та розробка технологій запровадження такої методики у навчально-виховний процес; обґрунтоване та апробоване узгодження змісту рівнево диференційованої фізичної освіти з сучасними наборами з фізики, які в повній мірі задовольняють потреби учнів для підготовки до життя у інформаційному середовищі.

Виходячи з визначення предметної компетентності як набутого учнями у процесі навчання досвіду специфічної для певного предмета діяльності, пов'язаної із засвоєнням, розумінням і застосуванням нових знань [197], необхідних для автономного виконання учнями викладених навчальною програмою з фізики конкретних дій з метою розв'язання навчальних проблем, задач, ситуацій ми дослідили психолого-педагогічні та методичні можливості наборів фізичного кабінету з фізики. До них ми віднесли: фізичне обладнання для виконання дослідів з механіки, рис. 2.1; набір обладнання з молекулярної фізики та термодинаміки, рис. 2.3; набір для демонстраційного експерименту для оптики, рис. 2.4; набір для фронтального експерименту з оптики, рис. 2.6; вимірвальна система «Кобра 3», рис. 2.7; набір з електродинаміки «Школяр», рис. 2.8; набори фізичного обладнання для виконання експерименту з механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електрики та магнетизму, оптики, атомної і ядерної фізики, рис. 2.2, 2.9.

Вказані набори дають змогу здійснити в повній мірі, згідно Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти [80] та навчальної програми з фізики [200] постановку системи демонстрацій з шкільного курсу фізики для різних рівнів диференціації [236], [237], [238], [239], [241].

Розроблені експерименти з визначеними наборами та створене методичне забезпечення [236], [237], [238], [239], [241] дозволяють формувати наступні компетентності: пізнавально-інтелектуальну, як сукупність теоретичних знань, практичних умінь з постановки демонстрацій, навичок в організації експериментальної технології, досвіду застосування знань з курсу.



Рис. 2.1. Набір фізичного обладнання для виконання дослідів з механіки



Рис. 2.2. Набори фізичного обладнання PHYWE



Рис. 2.3. Набір обладнання з молекулярної фізики та термодинаміки

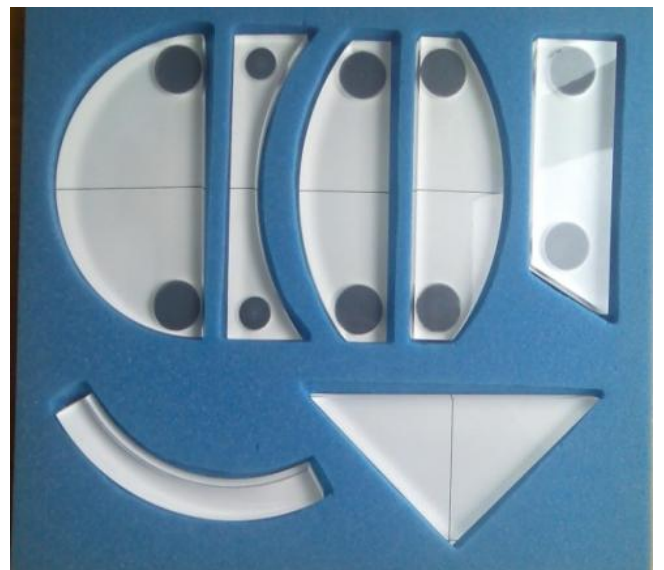


Рис. 2.4. Демонстраційний набір з оптики

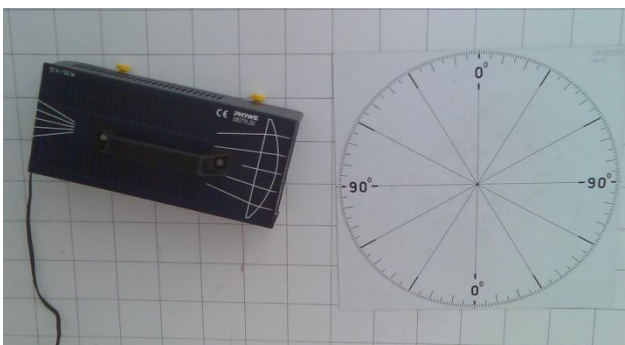


Рис. 2.5. Освітлювач для демонстраційного експерименту з оптики та демонстраційна дошка



Рис. 2.6. Набір обладнання для фронтального експерименту з геометричної оптики

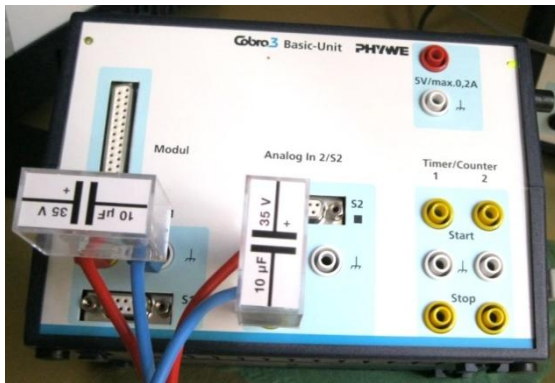


Рис. 2.7. Система «Кобра 3»

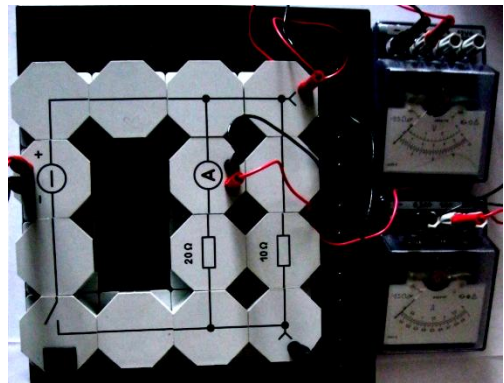


Рис. 2.8. Набір з електродинаміки «Школяр»

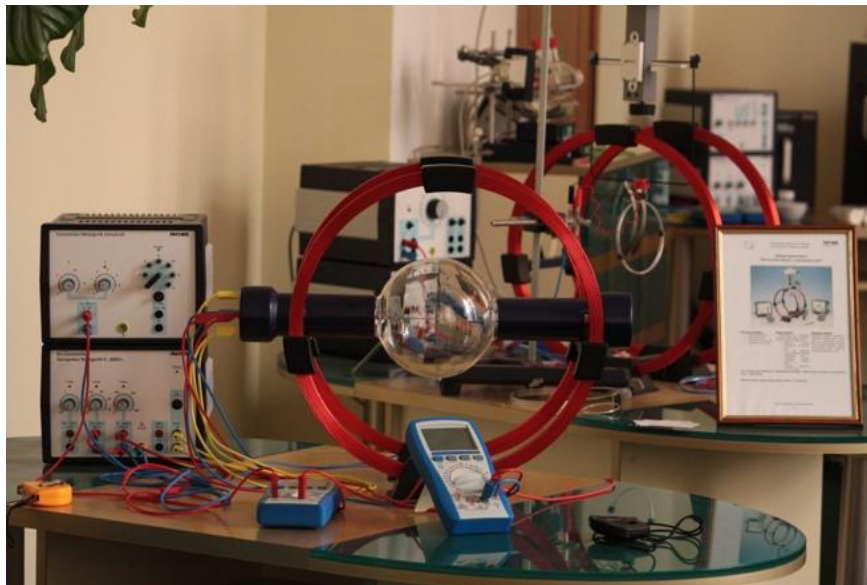


Рис. 2.9. Набори обладнання «PHWЕ» (фізика)

фізики в повсякденному житті, особистісних якостей учня, що дають змогу здійснювати пошукову евристичну діяльність, самостійно здобувати нові знання [78]; діагностичну, як вміння учня здійснювати самооцінку власних здібностей постановки дослідів та виконання лабораторних чи практичних робіт, спрямованих на підтвердження теоретичних знань з фізики; прогностичну, як вміння учня визначати напрямки своєї діяльності на кожному етапі постановки чи виконання дослідів, лабораторних чи практичних робіт, передбачити кінцевий результат; інформаційну, яка виступає головним джерелом наукової та світоглядної інформації, є важливою складовою поглиблення знань, розширення кругозору, розвитку ерудиції, володіння практичною стороною фізичних знань, що позитивно позначається на формуванні у школярів умінь і навичок;

аналітичну, як вміння аналізувати завершене виконання дослідів, лабораторних, практичних робіт; дослідницьку, що передбачає уміння спостерігати й аналізувати кожен підготовчий та наступні етапи досліду, висувати гіпотези, для вирішення кожного етапу експериментальної діяльності, аналізувати інформаційні джерела, оволодіння науковим мисленням [249].

Виділені компетентності в підсумку процесу навчання фізики виступають компонентами експериментальної компетентності.

На основі проведеного аналізу досліджень з проблеми управління навчанням фізики [11] нами до основних якісних характеристик засвоєння пізнавальних операцій, які забезпечуються вказаними вище наборами приладів та устаткуванням, віднесено: усвідомленість – якісна характеристика процесу навчально-пізнавальної діяльності в ході виконання дослідів, яка пов'язана з впорядкованістю і систематизацією операцій думання в розумових образах фізичних понять, явищ, процесів і переклад їх на схеми, моделі, що складаються з приладів, устаткування; пристрасність – якісна характеристика процесу навчально-пізнавальної діяльності, яка визначає, наскільки знання, які входять до складу змісту пізнавальної задачі фізичного експерименту, мають для учня світоглядний смисл; стереотипність – якісна характеристика процесу навчально-пізнавальної діяльності, яка визначає повторюваність, що приводить до формування певного стереотипу, в якому відображаються загальні риси цілого класу пізнавальних задач.

Вказані якісні характеристики органічно переходять у кількісні у формі роботи з наборами приладів та устаткуванням, в результаті чого ефективно формується експериментальна компетентність. Зокрема, досить ефективним у формуванні такої компетентності є набори для проведення демонстраційного, фронтального і лабораторного експерименту з геометричної та хвильової оптики, рис. 2.4, додатки А. 5-А. 8.

До набору для демонстрацій з геометричної оптики входять: круглий екран, чотири лінзи, дві призми, три дзеркала на пластмасовій основі, набір світлофільтрів, пластинки з однією, двома, трьома та п'ятьма щілинами,

непрозора пластинка, пластина з прозорим вирізом, циліндрична посудина поділена на дві рівні частинки, з'єднувальні провідники, пристрій для кріплення бокових дзеркал на освітлювач, рис. 2.6. Джерелом живлення установки є «ІПД-1». Демонстраційний варіант включає: набір лінз та призм, набір щілин, зелений синій та червоний світлофільтри; лінійка з магнітами, модель ока, півкуля та посудина для рідини.

Такі набори дозволили розробити 28 фронтальних та 19 демонстраційних експериментів з геометричної оптики, див. додатки А. 6, А. 7. Вони відображають властивості діяльнісних пізнавальних операцій особистості. Ми виділили поняття параметрів усвідомленості «зразками» пізнавальної діяльності суб'єкта навчання: розуміння головної ідеї, що закладена у кожному елементі набору з оптики, їх властивостей для відтворення змісту конкретних понять; повне володіння знаннями постановки досліду як властивості продуктивного та активного відображення у ньому всіх елементів знань з теми; уміння застосовувати знання для розв'язання практичних завдань, творчого запровадження основних понять з оптики в нові інформаційні зв'язки.

Обидва набори складають систему обладнання – єдине ціле з вивчення оптичних явищ. Це дає змогу формувати експериментальну компетентність якісного під час навчально-пізнавальної діяльності і окреслює сутність учнівського пізнання у межах репродуктивного, проблемного та дослідницького характеру. Цим забезпечується цілісна картина структури компетентності учнів з оптики в цілому. При цьому ми виходимо з поняття «компетентність» як «здатність», «готовність», «впевненість», «відповідальність», як комплексна, інтегральна психолого-дидактична категорія, що визначає і характеризує пізнавальну діяльність, будучи одночасно її засобом і продуктом, вимагає системного теоретичного аналізу і всебічного дослідження. Це цілісне, системне утворення складається з сукупності відповідних розумових і практичних умінь, навичок, пізнавальних мотивів, а також методологічних знань, і є продуктом адекватної цілеспрямованої навчально-пізнавальної діяльності, носієм якого є учень. Проте, експериментальна компетентність – це не тільки експериментальні

вміння і відповідні методологічні знання, хоча ці поняття ми розділяємо умовно, пам'ятаючи, що за твердженням видатного українського психолога Г.С. Костюка «вміння – це знання людини в дії» [122, с. 318].

Формування експериментальної компетентності здійснюється у навчальному середовищі через призму діяльнісного підходу. Це передбачає здобуття досвіду виконання, насамперед таких пізнавальних дій як навчальне спостереження, моделювання фізичного експерименту, практичне виконання експерименту, аналіз та інтерпретація його результатів, висунення гіпотези на основі отриманих емпіричних фактів та ін. [41].

На відміну від наборів з оптики, набори з механіки (кінематика, динаміка), молекулярної фізики, електрики, квантової фізики мають рівнозначний якісному кількісний характер, де використовуються пристрої для використання комп'ютерної техніки та вимірювальної системи «Кобра 3», рис. 2.7. Такі пристрої виконують як обчислювальну, так і графічну, статистичну, наочну, моделюючу функції.

Система «Кобра 3» – комп'ютер дозволяє аналізувати фізичні явища та процеси. На передній панелі приладу розміщені модуль порт ± 10 В; з'єднання виконується 25-контактним Sub-D; датчик порту на $\pm 30/10$ В; тип з'єднання виконується 4 міліметровим гніздом; з'єднання за допомогою 9-контактного Sub-D; вхід заземлення; вхідний опір на 500 кОм; датчик порт на $\pm 30/10/3/1/0,3/0,1$ В; з'єднання проводиться 4-а розетками; вхідний опір на 1 МОм. Для всіх аналогових входів максимальна частота дискретизації 500 кГц; Інтернет частота дискретизації 5 кГц; пакетний режим 5 Гц ... 500 кГц; роздільна здатність 12 біт; граничний захист напруги 230 В змінного струму; тригер з регулятором. Таймери/лічильника мають значення 32 біт, дозвіл 800 нс, тип з'єднання 4 розетки. Таймери/лічильника мають значення 40 біт, дозвіл 200 нс, тип з'єднання 4 розетки; аналоговий вихід управління ± 10 В, роздільна здатність 12 біт, тип з'єднання 9-контактний Sub-D.

До загальних характеристик належить: джерело живлення 12 В, потужність 6 Вт, інтерфейс USB, швидкість передачі даних 115200 біт/с, пам'ять 12000

значень, розміри (мм) 190×135×90. Надійний пластиковий корпус на ніжках, кілька варіантів фіксації і бічний варіант стикування для зручної роботи із обладнанням. Обладнання надійно працює і потребує належної теоретичної та практичної підготовки викладачів, лаборантів, студентів та учнів [208].

Останні 5 років помітним на ринку шкільного фізичного обладнання є прилади та устаткування фірми RHYWE. Воно набуло порівняно широкого розповсюдження у Німеччині, країнах Східної Європи, Російській Федерації, Білорусії, Казахстані, Вірменії. Комплекти почали надходити й до України.

Вчителі і викладачів стверджують, що вони отримали для роботи сучасний, надійний, інформативний інструмент, що дозволяє викладачеві швидше і ефективніше викладати навчальний матеріал, а учнем більш повно і якісно його освоювати. Ми проаналізували вказане обладнання з фізики і виділили 11 наборів приладів та обладнання, див. додаток Б.

Крім цього, ми вважаємо, що в повній мірі можна додатково використовувати три набори обладнання для прикладних наук та два набори з загального курсу хімії, див. додаток Б.

Приведені вище набори приладів та обладнання складають основу експериментального середовища навчання учнів фізики у ЗНЗ. Вказані набори є ефективними і для навчання студентів вищих навчальних закладів. Ми здійснили класифікацію наборів за ознакою призначення дослідів:

1. Система спеціально розроблених експериментів розрахованих на самостійне виконання учнями TESS. До неї входить тематика початкового, середнього рівнів, спеціалізованого середнього рівня, а також відібрані експерименти підвищеного рівня для спеціалізованих старших класів. Устаткування TESS beginner і TESS advanced дозволяє виконання експериментів у групах 2-4 учні.

2. Система експериментів призначена для демонстраційного варіанту викладачу. Інноваційна демонстраційна система «Демо» відкриває нові можливості у сфері навчання: переносяться з горизонтальної у вертикальну площину на магнітну дошку. Тоді розкриваються широкі опції у точному

розташуванні обладнання. Дана система забезпечує мінімальний час на підготовку; має високу наочність; дає можливість підібрати найбільш ефективне обладнання; зручна у переході з одного на другий дослід.

3. Експериментальне середовище забезпечується універсальною вимірювальною системою. Ми використали комп'ютерний інтерфейс «Cobra 3». У нього входять програмне забезпечення, модулі інтерфейсу і датчики. Даний інтерфейс забезпечує проведення дослідницькі експерименти швидко і безпечно. Він тематично спрямований і має переваги: радіозв'язок (без провідників і сполучень); принцип: приєднай і ввімкни; інтегрує результати експерименту з складними приладосполученнями; застосовується у суміжних дисциплінах; дозволяє пояснити експеримент (закладено у програмі); дає можливість одержати довідку в інтерактивному режимі. «Cobra 3» має більш, ніж 30 датчиків для більш, ніж 50 вимірюваних величин.

Прилади розміщені у спеціальних коробках, зручних для використання та зберігання.

Навчально-науково-виробничий комплекс «Житомирського державного університету – ПАТ «Електровимірювач» пропонує набір навчального обладнання «Школяр» з електродинаміки, рис. 2.7. Це блоковий набір з вимірювальними приладами. Блоки монтуються на панелі. Вони є зручними для користування. Недоліком є нестабільність індуктивності, яка залежить від сили струму, що проходить у котушці, а в паспорті визначено лише одне значення індуктивності, що проводить до спотворення результатів дослідів.

Матеріальна (матеріалізована) частина освітнього середовища – це навчально-матеріальна база (фізичні кабінети з відповідним обладнанням, різні технічні засоби навчання, включаючи комп'ютер та відеотехніку тощо) та навчально-методичний комплекс (навчально-методична література, CD-носії з навчальними програмами комп'ютерної підтримки, атласи, плакати, діапозитиви і діафільми, кінофрагменти і кінофільми, відеозаписи, друкований роздатковий матеріал тощо).

Проаналізувавши теоретичний аспект методичної системи навчання фізики в старшій школі на засадах компетентнісного підходу запропонований Н.В. Форкун [267] ми виділили основні умови функціонування розробленої нами методичної системи формування експериментальної компетентності навчання фізики: диференціація навчального обладнання та експериментальних завдань з кожної теми з метою їх вичленення для рівнів навчання: стандартний, академічний, профільний, спеціалізований класи; врахування індивідуальних здібностей, природних нахилів та обдарувань, навчальних можливостей учня на основі вивчення потреб, соціальних та особистісних запитів дитини та визначення для кожної групи завдань; педагогічне забезпечення участі учнів у системі експериментальної діяльності, адекватній потребі розвитку кожного з них як особистості, відповідні інноваційні технології навчання; методичні: створення та функціонування методичної системи навчання фізики на основі компетентнісного підходу, навчально-методичне забезпечення з урахуванням рівнів диференціації навчання.

Таким чином, головною умовою ефективності навчання фізики з використанням навчального вимірювального комплексу з метою формування експериментальної компетентності є комплексне забезпечення всіх складових компонентів навчального процесу (цільового, стимулюючо-мотиваційного, змістового, операційно-дійового (форми, методи), контрольного-регулювального, оцінювального-результативного).

2.3. Конструювання експериментально-орієнтованого середовища для дослідження динамічних закономірностей та коливальних процесів

Одним із шляхів оновлення змісту освіти й узгодження його із сучасними потребами, інтеграцією до європейського та світового просторів є орієнтація на формування компетентностей та створення ефективних механізмів їх упровадження. Поняття «компетентності» є тими індикаторами, які дають змогу визначити знання, уміння та навички й готовність учня-

випускника до життя, його подальшого особистого і суспільного розвитку. Вони виступають як би коефіцієнтом корисної дії набутих знань, умінь та навичок.

Мета вивчення механіки в шкільному курсі фізики полягає у формуванні засобами навчання ключових компетентностей учнів, творчої самореалізації особистості, розуміння природничо-наукової картини світу, вироблення екологічного стилю мислення і поведінки, розвитку експериментальних умінь і дослідницьких навичок.

Методична система використання новітнього обладнання з механіки передбачає формування наступних компетентностей: уміти використовувати отримані знання універсальних законів фізики для коректної постановки і рішення завдань, що знадобляться для професійної діяльності; набуті уміння та навички для перетворення їх у безпосередню виробничу силу; вирішувати експериментальні завдання із застосуванням сучасного фізичного устаткування й приладів та різних методик, у тому числі з використанням цифрових обчислювальних засобів; уміти вибирати і застосовувати відповідні методи моделювання фізичних процесів і явищ; здійснювати обробку експериментальних результатів із застосуванням автоматизованих систем і пакетів спеціалізованих застосовних програм.

Формування знань, умінь, навичок, цінностей, застосування механічних явищ здійснюється в навчальному середовищі, яке складається з фізичного кабінету, комплектів наборів з фізики, таблиць, підручників, експериментальних задач, інструкцій, методичної системи тощо.

За допомогою вимірjuвального комплекту ми розробили методичне забезпечення виконання 13 лабораторних робіт [236], додаток А.2. Їх постановку можна здійснити в межах ілюстративного, репродуктивного, проблемного чи дослідницького характеру, за допомогою яких формуються проектно-технологічні (інструментальні), предметні (системні) та інформаційно-комунікаційні компетентності різного рівня диференціації. Вітчизняні набори приладів з фізики в основному одноваріантні й

орієнтовані на використання формування одного типу компетентностей й відповідного характеру експериментальної діяльності [241].

В ході дослідження ми використали новітні набори фірми RHYWE, див. додаток В, які орієнтовані на поєднанні всіх трьох перерахованих компетентностей в процесі формування експериментальних компетентностей. Для них менш характерний ілюстративний та репродуктивний тип діяльності. Формування таких компетентностей передбачає після постановки теми, мети: ознайомлення з завданнями дослідження; обладнанням; розробку прогнозу передбачуваних результатів виконання дослідів; одержання результатів; співставлення одержаних результатів з прогнозом; формулювання висновків.

За такою схемою нами здійснено виконання дослідів та досліджень з усіх розділів шкільного курсу фізики. Для прикладу приводимо дослідження з набором «Динаміка», де передбачалося експериментальне вивчення понять: шлях, швидкість, прискорення, закони механічного руху, імпульс, удар, потенціальна та кінетична енергія.

Вказаний набір дозволяє дослідити закони механічного руху, закони Ньютона, закони збереження. Методика виконання *лабораторної роботи* «Вивчення другого закону Ньютона» добре описана у методичному посібнику [236], але у варіантах традиційного обладнання, яке вже більше 25 років не випускається промисловістю. Ми пропонуємо докорінно оновити методику виконання лабораторної роботи «Вивчення другого закону Ньютона» з використанням системи «Кобра 3» і «демонстраційної доріжки» з новітніми приладами та обладнанням.

Мета роботи: експериментально вивчити закономірності прямолінійного рівноприскореного руху тіла; дослідити залежність переміщення тіла від часу при прямолінійному рівноприскореному русі; встановити залежності між масою, прискоренням і силою; дослідити другий закон Ньютона та закон збереження енергії та окреслити шляхи застосування набутих знань, умінь та навичок у повсякденному житті.

Обладнання: персональний комп'ютер (ПК), демонстраційна доріжка довжиною 1,5 м, візок для доріжки, крюк зі штекером, магніт зі штекером для пускового механізму, вилка зі штекером, торцевий утримувач для демонстраційної доріжки, світловий бар'єр, вантажі (10 г, 20 г, 50 г), утримувач для вантажу (1 г), нитка довжиною 2000 мм, з'єднувальний провідник довжиною 1000 мм, інтерфейс «Кобра 3», базовий блок, USB з програмним забезпеченням та джерело струму для інтерфейсу, рис. 2.11.

Вказівки до виконання роботи

Перед виконанням даної лабораторної роботи доцільно повторити теоретичний матеріал з теми «Кінематика» [278]. Наступним кроком є дослідження законів кінематики: залежність пройденого шляху та швидкості від часу за прямолінійного рівномірного руху.

Закони динаміки можна вивчати лише після вивчення законів рівноприскореного руху: $S = S_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$, $v = v_0 + at$.

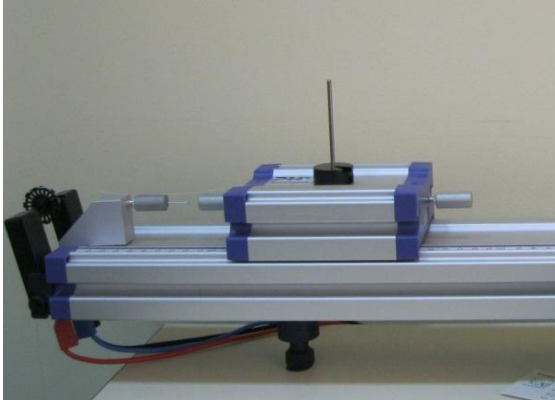


Рис. 2.10. Ліва частина установки для вивчення другого закону Ньютона



Рис. 2.11. Установка для вивчення другого закону Ньютона

Основним законом динаміки руху матеріальної точки є другий закон Ньютона. Він формулюється наступним чином: прискорення, якого зазнає тіло в інерціальній системі відліку під дією сили, є пропорційним діючій на тіло силі, залежить від маси тіла і за напрямком збігається з напрямком дії сили [278].

Рівняння другого закону Ньютона може бути записаним у наступному вигляді: $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$, яке у випадку $m = const$ набуває вигляду: $\vec{F} = m\vec{a}$.

Будь-яке тіло зазнає впливу зі сторони багатьох інших тіл. Тому у виразі (2.1) силу \vec{F} слід розглядати як результат дії всіх сил, що прикладені до тіла, а прискорення \vec{a} є результуючим прискоренням, якого набуває тіло масою m під дією цих сил. В загальному випадку рівняння руху тіла має такий вигляд:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = m\vec{a}.$$

Лабораторна робота виконується на обладнанні, яке складається з демонстраційної доріжки, на якій розташований візок з ниткою, до якої підвішений вантаж, рис. 2.10. Під дією сили тяжіння вантажу візок рухається доріжкою від початкової (в цей момент розпочинається відлік часу руху візка) до кінцевої позначки. Параметри руху задаються дослідником.

Вимірювальна система «Кобра 3» дає можливість на екрані монітора одержати зображення графіків $a(t)$ – зелена лінія, $v(t)$ – синя лінія та $S(t)$ – червона лінія одночасно, рис. 2.12, але має лише два входи для вимірювання і не може фіксувати значення третьої величини. В цьому випадку нульове значення для прискорення не співпадає з нульовим значенням для швидкості та пройденого шляху.

Для аналізу графік умовно розбиваємо на три частини від початку ввімкнення обрахунку та графічного зображення: перші півтори секунди; 5 секунд рівноприскореного руху; остання секунда припинення руху.

На графіках підрахунок починається не з нульового значення часу, а через півтори секунди з метою акцентувати початок руху. Тоді добре видно графічне зростання швидкості, її стабілізація, а відповідно й графіки поведінки прискорення та шляху.

Пропонуємо розглянути ліву частину графіків. Через півтори секунди після запуску установки пройдений шлях за першу секунду поступово зростає за квадратичною залежністю, прискорення набуває сталого значення, швидкість є лінійною в часі. Досліджувана частину рівноприскореного руху здійснюється впродовж, наприклад 5 секунд. Далі припиняється дія сили, що надає прискорення візку з вантажем. Звертаємо увагу на праву частину графіків, де

добре видно характер руху, коли закінчується дія сили тяги на візок. Прискорення (зелена лінія) різко спадає, протягом однієї секунди сигнал стабілізується і графік займає початкове нульове значення (початкова та кінцева прямі співпадають). Цю частину графіка слід згладити. Значення швидкості (синя лінія) зменшується до нуля. Графік шляху в часі наближається до лінійного $s(t)$, пройдений шлях перестає зростає поступово аж до зупинки.

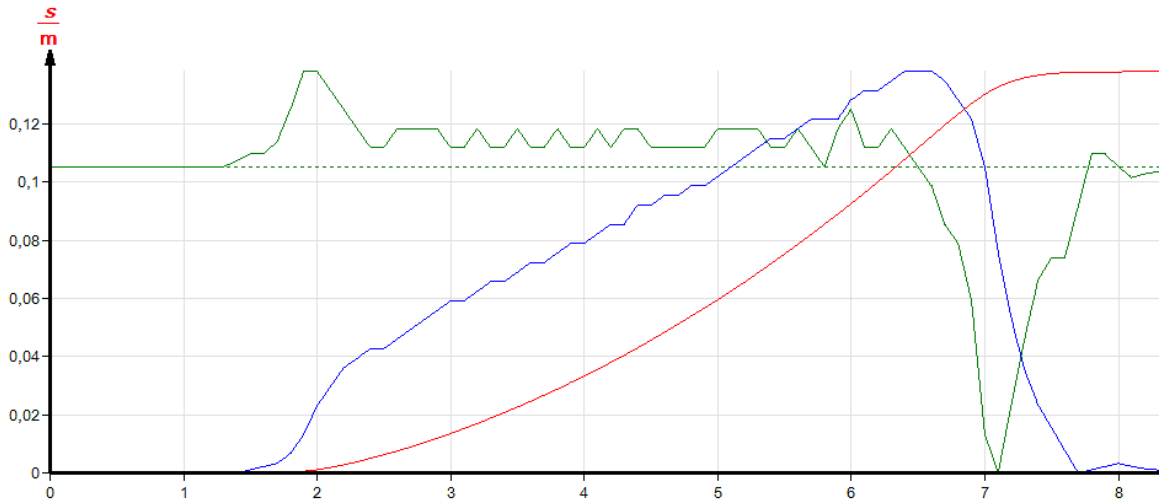


Рис. 2.12. Графіки залежності $a(t)$ – зелена лінія, $v(t)$ – синя лінія та $S(t)$ – червона лінія

На візку можна розташувати вантаж різної маси, що дозволяє отримати залежність швидкості руху тіла від його маси та інші залежності. Результати роботи фіксуємо за допомогою системи «Кобра 3», технічні дані якої описані у параграфі 2.2. Спочатку досліджуються закономірності рівноприскореного руху: визначається прискорення руху тіл різної маси. Потім з одержаних графіків $v(t)$ та $s(t)$ визначили прискорення і порівняли його значення для різних дослідів.

Хід роботи

1. Збираємо установку, рис. 2.11. На доріжці розміщуємо візок, на якому закріплюємо вантаж масою $m_m = 40$ г. До візка одним кінцем кріпимо нитку, а другий перекидаємо через колесо і кріпимо вантаж масою $m_g = 4$ г.

2. До демонстраційної доріжки за допомогою провідника приєднуємо систему «Кобра 3», яка під'єднана до ПК.

3. Переміщуємо візок в інший кінець доріжки. На колесі фіксуємо нитку.
4. На комп'ютер встановлюємо програму «Phywe measure 4». Налаштовуємо параметри системи, рис. 2.13. Вибираємо в програмі режим фіксації часу в розділі «Вимірювання». Встановлюємо позначку на пункті «Світловий бар'єр».

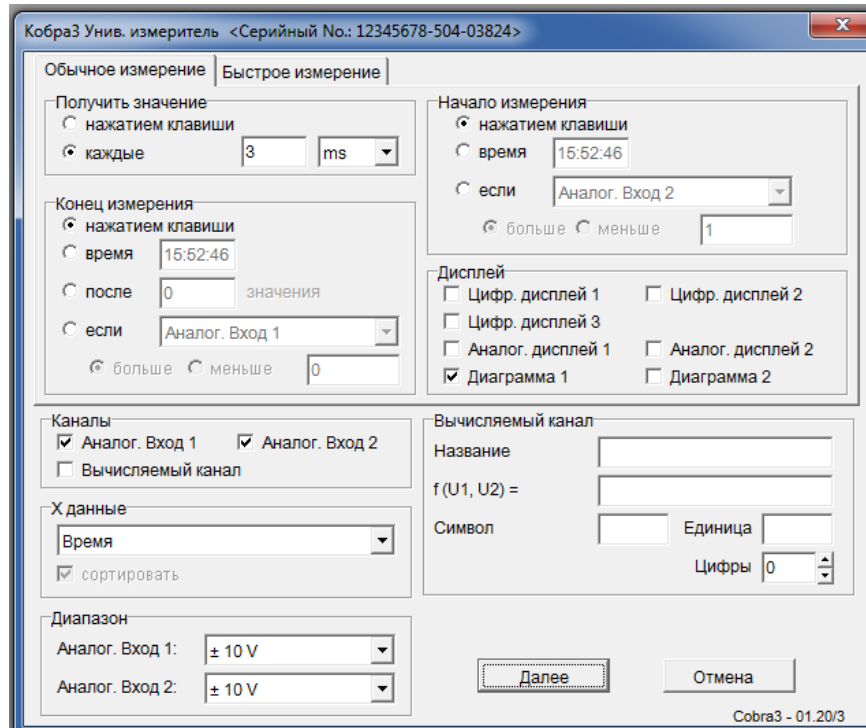


Рис. 2.13. Вікно налаштування параметрів системи «Кобра 3»

5. У вікні, яке з'явиться після вибору відповідного режиму роботи, користувач має можливість вибрати один із чотирьох пунктів: «Розпочати вимірювання», «Закінчити вимірювання», «Відміна» і «Закрити». Дослідник наводить курсор на пункт «Розпочати вимірювання» і натискає ліву клавішу мишки. Після цього візок розпочне свій рух під дією вантажу, котрий закріплений на нитці.

6. Коли візок доїде до іншого краю доріжки, на ПК фіксуються результати його руху. Дослід повторюємо 6-8 разів.

7. Після цього робимо прогноз результатів дослідів: форма графіків, їх нахил до горизонтальної осі.

8. Після натиснення на ліву клавішу мишки «Закінчити вимірювання» (у керуючому вікні «Кобра 3» – Вимірювання) на екрані ПК з'являється графіки залежності шляху, швидкості та прискорення від часу. Перші два графіки

мають вигляд з помітними флуктуаціями. Їх можна «згладити». Для цього слід знайти віконце згладжування (між двома горизонтальними паралельними рисками хвиляста лінія) і натиснути на ліву клавішу мишки. Виникає вікно керування згладжуванням. Після згладжування маємо криву.

9. Дослід повторюємо для вантажів масою 1 та 2 г, закріплених на нитці.

10. Потім дослід повторюємо для маси вантажу на нитці в 1 г та на візку закріплено вантаж масою 20 г.

На рис. 2.12 подано по три графіки різних кольорів: червоний – залежність шляху від часу; синій – залежність швидкості від часу; зелений – залежність прискорення візка від часу.

11. Співставляємо одержані графіки $a(t)$, $v(t)$, $S(t)$, рис. 2.12, за допомогою системи «Кобра 3» з прогнозованими у зошитах учнів і робимо відповідні висновки.

12. Згідно графіків визначаємо значення прискорення після його згладжування та знаходимо значення добутку маси тіла з візком на прискорення. Всі виміри заносимо в таблицю.

13. Визначаємо значення сили через масу вантажу і прискорення вільного тяжіння. Виміри та обчислення заносимо в таблицю наступної форми:

№ з/п	$m_T (10^{-3})$ кг	$a_{T_{\text{виз}}}$ (м/с ²)	$m_T a_{T_{\text{виз}}}$ (Н)	$m_B (10^{-3})$ кг	$a_{\text{роз}}$ (м/с ²)
1					
2					
3					

14. Порівнюємо значення одержані з аналізу графіку і одержані внаслідок обчислень.

В одному з дослідів з графіків нами були одержані наступні значення. Із серії дослідів залежності $S(t)$

$$S_{\text{сер}} = 0,135 \text{ м}, t = 5 \text{ с}.$$

$$S = \frac{at^2}{2}, a = \frac{2S}{t^2} = \frac{0,27}{25} = 0,0108 \text{ м/с}^2.$$

Із графіка $v(t)$ визначаємо $v = 0,06$ для часу $t = 6c$. Тоді $a = \frac{v}{t}$, відповідно $a = 0,01 \text{ м/с}^2$. Для графіка $a(t)$ – горизонтальна лінія $a = 0,01 \text{ м/с}^2$ для $t = 4c$.

Із системи рівнянь для зв'язних тіл прискорення також одержано $0,092 \text{ м/с}^2$. Таким чином, в ході виконання роботи одержали 4 значення прискорення руху тіла 4-а способами.

До основних показників формування ключової експериментальної компетентності старшокласників засобами експериментальних наборів з фізики ми віднесли узагальнення європейського експериментального навчального середовища з фізики та інтеграцію до нього експериментальної бази з урахуванням здобутків української методичної школи та власних наукових здобутків; удосконалення експериментальної складової розробленої в Україні стратегії створення навчальних програм з фізики, в основі яких покладено формування в учнів ключових компетентностей; створення ефективної методики формування експериментальних компетентностей старшокласників засобами експериментальних наборів з фізики та розробка технологій запровадження такої методики у навчально-виховний процес; обґрунтоване та апробоване узгодження змісту рівневодиференційованої фізичної освіти з сучасними наборами з фізики, які в повній мірі задовольняють потреби учнів для підготовки до життя у інформаційному середовищі.

Такий підхід до виконання дослідження сприяє формування проектно-технологічного мислення, інформаційно-комунікаційних знань, умінь та навичок та експериментальної компетентності.

Про ступінь сформованості змістово-процесуальної компоненти свідчить виявлений рівень оволодіння учнями основними поняттями і законами механіки, розуміння ними фізичного змісту понять і величин, знань про механічні явища, закони й теорії та системності цих знань, див. додаток Д. Важливим показником сформованості предметної компоненти експериментальної компетентності учнів з досліджуваних механічних явищ є рівень оволодіння цифрово-інформаційним

методом наукового пізнання, проведення спостережень через дисплей, сформувані вміння проводити вимірювання й обробку експерименту з допомогою системи «Кобра 3», пояснювати результати експериментальних робіт, виявляти рівень самооцінки навчальної діяльності особистості, усвідомлення учнем змісту і цілей цієї діяльності.

Дана робота створює ситуацію успіху для учнів шляхом самооцінювання навчальних досягнень з урахуванням діяльності протягом всього уроку, а не лише за кінцевим результатом, опосередковано сприяє формуванню й мотиваційного компонента експериментальної компетентності учнів.

Наприкінці виконання лабораторної роботи доцільно учням поставити ряд контрольних питань з даного навчального матеріалу [248].

Експериментальну компетентність ми характеризували показниками та компонентами, див. додаток В: визначені показники мотиваційно-цільового, орієнтаційно-функціонального, контрольної-оціночного компонентів, які виявлені при виконанні лабораторної роботи.

При цьому формуються проектно-технологічні та інформаційно-комунікаційні компетентності. Оцінку активізації розумової діяльності учнів в процесі формування експериментальної компетентності в ході виконання лабораторної роботи ми здійснювали за 4 рівнями: початковий – ілюстративний рівень, достатній – репродуктивний рівень, середній – проблемний рівень, дослідницький – високий рівень.

Лабораторна робота «Формування експериментальної компетентності при вивченні коливань зв'язаних маятників з використанням установки «Кобра 3» [236] має переважуючою орієнтаційно-функціональну компоненту.

Мета роботи: сформувані відповідні експериментальні компетентності при встановленні закономірностей коливальних процесів зв'язаних маятників; сформувані експериментальну компетентність щодо методу визначення коефіцієнт жорсткості пружини зв'язаних маятників; сформувані компетентності обчислення коефіцієнтів зв'язку для різних довжин маятника за сталих параметрів установки кутових частот коливання «в фазі» та «в

протифазі»; сформувати компетентність з обчислення кутових частот при коливаннях; сформувати компетентність інформаційного забезпечення проведення досліджень.

Обладнання: інтерфейс «Кобра 3», базовий блок, USB з програмним забезпеченням, джерело струму для інтерфейсу, рулетка довжиною 2 м, з'єднувальний провідник довжиною 1 м, маятник із записуючим пристроєм, пружина жорсткістю 3 Н/м, тримач для вантажу масою 10 г, вантаж масою 10 г, електролітичний конденсатор ємністю 10 мкФ, джерело струму 12 В, настільний затискач, стрижень для штативу із квадратним перерізом 630 мм та правий кутовий затискач.

Маятник складається з двох довгих легких стержнів у верхній частині яких розміщено кріплення на підшипнику, а у нижній чечевиця маси m , рис. 2.14. Площина руху маятників співпадає з площиною рамки, яка складається з двох стержнів від універсального фізичного штативу закріплених на столі. На відстані l_1 від точки коливання (центру підшипника) в отворах горизонтально кріпиться легка пружина зв'язку. У верхній частині розміщені датчики, які реєструють кути відхилення маятників, які сполучені з комп'ютером, на якому реально відображається коливання в часі.

Вказівки до виконання роботи

Принцип роботи. Два маятника з однаковою довжиною з'єднані спіральною пружиною. Визначити залежність амплітуди затухаючих коливань обох маятників від часу при різних режимах коливань та коефіцієнти зв'язку за допомогою системи «Кобра 3» і персонального комп'ютера. Технічні дані системи «Кобра 3» описані у параграфі 2.2.

Перед виконанням вправ вмикаємо комп'ютер і входимо в операційну систему як користувач, на робочому столі запускаємо програму «Oscill_02».

Вправа 1. Визначення коефіцієнта жорсткості пружини та частоти коливань маятника способом статичних вимірювань та параметрів установки.

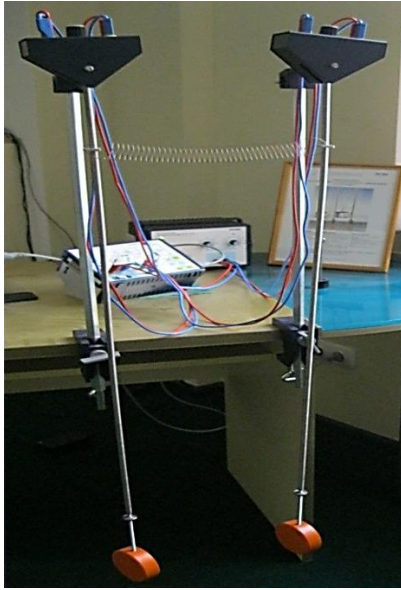


Рис. 2.14. Установка для вивчення зв'язаних маятників

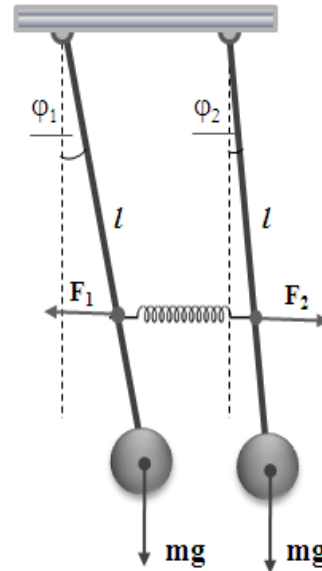


Рис. 2.15. Графічне відображення зв'язаних маятників

Вправа виконується традиційним способом. На стрижні кріпимо пружину від зв'язаних маятників. На протилежному кінці пружини кріпимо вантаж масою m , рис. 2.14. За допомогою міліметрової шкали лінійки вимірюємо видовження пружини Δx .

Величину маси m та Δx заносимо в таблицю. Будуємо графік $F(\Delta x)$. В межах невеликих амплітуд дана залежність є прямою залежністю. Дані заносимо в програму методу найменших квадратів, яка поміщена в комп'ютер. На моніторі висвічується графік $F(\Delta x)$ та значення коефіцієнта жорсткості пружини за нахилом прямої.

Вправа 2. Визначення першої та другої частин коливань зв'язаних маятників.

У набір входять стрижні, з яких монтується рамка, рис. 2.14. На підшипниках кріпляться вертикально стрижні. На перший стрижень в отвір фіксуємо один кінець пружини, а другий – на іншому стрижні, рис. 2.14. Розглядаємо випадок, коли в початковий момент часу $t = 0$ маятники відхилені в одну сторону на однаковий кут $\alpha_1 = \alpha_2$ від положення рівноваги. Тоді зв'язані маятники коливаються синхронно з однаковою амплітудою та першою

нормальною частотою $\omega_1 = \sqrt{\frac{g}{l}}$, де l – довжина маятника (від підвісу до

вантажу, g – прискорення вільного тяжіння). Пружина не розтягується і не впливає на рух маятників.

Якщо маятники відхилити на однакові кути $\alpha_1 = \alpha_2$, але в протилежні сторони, то обидва маятники будуть коливатися з другою нормальною частотою

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{g}{l} + \frac{2kl_1^2}{ml^2}},$$

де k – коефіцієнт пружності, який визначено під час виконання першої вправи, m – маса маятника, l_1 – відстань між підвісом маятника та точкою кріплення пружини.

Виміри та обчислення заносимо в таблицю наступної форми:

№	Δx , м	m , кг	F , Н

За формулами розраховуємо значення нормальних частот $\omega_1 = \sqrt{\frac{g}{l}}$ та

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{g}{l} + \frac{2kl_1^2}{ml^2}}.$$

Вправа 2. Дослідження коливань зв'язних маятників графічним способом та визначення частоти коливальної системи зв'язних маятників.

Налаштовуємо систему «Кобра 3». Після натиску кнопки «Далее» у вікні системи, що зображена на рис. 2.16, з'являється вікно показу графіка залежності кутової частоти від часу. Щоб розпочати вимірювання, потрібно натиснути на кнопку «Почати вимірювання», яка знаходиться в правій нижній частині даного вікна. Під час вимірювання вище зазначена кнопка буде неактивною, а на екрані користувачі системи отримають потрібний графік. По закінченню вимірювань натискаємо на кнопку «Закінчити вимірювання». Для збереження результатів натискаємо кнопку «Зберегти значення». Спочатку визначаємо періоди коливань кожного маятника окремо за відсутності пружини, рис. 2.16. Для цього лівою клавішею мишки установимо курсор у вікно «Експеримент». Відхиляємо правий маятник на невеликий кут і

відпускаємо його. Внизу монітора маємо зображення коливань маятника, рис. 2.17. Лівий маятник не коливається. Відраховуємо 10-20 коливань.

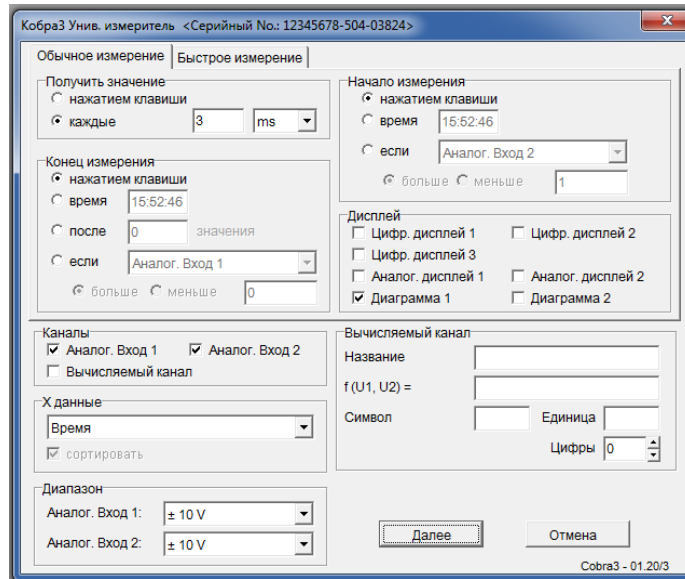


Рис. 2.16. Вікно налаштування параметрів системи «Кобра 3»

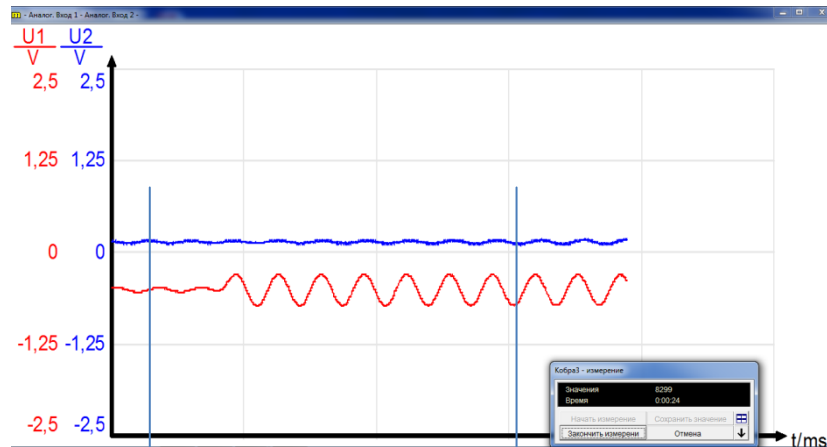


Рис. 2.17. Графік коливання правого маятника

Далі приводимо у коливання і лівий маятник і спостерігаємо крім червоного графіка правого маятника, ще й коливання лівого маятника – синій колір графіка, рис. 2.18. Амплітуди коливань у них різні, але частоти однакові, бо їх довжини однакові. Натискуємо на ліву клавішу мишки і підводимо курсор до вікна «Експеримент». Потім курсор перемістимо до першої межі інтервалу, що вимірюється і натискуємо на ліву клавішу мишки. Появиться вертикальна лінія, потім переміщаємося до другого часового інтервалу і появляється друга вертикальна лінія, рис. 2.18. Між цими лініями рахуємо час та кількість коливань. Дослід повторюємо декілька разів.

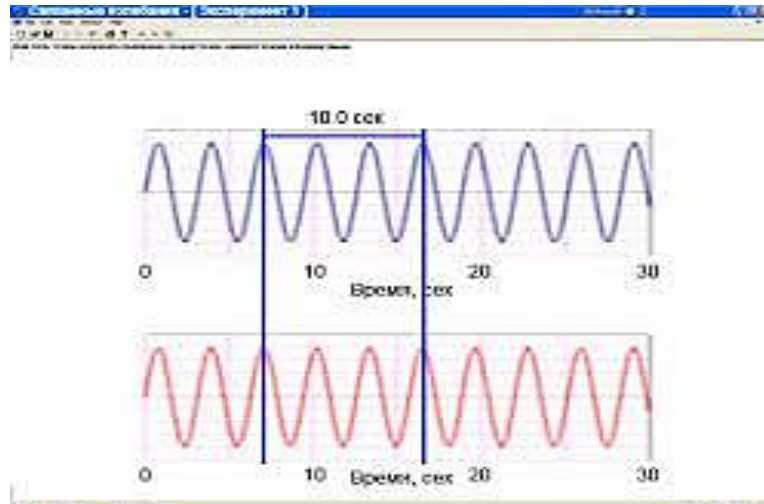


Рис. 2.18. Колювання правого та лівого маятників, які не зв'язані пружиною

Після цього досліджуємо лівий маятник, правий буде нерухомим. За результатами спостережень та вимірювань визначаємо періоди колювань обох маятників $T_1 = \frac{\Delta t_1}{n}$, $T_2 = \frac{\Delta t_2}{n}$, та першу нормальну частоту $\omega_1 = \frac{2\pi}{T_1}$. Важливо оцінити похибку. У разі різних амплітуд, має місце графік, рис. 2.19.

Вправа 3. Визначення другої нормальної частоти колювань зв'язної системи маятників. На стрижнях маятників кріпимо пружину. Відхиляємо обидва маятники в протилежні напрямки на рівний початковий кут. Запускаємо колювання маятників. У вікні експеримент відображається колювання маятників, рис. 2.19.

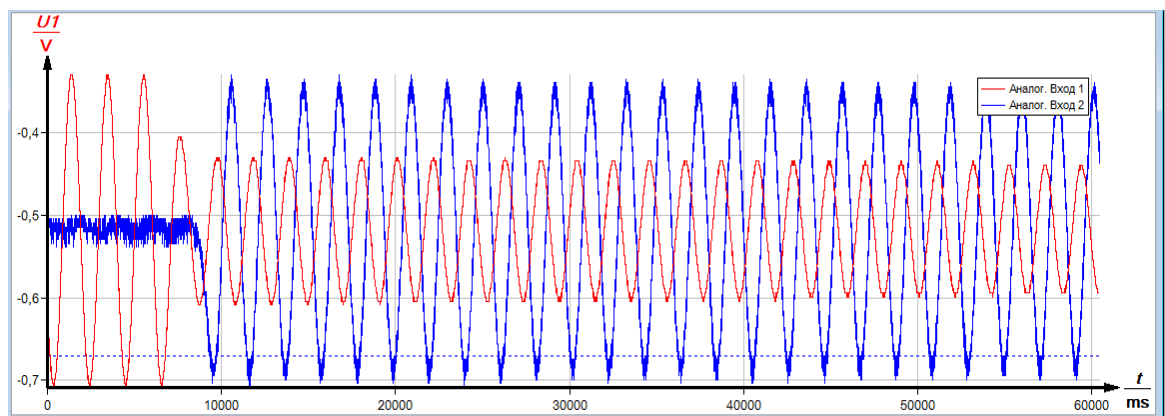


Рис. 2.19. Графіки колювання маятників різних амплітуд

Здійснюємо виміри на графіках та відповідні дані заносимо в таблицю наступної форми:

	N	n	$T_1, \text{с}$	$T_2, \text{с}$	$T, \text{с}$
Перший маятник					
Другий маятник					

Далі необхідно обчислити середнє значення періоду зв'язного коливання і обрахувати другу нормальну частоту $\omega_2 = \frac{2\pi}{T_2}$. Переконаємося, що періоди обох коливань будуть однакові.

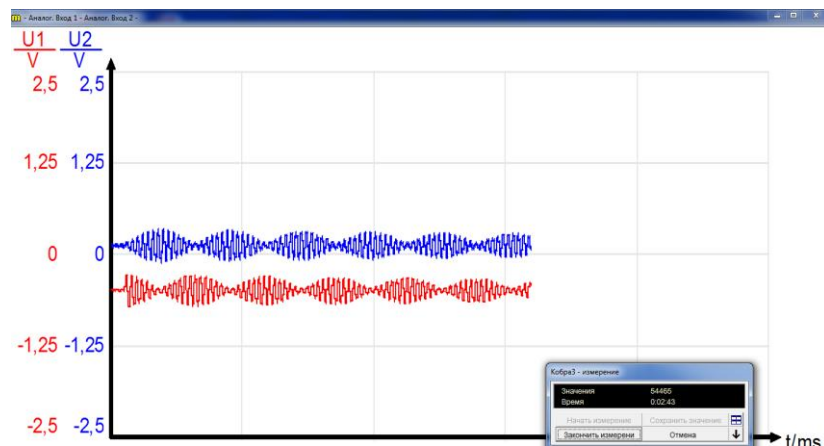


Рис. 2.20. Графік коливань зв'язних маятників

Вправа 4. Визначення частоти биття системи зв'язних маятників.

Виконання вправи забезпечується дослідницьким шляхом. Спочатку правий маятник відхиляємо на певний кут, а другий знаходиться у стані спокою. Відпускаємо відхилений маятник. У вікні «Експеримент» відображаються коливання зв'язних маятників. Через деякий час установиться два-три періоди биття, рис. 2.21.

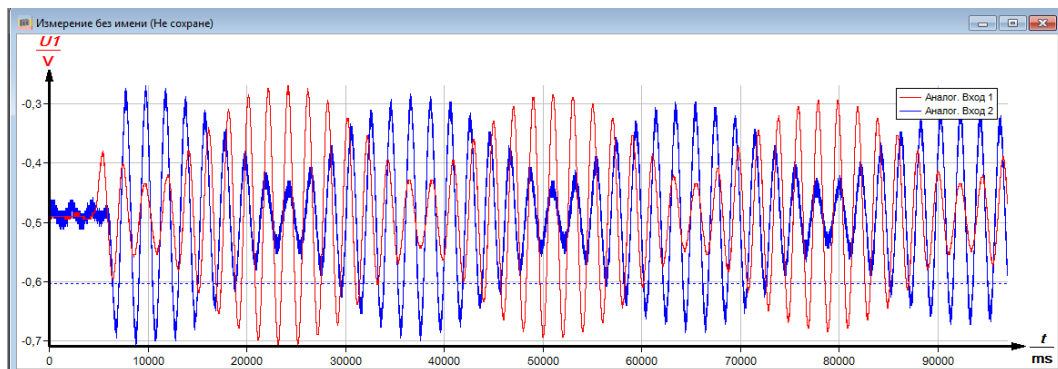


Рис. 2.21. Графік биття зв'язних маятників впродовж 9500 с

Вимірювання амплітуд та частот можна визначити виділивши вертикальними та горизонтальними лініями відповідні ділянки графіків. Значення періоду биття та стоячих хвиль заносимо в таблицю наступної форми:

	N	$T_{\text{б}}, \text{с}$	$T_{\text{б, сер.}}, \text{с}$
Перший маятник			
Другий маятник			

Дослід повторюємо 3-5 разів.

Вправа 5. Дослідження графіків системи зв'язних коливань на предмет затухання.

В роботі необхідно порівняти одержані графіки биття системи зв'язних коливань впродовж тривалого часу. Для цього налаштуємо систему «Кобра 3» і виводимо на екран монітора графіки, рис. 2.22. Звертаємо увагу на рівність частот, періодів коливань на графіках. Впродовж порівняно великого часу коливання згасають однаково за амплітудою. Крім цього по фазі графіки зміщені на $\frac{\pi}{2}$.

В результаті виконаних вправ виділяємо числові дані, одержані з графіків, та обрахованих із статичних вимірів й параметрів установки, порівнюємо їх і робимо висновки про їх однаковість з високою точністю. Вимірювальна система «Кобра 3» дає можливість записати графіки коливань з допомогою кольорового принтера і виконати їх вивчення на папері.

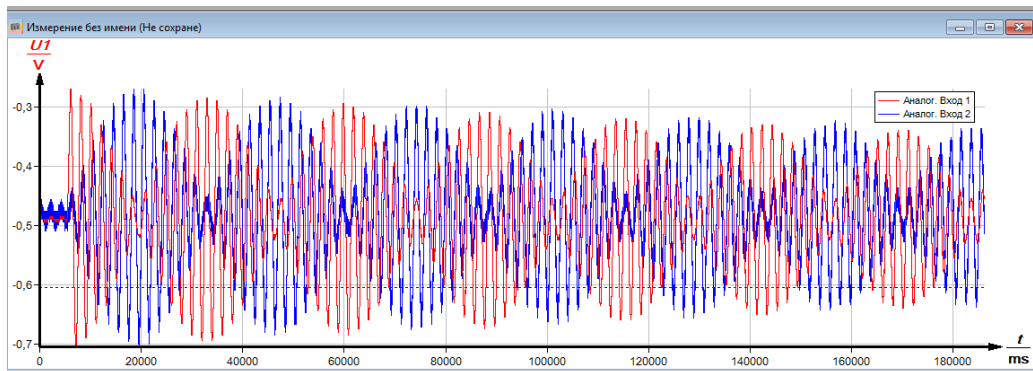


Рис. 2.22. Графік биття впродовж 18500 с

Таким чином, учень має можливість здійснити цікаве дослідження коливань зв'язаних маятників, самостійно змінюючи умови його проведення. У дослідах з новітнім обладнанням «PHYWE» є можливість вивчити коливання обох маятників та обрати варіанти їх комбінацій, змінювати деякі параметри: відстань від пружини до маятника, відстань від вантажу до маятника, амплітуду коливань.

При виконанні лабораторної роботи формуються на початковому рівні 3 показники, на достатньому – 2, на середньому – 9, на високому – 7. У порівнянні з констатувальним експериментом якість знань, умінь та навичок зросла практично у 2 рази. Це свідчить про те, що формування експериментальної компетентності в учнів впродовж попередніх 8 занять привело до суттєвої зміни відношення учнів до навчання у новому для них експериментально-орієнтованому навчальному середовищі.

Використання таких досліджень є досить ефективним у частині формування компетентності, яка спрямована на використання здобутих знань, див. додаток Д. Учень, виконуючи досліди, забезпечує сучасне і грамотне коригування життєвих уявлень, набуває безцінного життєвого досвіду. Одержана інформація стає його особистим надбанням, зберігатиметься як резерв довготривалої пам'яті й перебуватиме в стані постійної готовності до актуалізації. Така методика веде до самостійного експериментування учнів на базі найпростішого обладнання, саморобних приладів і побутового обладнання.

Ефект буде позитивним за умови обґрунтованого вибору методичних прийомів їх проведення, що є вагомим підґрунтям для формування експериментальної компетентності у діяльності учнів. Під час виконання таких дослідів формуються вміння: зіставляти здобуту в ході навчання інформацію з результатами дослідження коливань зв'язаних маятників, зробити критичний висновок; усвідомлювати своє незнання прогалин у знаннях виробити прагнення перебороти когнітивний дисонанс; оцінювати здобуті в ході дослідження коливань маятників знання на предмет їх значимості; актуалізувати життєвий досвід щодо використання результатів дослідження у практичній

діяльності; взаємодіяти з експериментальним середовищем в ході навчального процесу. Збагачення експерименту елементами ужиткового спрямування забезпечить створення ситуації успіху для кожного з учнів.

2.4. Системний підхід до використання експериментального забезпечення з молекулярної фізики і термодинаміки

Традиційна система демонстраційних, фронтальних і домашніх дослідів, експериментальних задач, фронтальних лабораторних робіт та фізичного практикуму сформувалася за лінійного накопичення навчальних знань та лінійного розвитку мислення. Безумовно, вона сприяє глибокому й всебічному засвоєнню програмного матеріалу, допомагає учням ознайомитись з принципами вимірювання фізичних величин, оволодіти способами і технікою вимірювань, а також методами аналізу похибок. Проте наприкінці ХХ – на початку ХХІ століття лавина новітніх знань перевантажує потенційні можливості молоді охопити всю суму знань, накопичену людством. На нашу думку, поряд з лінійним накопиченням знань, умінь і навичок необхідно використовувати форми і методи навчання, які ґрунтуються на нелінійності їх формування, а відповідно і на нелінійності розвитку мислення школярів. Такий підхід відповідає принципу синергетики у навчанні молоді (рівноважний стабільний традиційний стан навчальна фізики – каталізатор – первинне збудження, яке набуває прискорення – хаос відшукання істини – логічно обґрунтовані шляхи подолання хаосу – первинна рівновага – стабільність нової якості) і відповідно удосконалення експериментального методу навчання.

Впродовж ХХ століття було здійснено формування традиційного освітнього середовища з фізики у ЗНЗ. У ХХІ столітті фізичні кабінети середніх навчальних закладів почали оновлюватися як вітчизняними, так і закордонними приладами, обладнанням, запроваджується оновлення змісту освіти, компетентнісний підхід. Порушився рівноважний традиційний стан. З метою створення нової якості

освітнього експериментального середовища з термодинаміки та молекулярної фізики ми апробували обладнання для середніх навчальних закладів різних виробників і порівняли результати зрізів знань, умінь та навичок в контрольних та експериментальних класах. Найбільш ефективним виявилися знання, уміння та навички здобуті з набором «PHΥWE» в ході виконання розроблених нами дослідів [239] за методичним забезпеченням [236], [237], [238], [241]. Фізичний експеримент з молекулярної фізики та термодинаміки на основі набору описаний у посібнику [239] та додаток А.3. У її основу покладено системний методичний підхід до формування експериментальних компетентностей, зокрема ми пропонуємо розглянути дослідження з молекулярної фізики та термодинаміки, які виконуються з системою «Кобра 3».

Лабораторна робота: «Експериментальне визначення коефіцієнта поверхневого натягу методом відриву кільця з використанням системи «Кобра 3» [239].

Метою цієї роботи є отримання старшокласниками експериментальних навичок із практичного визначення коефіцієнта поверхневого натягу води та інших рідин, їх розчинів і встановленні залежності коефіцієнта поверхневого натягу від концентрації розчинів та їх температури.

Установку для визначення коефіцієнта поверхневого натягу води методом відриву кільця подано на рис. 2.23. У дослідженні використовується комп'ютерна вимірювальна система «Кобра 3», рис. 2.7.

Тонкостінне кільце підвішується на гачку електронного датчика сили, який видає електричний сигнал пропорційний прикладеній силі. Кільце кріпиться таким чином, щоб його вісь обертання була вертикальною. Підводиться знизу посудина з водою до кільця, яке нерухомо висить на пружині, так, щоб кільце злегка торкалось поверхні води. В цьому випадку вода почне підніматись по стінках кільця, а кільце втягнеться всередину рідини на деяку невелику глибину [229]. Цей ефект помітний, коли розтягується пружина зі стрілкою у момент, коли кільце торкнеться поверхні води. Якщо після цього почнемо повільно опускати посудину з водою вниз, пружина буде поступово

розтягуватись далі, аж поки кільце не відірветься від поверхні води. Має місце розрив поверхневої плівки з обох сторін контуру кільця.

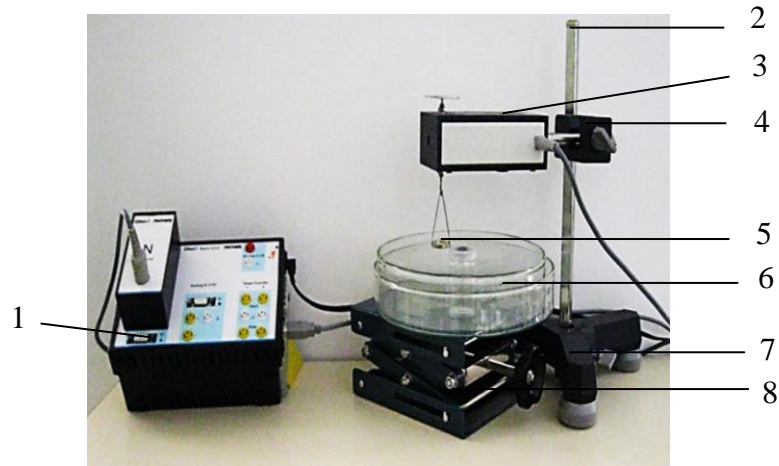


Рис. 2.23. Загальний вигляд установки для визначення коефіцієнта поверхневого натягу: 1 – система «Кобра 3», 2 – стрижень прямокутного перерізу довжиною 250 мм, 3 – датчик Ньютона, 4 – прямокутний затискач, 5 – кільце для визначення поверхневого натягу, 6 – скляна чашка Петрі діаметром 200 мм, 7 – тринога, 8 – лабораторна платформа розмірами 160×130 мм

Зазначимо, що дана лабораторна робота потребує обробки результатів за допомогою новітніх цифрових інформаційно-комунікаційних технологій (виведення результатів на екран персональних комп'ютерів, побудова графіків різних залежностей тощо). Цю проблему успішно можна вирішити з допомогою системи «Кобра 3», рис. 2.7. Електричний сигнал від датчика сили подається на один із аналогових входів електронного блоку системи «Кобра 3», а далі на комп'ютер. Хід виконання механічної частини роботи є традиційним. Особливість полягає у тому, що використовуємо блок «Кобра 3» та комп'ютер.

Сила поверхневого натягу, яка виникає, коли кільце витягуємо з рідини у формі електричних сигналів фіксується датчиком сили. Ці сигнали передаються через кабель на блок «Кобра 3». Остання видає на виході цифровий код, який відповідає прикладеній силі, рис. 2.23. Утворений код по кабелю передається на порт-USB комп'ютера. За допомогою комп'ютерної програми на екран монітору виводиться величина сили у заданий момент

часу і графік залежності сили поверхневого натягу від часу (від початку виходу кільця з поверхні води до повного розриву кільця з поверхнею води).

Практична робота полягає у тому, що після настроювання установки необхідно відкрити програму і обрати параметри для вимірювання, рис. 2.24. Для цього вмикаємо блок «Кобра 3» (сигнальним є зелене свічення світлодіоду в правому верхньому куту). На комп'ютері (робочий стіл) знаходимо віконце у вигляді букви *m* з написом «Вимірювання». Двічі натискаємо ліву клавішу мишки. На екрані монітору висвічується діалогове вікно програми «Phuwe measure 4». В меню (верхня частина вікна) знаходимо опцію «Прилад», підводимо курсор і натискаємо лівою клавішею «мишки».

У такий спосіб викликаються програми, які керують різними вимірювальними приладами комплекту обладнання «PHUWE». Далі у меню знаходимо рядок «Сила/Тесла», підводимо курсор і натискаємо лівою клавішею мишки. На екрані з'являється вікно для роботи з датчиком сили поверхневого натягу. Задаємо режими вимірювання: визначення сили поверхневого натягу; графік залежності сили від часу відриву кільця.

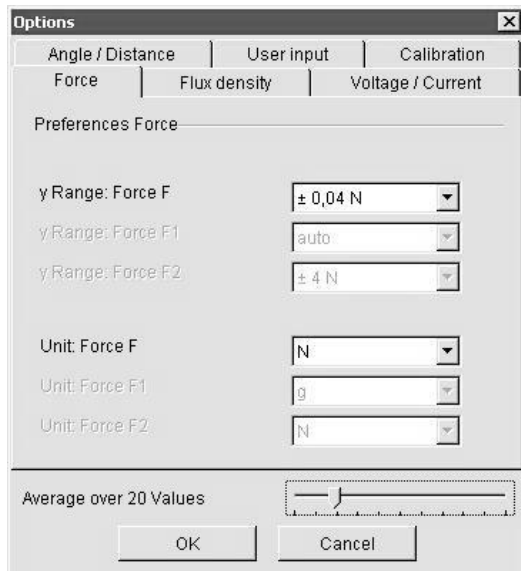


Рис. 2.24 Вікно налаштування параметрів для вимірювання сили

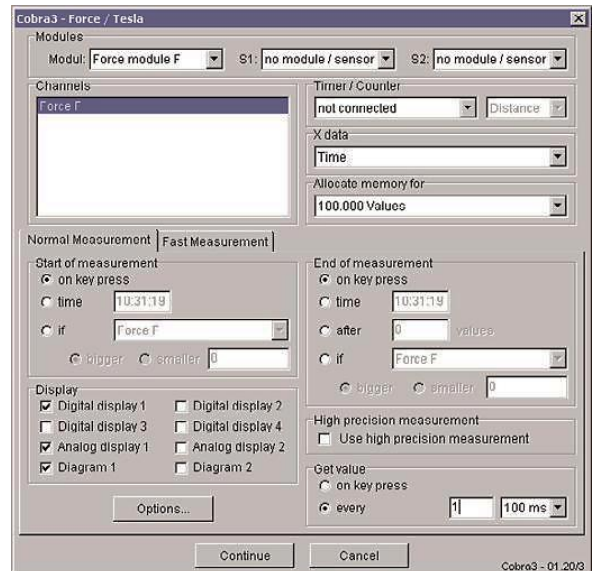


Рис. 2.25. Вікно налаштування параметрів вимірювання часу

Для вибору режиму роботи у нижній частині вікна знаходимо клавішу «Далі» і натискаємо на ліву клавішу мишки. Замість настроеного вікна появляється два: більше для значення сили поверхневого натягу (різниці сили

тяжіння кільця та архімедової, яка діє на занурену частину кільця), а з підняттям кільця ще й сили поверхневого натягу; менше «Кобра 3» для запуску процесу визначення залежності сили від часу. Ці величини залишаються постійними з точністю до тисячних долей Ньютона.

Наступні дії спрямовані на визначення коефіцієнта поверхневого натягу. Спочатку обережно кільце повністю занурюємо у воду. Опускаємо підйомну платформу приладу. Для цього повертаємо гвинт до того часу, поки на кільці не розірветься водяна плівка. Повторюємо операцію опускання та витягування кільця із води декілька разів. Дані досліджу фіксуються на екрані. Тоді коефіцієнт поверхневого натягу $\sigma = 0,071$ Н/м для температури води у 17°C . Якщо підігріти воду, то коефіцієнт поверхневого натягу зміниться. З ростом температури значення коефіцієнта поверхневого натягу буде зменшуватися, рис. 2.26.

Цікавим є дослідження моменту відривання кільця від води і спостереження цього на графіку, рис. 2.26. Для цього курсив підводимо до вікна «Кобра 3 – вимірювання» лівою клавішею «мишки» виділяємо «Початок вимірювання». У такий спосіб здійснюється запис залежності сили, що діє на кільце від часу.

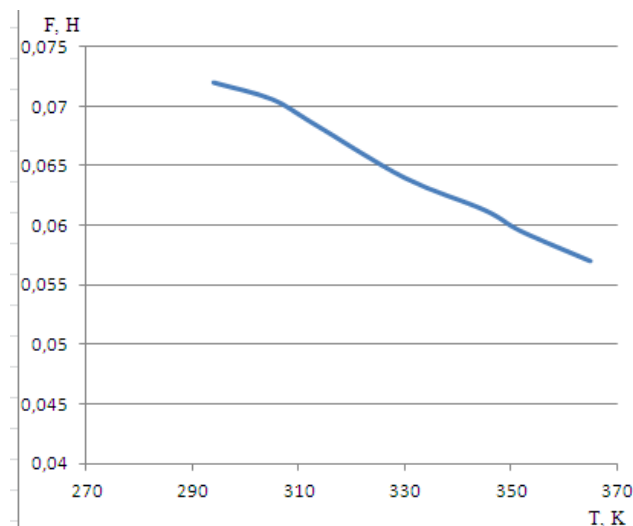


Рис. 2.26. Графік залежності поверхневого натягу від температури води

Установка готова до роботи. Підводимо кільце до висоти 3-4 мм над поверхнею води. В ході зниження рівня води кільце «витягує» за собою поверхневу плівку. Опускання платформи здійснюємо впродовж 3-8 секунд.

Після відриву кільця піднімаємо платформу поки кільце не зануриться на глибину 2-3 мм під воду. Дослід повторюємо 6-8 разів. Далі натискаємо на ліву клавішу мишки по вікні «Закінчити вимірювання» (у керуючому вікні «Кобра 3 – вимірювання»). Запис графіка завершено, рис. 2.27. Графік має вигляд з сильними флуктуаціями. Його можна «згладити». Для цього слід знайти віконці згладжування (між двома горизонтальними паралельними рисками хвиляста лінія) і натиснути на ліву клавішу мишки. Виникає вікно керування згладжуванням. Результати виконання роботи фіксуються на екрані ПК у вигляді графіку залежності сили поверхневого натягу від часу, рис. 2.27.

Обробка результатів вимірювання. Програмне забезпечення дозволяє здійснити виміри прикладених сил, використовуючи рухоми лінію курсору, рис. 2.27. Для цього, розмістіть лінію курсору на середині значення сили поверхневого натягу кільця, яке не занурено в рідину, а іншу курсорну лінію – на точці відриву. Після проведення ряду вимірів отримуємо кілька різних точок відриву [236, с. 56-60].

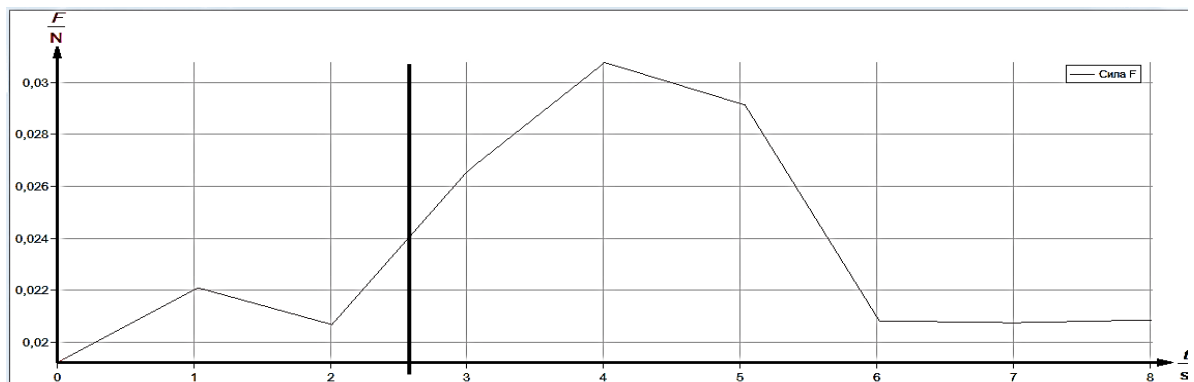


Рис. 2.27. Графік коливань кільця після розриву плівки

Отже, для розрахунку потрібно брати значення найменшого краю відриву. Можна легко визначити максимум сили, що досягається перед відривом, що є результатом ваги піднятою рідинної плівки, яка змінює свою масу і форму при відриві кільця. Для кожного виміру дані заносимо у таблицю і обраховуємо коефіцієнт поверхневого натягу за формулою $\sigma = \frac{\Delta F}{2\pi d}$. Нижня частина графіка відповідає силі зануреного у воду кільця $F_{\text{занур.}}$, а верхня відповідає силі відриву кільця від води $F_{\text{відриву}}$. Відповідно різниця цих сил рівна силі поверхневого

натягу $\Delta F = F_{\text{відриву}} - F_{\text{занур.}}$. Таке значення необхідно визначити для всіх піків графіка. Результати вимірювань заносимо в таблицю наступної форми:

№	$F_{\text{занур.}}, \text{Н}$	$F_{\text{відриву}}, \text{Н}$	$\Delta F, \text{Н}$	$\sigma, \text{Н/м}$

Обладнання дає можливість безпосередньо вивчати натуральні об'єкти, розвивати практичні уміння і навички, здібності до самостійної роботи. Практична спрямованість навчання полягає у підвищенні мотивації, формує навички навчально-дослідницької діяльності, розвиває творчі здібності. Ми використали обладнання при проведенні позаурочної роботи; при організації проектної і науково-дослідної діяльності учнів; поширення педагогічного досвіду за допомогою майстра-класів, круглих столів і семінарів.

2.5. Організація дослідницької діяльності учнів у процесі вивчення електричних і магнітних явищ

Розділ фізики «Електродинаміка» має яскраво виражений прикладний характер, а тому озброєння такими знаннями, уміннями та навичками сприяє формуванню предметної компетентності. Зокрема, виконання лабораторних робіт з електрики та магнетизму передбачає володіння учнями певною сукупністю умінь, що забезпечують досягнення необхідного результату. В кожному конкретному випадку цей набір умінь залежатиме від змісту досліду і поставленої мети, оскільки визначається конкретними діями учнів під час виконання лабораторної роботи. Разом з тим, вони є відтворенням узагальненого експериментального вміння, яке формується всією системою навчального фізичного експерименту і має складну структуру, що включає:

а) уміння планувати експеримент, тобто формулювати його мету, визначати експериментальний метод і давати йому теоретичне обґрунтування, складати план проведення досліду і визначати найкращі умови його виконання, обирати оптимальні значення вимірюваних фізичних величин та умови спостережень, урахувавши наявні експериментальні засоби;

б) уміння підготувати експеримент, тобто обирати необхідне обладнання і вимірювальні прилади, збирати дослідні установки чи моделі, раціонально розміщувати приладдя, домагаючись безпечного проведення досліду;

в) уміння вимірювати фізичні величини, користуючись різними вимірювальними приладами і мірами, визначати ціну поділки шкали приладу, нижню і верхню межі вимірювального приладу, знімати покази приладу;

г) уміння обробляти результати експерименту, знаходити значення величин, похибки вимірювань (у старшій школі), складати електричні схеми дослідів та таблиці одержаних даних, готувати звіт про проведену роботу, вести запис значень фізичних величин у стандартизованому вигляді тощо;

д) уміння інтерпретувати результати експерименту, описувати спостережувані явища і процеси, вживаючи фізичну термінологію, подавати результати у вигляді формул і рівнянь, функціональних залежностей, будувати графіки, робити висновки про проведені дослідження, виходячи з поставленої мети.

Новітнє обладнання «РНУВЕ» дозволяє виконати 12 лабораторних робіт з електрики та магнетизму, які потребують обрахунків результатів та графічної інтерпретації за допомогою системи «Кобра 3», додаток А.4 [238]. Для прикладу розглянемо одну з розроблених нами робіт.

Лабораторна робота на тему: «Експериментальне вивчення магнітного моменту магнітного поля струму» [238].

Мета роботи: сформувати в учнів знання та уміння встановлення функції залежності величини обертового моменту, який діє на рамку зі струмом, від: а) значення індукції зовнішнього магнітного поля; б) кута між напрямком вектора магнітної індукції зовнішнього поля і напрямком вектора магнітного моменту рамки; в) значення магнітного моменту рамки.

Експериментальну компетентність ми характеризували показниками та компонентами. Оцінку рівня активізації розумової діяльності учнів при формуванні експериментальних компетентностей під час виконання

фізичного експерименту ми здійснювали за критеріями: початковий – ілюстративний рівень, достатній – репродуктивний рівень, середній – проблемний рівень, дослідницький – високий рівень дод Ж.

Перед виконанням роботи варто проаналізувати зміст фізичних понять: момент сили, магнітний потік, однорідне магнітне поле, котушки Гельмгольца. Так, моментом сили [278] відносно нерухомої точки O називається фізична величина, яка визначається векторним добутком радіуса-вектора, проведеного з точки O в точку прикладання сили, на величину сили. Магнітним потоком (поток вектора магнітної індукції) через площадку dS називається скалярна фізична величина, яка дорівнює: $d\Phi = B dS \cos \theta$.

Магнітне поле називається однорідним [278], якщо у всіх його точках вектори магнітної індукції однакові як за модулем, так і за напрямком. В іншому випадку магнітне поле називається неоднорідним. Котушки Гельмгольца [278] – це два однакових витка (котушки) зі струмом одного напрямку, розташовані один від одного на відстані, рівному їх радіусу. У просторі між витками (котушками) поздовжня складова магнітного поля володіє високим ступенем однорідності.

Принцип роботи: замкнутий контур зі струмом має магнітний момент $p_m = IS$, де I – сила струму, S – вектор рівний площі, яка охоплена контуром і спрямований по нормалі до цієї площі. Напрямок його зв'язаний зі струмом згідно правила правого гвинта. На плоску рамку зі струмом I , яка знаходиться в однорідному магнітному полі з індукцією B , діє обертовий момент $M = p_m B$. Його величина залежить від числа витків рамки, її радіуса, струму, що протікає в ній, а також від величини зовнішнього поля. Для випадку колового контуру $p_m = InS = In \frac{\pi d^2}{4}$. Якщо у контурі проходить струм I , то $M = cInS \cdot I \cdot \sin \alpha$, де α – кут між B і вектором S , c – постійна котушок Гельмгольца. На спеціальних тримачах закріплено котушки Гельмгольца, до яких підведений електричний струм від універсального джерела струму, рис. 2.28. В однорідне магнітне поле котушок поміщено круглу рамку, яка

закріплена на торсіонному динамометрі. До рамки підведемо струм від окремого джерела. Рамку зі струмом поміщаємо у однорідне магнітне поле. Зі сторони поля на рамку діє обертовий момент. Його величина залежить від кількості витків рамки, діаметру рамки, величини струму, що протікає через рамку, величини індукції зовнішнього магнітного поля.

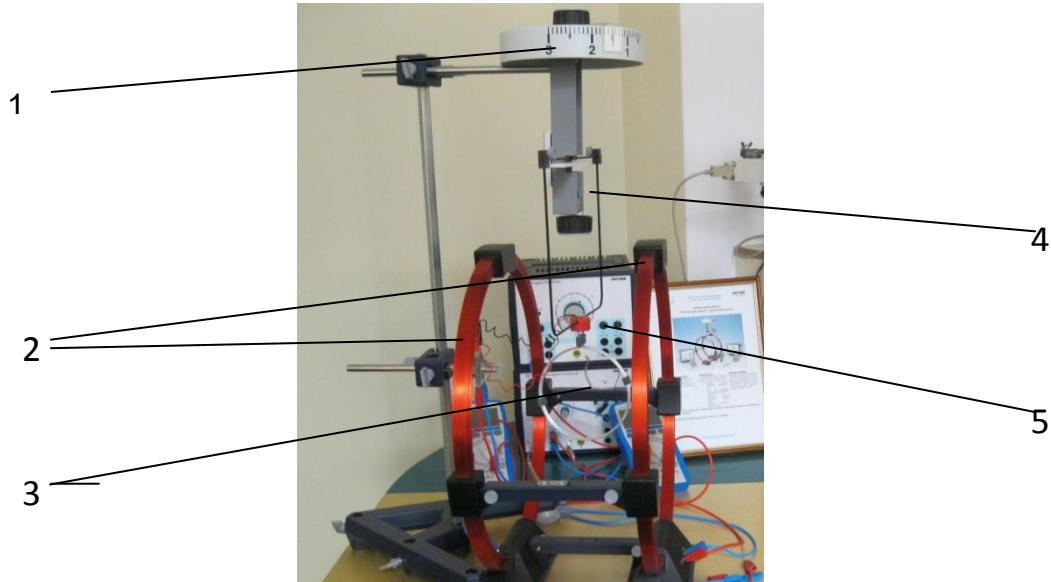


Рис. 2.28. Загальний вигляд установки для визначення магнітного моменту в магнітному полі:

Прилади та матеріали: 1 – торсіонний динамометр обертання (0,01 Н), 2 – котушки Гельмгольца, 3 – універсальне джерело струму, 4 – рамка, 5 – трансформатор, цифрові мультиметри, з'єднувальні провідники, основа штативу PASS, стойка штативу PASS квадратного перерізу, правокутовий затискач.

В установці однорідне магнітне поле створюється котушками Гельмгольца, в яких протікає струм близько 3 А. З'єднувальні провідники скручуються, щоб не створювати додаткового поля, а відповідно і спотворювального додаткового магнітного моменту.

Обираємо нульове положення рамки. Поворот рамки на малу величину кута проходить при установці виду залежності значення кута повороту від значення сили струму в котушках. Доцільно використати котушки з 3 витками, де допускається величина струму в 6 А. На шкалі котушки нанесені поділки з інтервалом у 15° . Для різної кількості витків експериментального набору результатами експериментів доводимо справедливість вказаних вище рівнянь.

Завдання 1. Дослідити залежність обертового магнітного моменту, діючого на контур зі струмом, поміщеного в однорідне магнітне поле, від величини струму в котушках Гельмгольца.

1. Збираємо установку згідно рис. 2.29. Вмикаємо джерело живлення, систему «Кобра 3».

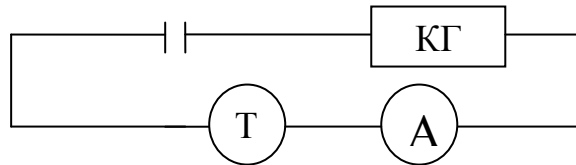


Рис. 2.29. Схема єднання елементів робочої установки для визначення магнітного моменту в магнітному полі

2. Підбираємо котушку індуктивності та конденсатор для коливального контуру для експерименту. Встановлюємо величину струму, що проходить через контур. Записуємо у звіт про виконання роботи учнівський прогноз результатів досліду, який планується виконати.

3. Змінюємо струм у котушках Гельмгольца і записуємо покази цифрових мультиметрів. Змінюємо силу струму в контурі 3-5 разів, кожен раз повторюючи вимірювання напруги. Фіксуємо результати вимірювань. Оцінюємо їх похибку. За кожного значення сили струму у котушці на моніторі висвічується графік, здійснюємо його аналіз.

4. Порівнюємо одержані експериментально дані з теоретично обрахованими, графічними з монітора та прогнозом, робимо висновок. Виміри та обчислення заносимо в таблицю наступної форми:

№	r , см	I , А	U , В	B , Тл

Завдання 2. Встановлюємо функцію залежності обертового магнітного моменту, діючого на контур зі струмом, поміщеного в однорідне магнітне поле, від числа витків контуру.

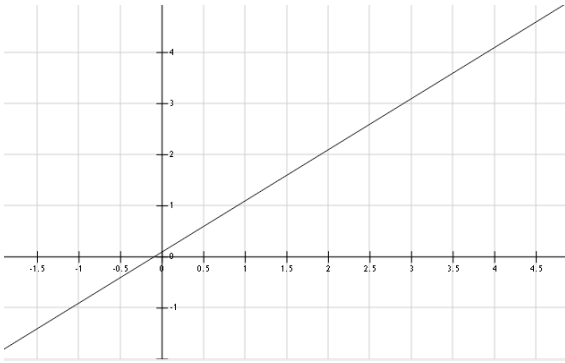


Рис. 2.30. Залежність обертового магнітного моменту однорідного поля від струму у котушках Гельмгольца

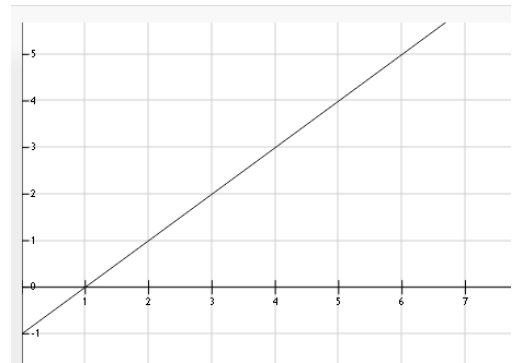


Рис. 2.31. Залежність обертового магнітного моменту однорідного поля від числа витків у котушках Гельмгольца

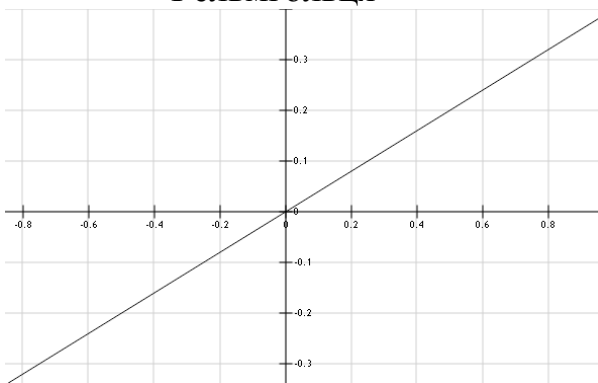


Рис. 2.32. Залежність обертового магнітного від кута полі від сили струму в контурі

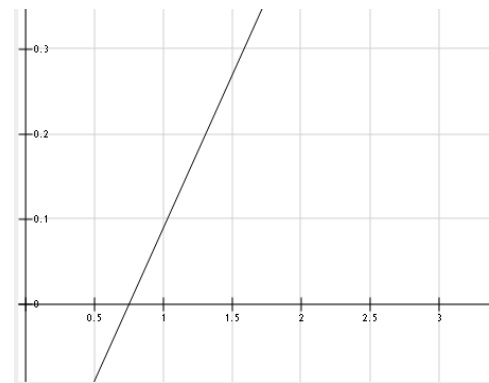


Рис. 2.33. Залежність магнітного моменту від сили струму

1. Збираємо установку згідно рис. 2.28. Підключаємо джерела живлення та систему «Кобра 3». Обираємо одновитковий контур для експерименту. Фіксуємо струм, що проходить через нього. Встановлюємо струм у 3 А в котушках Гельмгольца.

2. В установку поміщаємо багатовитковий контур. Повторюємо дослід 3-4 рази. Здійснюємо обчислення. Оцінюємо похибку вимірювань. Спостерігаємо та аналізуємо графік на моніторі, порівнюємо одержані результат вимірювань, обчислення, прогнозу та графічні. Робимо дослідницькі висновки.

Завдання 3. Дослідити вид залежності обертового магнітного моменту, діючого на контур зі струмом, поміщеного в однорідне магнітне поле від кута між магнітним моментом контуру і напрямком магнітного поля.

Збираємо установку згідно рис. 2.28, обираючи відповідні джерела струму. Для експерименту обираємо одновитковий контур і кріпимо його на рамці динамометра. Установлюємо струм у контурі та котушках величиною по 3 А. Вмикаємо систему «Кобра 3». Проводимо серію вимірювань змінюючи орієнтацію магнітного моменту контуру в магнітному полі з кроком 30° в одну і другу сторону від початкового положення. Спостерігаємо за графіком залежності на моніторі. Порівнюємо одержані дані та робимо висновки. Після кожного вимірювання при виключених джерелах струму проводимо установку динамометра на нуль.

Завдання 4. Дослідити вид залежності обертового магнітного моменту, діючого на контур зі струмом, поміщеного в однорідне магнітне поле від струму в контурі.

Збираємо коло згідно рис. 2.28 і вмикаємо джерела струму та систему «Кобра 3». Для дослідження обираємо одновитковий контур і підвішуємо його до рамки динамометра. Складаємо прогноз (передбачення): який буде вид залежності обертового магнітного моменту контуру від: сили струму у контурі; сили струму у котушках Гельмгольца. Прогноз записуємо у звіт роботи.

Установлюємо у котушках Гельмгольца струм по 3 А. Змінюємо струм у контурі в інтервалі від 0 до 3 А і знімаємо покази динамометра. За одержаними даними будуємо графік залежності обертового магнітного моменту від струму у контурі. Робимо оцінку похибки. Узагальнюємо результати спостережень та вимірів, співставляємо з прогнозом і робимо висновки.

Завдання 5. Дослідити вид залежності обертового магнітного моменту, діючого на контур зі струмом, поміщеного в однорідне магнітне поле від діаметра контуру.

У звіт записуємо передбачення результатів досліду. Використовуємо зібрану установку, рис. 2.28, вмикаємо систему «Кобра 3» і у рамку динамометра поміщаємо по чергово одновиткові контури спочатку великого, а потім малого діаметра. Для кожного контуру здійснюємо по 3-5 вимірювань та будуємо графік.

Оснoву змістово-процесуальної компоненти складає якість та обсяг знань з електродинаміки; ступінь сформованості умінь, які необхідні учням для досягнення позитивних результатів навчальної діяльності у процесі навчання електродинаміки, виявлений рівень оволодіння основних понять і законів фізики, розуміння фізичного змісту понять і величин, знань про фізичні явища, закони і теорії та системності цих знань, рівень володіння методами наукового пізнання світу, проведення спостережень і дослідів, сформованість умінь проводити вимірювання, обробка і пояснення результатів експериментальних робіт.

Лабораторна робота на тему «Експериментальне вивчення явищ у коливальному контурі за допомогою установки «Кобра 3» [238].

Мета роботи: Ознайомитися з фізичними процесами, які протікають у коливальному контурі; виділити основні характеристики затухаючих коливань; обчислити вплив кожного елемента контуру на фізичні процеси в ньому; визначити резонансну частоту послідовного коливального контуру із та без демпфуючого резистора; визначити резонансну частоту паралельного коливального контуру із та без демпфуючого резистора.

Обладнання: персональний комп'ютер, комплекс «Кобра 3», модуль функціонального перетворювача FG системи «Кобра 3», комунікаційна коробка, джерело живлення 12В/2А; конденсатор 470 нФ 250 В, котушки: 1200 витків; 300 витків (діаметром 40, 32, 25 мм); 200 витків (діаметром 40 мм); 150 витків (25 мм); 100 витків (діаметром 40 мм); 75 витків (діаметром 25 мм), з'єднувальні провідники, комунікаційна коробка.

При виконанні роботи використовуються по чергово послідовний та паралельний коливальний контур. До їх основних характеристик відносяться: фаза, зсув фаз, коефіцієнт добротності та затухання.

Коливальний контур – це електричне коло, складене з активного опору, ємності та індуктивності, рис. 2.34. Коливальні контури широко застосовуються в радіотехніці та електроніці, зокрема в генераторах електричних коливань, в частотних фільтрах, практично в кожному електротехнічному пристрої.

Послідовним коливальним контуром називають коло, яке складене з котушки і конденсатора (і інших елементів), сполучених послідовно відносно вхідних затискачів. В разі паралельного сполучення котушки і конденсатора контур є паралельним.

Добротність – це кількісна характеристика резонансних властивостей коливальної системи, яка показує скільки разів амплітуда вимушених коливань системи при резонансі перевищує амплітуду зовнішніх збуджуючих систему коливань. Добротність послідовного коливального контуру визначається головним чином (якщо втратами конденсатора можна знехтувати) добротністю котушки індуктивності: $Q = \frac{\omega L}{r}$.



Рис. 2.34. Експериментальна установка: 1 – система «Кобра 3», 2 – вимірювальний модуль «Функціональний генератор», 3 – конденсатори, 4 – котушка із 300 витками

Декремент згасання – кількісна характеристика швидкості затухання коливань. Декремент згасання d дорівнює натуральному логарифму відношення двох послідовних максимальних відхилень X величини, що коливається, в одну і ту ж сторону. Ця величина зворотна числу коливань, після закінчення яких амплітуда спадає в e раз. На принциповій схемі, рис. 2.35, та реальній, рис. 2.34 конденсатор C та котушка L сполучені паралельно.

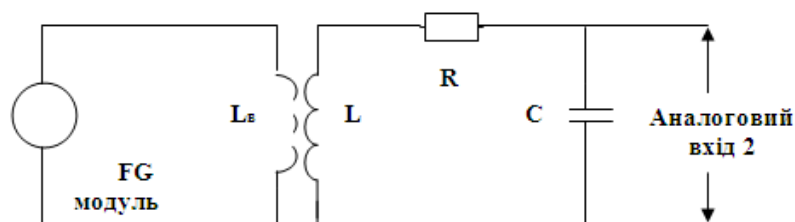


Рис. 2.35 Схеми вивчення коливального контуру

Від модуля функціонального перетворювача FG на котушку L_B подається напруга прямокутної форми. У котушці L збуджується імпульс електрорушійної сили індукції. За рахунок одержаної енергії у коливальному контурі створюються вільні електромагнітні коливання. Ці коливання передаються на аналоговий вихід 2 вимірювального пристрою «Кобра 3», а далі сигнал подається на комп'ютер, на моніторі якого висвічується залежність напруги від часу на конденсаторі. Це дає змогу виміряти період T та амплітуду A вільних коливань. У реальному контурі коливання є затухаючими через теплові втрати на його елементах. Втрати енергії за один період обчислюються через втрати на конденсаторі за час від t до $t + T$

$$\Delta W = \frac{CU^2(t)}{2} - \frac{CU^2(t+T)}{2}$$

Напруга на конденсаторі змінюється синхронно з зарядом $U = U_0 \exp(-\beta t) \cos(\omega t + \varphi)$, де $U_0 = \frac{q_m}{C}$ $U_0 = \frac{q_m}{C}$ амплітудне значення напруги, β - коефіцієнт затухання, ω - циклічна частота коливань. При незначному затуханні коливань період коливань визначається за формулою Томсона

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}} \approx 2\pi\sqrt{LC}$$

Логарифмічний декремент затухання коливань $\lambda = \beta T$ буде малим, а добротність $Q = \frac{\pi}{\lambda}$ велика.

Інструкція до виконання роботи:

1. Збираємо експериментальну установку як показано на рис. 2.34. Знайомимося з вимірювальною установкою і записуємо величини ємності конденсатора, індуктивності котушки та її величину активного опору.

2. Під'єднуємо експериментальну установку «Кобра 3» до порту комп'ютера COM 1, COM 2 або USB. Запускаємо програму для проведення вимірювань та вибираємо «Універсальний самописець системи «Кобра 3». Розпочинаємо вимірювання сили струму та напруги, використовуючи

параметри, які зображено на рис. 2.36. Виводимо на моніторі часову залежність напруги на конденсаторі контуру.

3. Подаємо напругу прямокутного коливання частоти 500 Гц на котушку збудження. Магнітне поле приводить до появи у коливальному контурі затухаючих коливань, частота яких вимірюється з допомогою «Кобри 3».

4. Для вимірювання амплітуди напруги на конденсаторі контуру і періоду коливань підводимо курсор до вікна «Survey Function» («Огляд»). Вимірюємо амплітуду напруги на конденсаторі контуру для обраного вами часового проміжку. Виміри та обчислення заносимо в таблицю наступної форми:

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U , мВ									
t , мкс									
ΔW , пДж									

5. Обраховуємо втрату енергії у контурі за кожен період, результати заносимо до таблиці. Будуємо графік залежності енергії $W(t)$ від часу.

6. Будуємо графік залежності $N(t)$ коливань від часу, рис. 2.37, виконуємо побудову графіка цієї залежності.

7. Визначаємо максимальну амплітуду першого коливання U_0 і 4-5 амплітуд $N-0$ коливання (U_1, U_2, U_3, U_4, U_5). Розраховуємо за формулою

$$\beta = \frac{\ln\left(\frac{U_0}{U_N}\right)}{t}$$
 4-5 значень коефіцієнта затухання, знаходимо середнє значення

коефіцієнта затухання та оцініть абсолютну та відносну похибки. Дані заносимо до таблиці. За середнім значенням коефіцієнта затухання обраховуємо логарифмічний коефіцієнт затухання коливань $\lambda = \beta T$ та

добротність контуру $Q = \frac{\pi}{\lambda}$. Визначаємо основні параметри коливального

контуру: індуктивність $L_{експ}$, активний опір $R_{експ}$, ємність конденсатора $C_{експ}$

та співставляємо їх з паспортними.

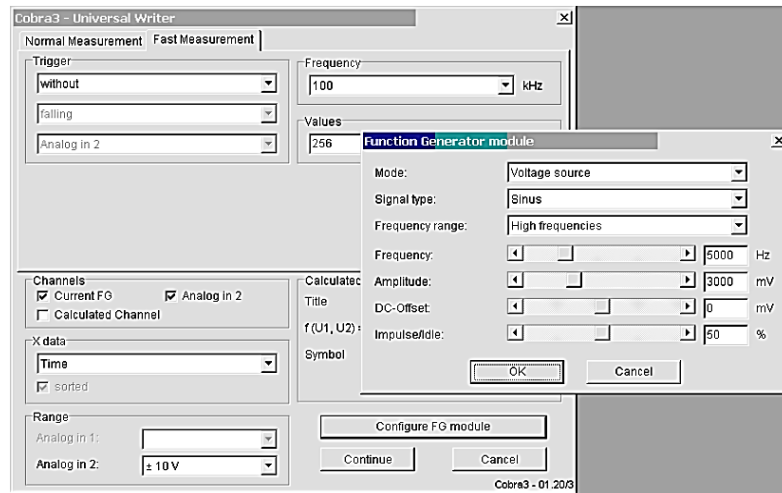


Рис. 2.36. Вікно налаштування універсального самописця системи «Кобра 3»

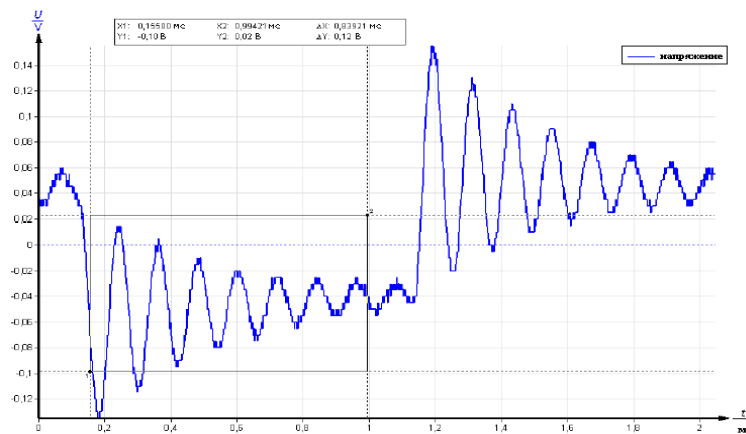


Рис. 2.37. Графік для вимірювання періоду коливань у контурі

9. Будуємо графіки: залежності індуктивності котушки на один виток від довжини коливального контуру; залежності індуктивності котушки від кількості витків при постійній довжині і радіусі; залежності індуктивності котушки від кількості витків при постійній довжині і кількості витків.

З даною установкою можна поставити досліди пошукового характеру: дослідження характеристик конденсатора, вивчення паралельного та послідовного контуру, визначення енергії конденсатора, дослідження активних опорів, дослідження характеристик котушок, конденсаторів, перевірка закону Ома для повного кола, дослідження зсуву фаз у контурі.

Розроблена лабораторна робота включає достатньо велику кількість завдань, потребує знань, відповідних умінь та навичок роботи. Проте вона є

дослідницькою. Для дослідження коливального контуру задіяне новітнє обладнання, яке докорінно відрізняється від традиційного. Мислення спрямована не на просте відтворення знань, та повторення пунктів інструкції до її виконання, а на творчий підхід, де має місце аналіз, синтез, узагальнення, висновки, пропозиції. Має місце безпосередній вихід на пряме застосування набутих знань та досвіду на практиці, перетворення знань у безпосередню виробничу силу, при виготовленні саморобних приладів чи експлуатації промислових.

2.6. Інтеграція елементів навчальної діяльності при вивченні оптичних явищ та оптичних приладів як чинник забезпечення компетентнісного підходу у навчанні

Для постановки демонстрацій з геометричної оптики використовуються набори з геометричної оптики. Вони виготовляються у трьох варіантах: для постановки демонстраційних дослідів, для фронтального експерименту та для виконання лабораторних робіт. У набір для здійснення демонстрацій входить два освітлювача, що кріпляться на металевій дошці, на магнітному тримачі, рис. 2.38.

У набір для демонстраційного варіанту дослідів з геометричної оптики входять: набір лінз та призм, набір щілин, зелений, синій та червоний світлофільтри, лінійка з магнітами, півкуля та посудина для рідини, а також модель ока, рис.2.38. Набір щілин поміщається у пази більшого за розмірами освітлювача. Світловий потік лампи освітлювача розміщений у нижній від металевій дошки частині, тому пластину з необхідною кількістю щілин розміщуємо відповідним чином. Посудину для рідини, яку можна кріпити з допомогою магнітних тримачів (темного кольору круги) на металевій дошці і досліджувати заломлення світла при проходженні з повітря у рідину і навпаки. До набору входить півкуля для дослідження утворення тіні та напівтіні.

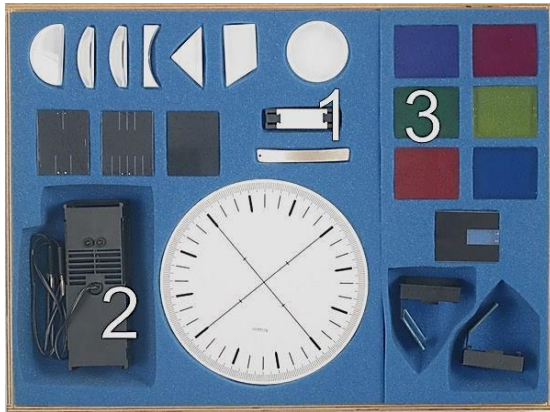


Рис. 2.38. Набір геометричної оптики

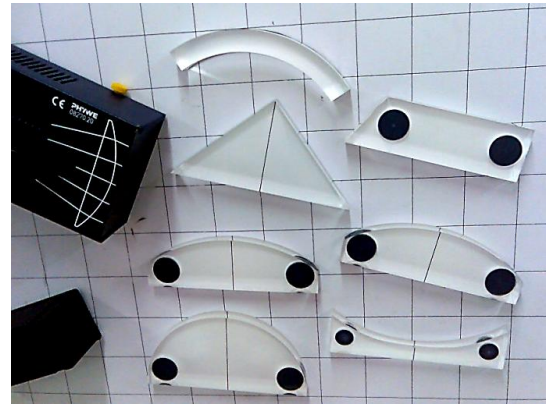


Рис. 2.39. Елементи демонстраційного набору на дошці

У навчально-виховному процесі середньої та вищої педагогічної школи використовується новий набір з геометричної оптики для фронтального експерименту. До його складу входить обладнання схоже з обладнанням для демонстраційного варіанту з деякою специфікою, рис. 2.39.

Прилади цього набору пристосовані для розміщення на горизонтальній площині, дозволяють постановку більшої кількості дослідів у порівнянні з демонстраційним варіантом, та дають можливість для виконання великої кількості творчих, дослідницьких спостережень.

В набір для фронтальних лабораторних робіт входять пристрої для демонстрацій з геометричної оптики: круглий екран, 4 лінзи, дві призми, три дзеркала на пластмасовій основі, набір світлофільтрів, пластинки з однією, двома, трьома та п'ятьма щілинами, непрозора пластинка, пластина з прозорим вирізом, циліндрична посудина поділена на дві рівні частинки, з'єднувальні провідники, пристрій для кріплення бокових дзеркал освітлювача, рис. 2.38.

В набір приладів не входить джерело струму, тому необхідно використовувати наявні джерела, які дають напругу 10-12 В, рис. 2.40. Освітлювач відрізняється від демонстраційного варіанту відсутністю магнітного пристрою та наявністю пристрою для кріплення у станині універсального фізичного штативу. До набору входить малий круглий екран пристосований для горизонтального розміщення, набір щілин аналогічний набору для демонстраційного варіанту, дзеркала, лінзи, призми, меншого розміру,

з'єднувальні провідники, циліндричної форми пластмасова посудина з перегородкою, пристрої для кріплення бокових дзеркал на освітлювачі.

Описаний набір приладів дозволяє здійснити фронтальні досліди, поставити творчі та дослідницькі завдання. Наведено один з прикладів використання даного обладнання.

Дослід «Керування променя плоско-опуклою лінзою», рис. 2.41. При виконанні даного фізичного експерименту використовується наступне обладнання: джерело струму, з'єднувальні провідники, освітлювач, пластинка з трьома щілинами, лист паперу формату А3, лінза, фломастери, лінійка.

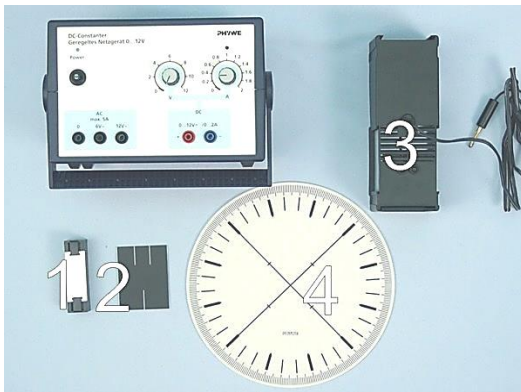


Рис. 2.40. Окремі пристрої обладнання набору для фронтального експерименту

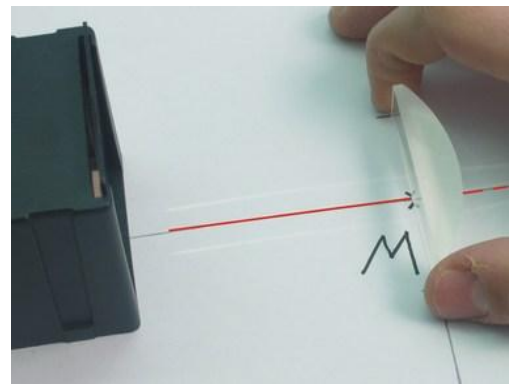


Рис. 2.41. Дослід «Керування променем плоско-опуклою лінзою»

Розташовуємо освітлювач на листі паперу формату А3, рис. 2.41, один кінець якого загинаємо для використання як екрану. На листі паперу фломастером проводимо горизонтальну та вертикальну лінії. Приєднуємо джерело струму до затискачів лампи освітлювача. У освітлювач встановлюємо пластинку з трьома щілинами таким чином, щоб утворювалось три світлові промені. Спостерігаємо поширення трьох паралельних світлових променів.

На папері, на перетині ліній розміщуємо плоско-опуклу лінзу і помічаємо точку падіння центрального променя буквою М. Спостерігаємо фокусуєчу дію лінзи на світлові промені. Точку, де сходяться промені позначаємо буквою F. Переміщаємо лінзу вздовж горизонтальної лінії і спостерігаємо за поведінкою фокуса, точки, де сходяться паралельні світлові промені.

Не менше двох разів змінюємо кут падіння світлових променів на плоску частину лінзи знизу та зверху від горизонтальної лінії і відмічаємо точки, де фокусуються промені. Кожного разу лінійкою вимірюємо фокусну відстань лінзи. Робимо висновок щодо розташування фокальної площини лінзи та дій лінзи на промені.

Набір з геометричної та хвильової оптики для виконання фронтальних лабораторних робіт, рис. 2.40, є зручним в користуванні і компактним у зберіганні та використанні, додатки А5, А6, А7, А8. До набору входить круглий диск з градусною розміткою, дві плоско-опуклі лінзи, циліндрична лінза, плоско-увігнута лінза, трикутна призма, плоско паралельна пластина, посудина розділена перегородкою, плоске дзеркало, металічне опукле та увігнуте дзеркало, освітлювач з підставкою (освітлювач можна використовувати з підставкою або без неї), дві приставки для бокового кріплення на освітлювачі, чорні непрозорі пластинки, якими можна закривати бокові частини освітлювача, пластинка з однією і трьома щілинами, пластинка з трьома та п'ятьма щілинами, пластинка з прозорим вікном, пластинка з зображенням букви Г, пластинки з отворами 0,1 мм, 0,2 мм, 0,4 мм.

У корпусі освітлювача, рис. 2.40, закріплена лінза для утворення паралельного пучка світла (без лінзи світловий пучок буде розбіжним), компактна електрична лампочка, бокова приставка з дзеркалом, чорна пластинка. Освітлювач живиться наявним у фізичному кабінеті джерелом струму, наприклад, ИПД-1, рис. 2.40.

В набір входять прилади та пристосування для виконання лабораторних робіт з хвильової оптики: подвійні щілини Юнга на пластинці g з відстанню між щілинами 1,0 мм; 0,5 мм; 0,25 мм та на пластинці l з відстанню 0,2 мм; 0,1 мм; 0,05 мм; дифракційні ґратки: 4 лінії на 1 мм; 8 ліній на 1 мм; 10 ліній на 1 мм, щілини шириною 0,1 мм; 0,2 мм; 0,4 мм; щілина шириною 0,6 мм та екран шириною 0,6 мм; металева пластинка з отвором 0,5 мм; набір світлофільтрів (зелений, синій та червоний).

Описаний набір дозволяє постановку десятків творчих завдань. Виходячи з такого підходу ми розробили методичне забезпечення семи лабораторних робіт з обладнанням РНУВЕ див. додаток А.5. До них відноситься *лабораторна робота* «Спостереження явища дисперсії та визначення роздільної здатності призми, дифракційної решітки та дифракційного спектроскопа» [239].

Мета роботи: Здобуття експериментальних умінь та навичок при розрахунку роздільної здатності скляних призм з нахилу кривих дисперсії і визначенні постійної ґратки Роуlanda за кутом дифракції (до третього порядку) спектральних ліній ртуті високої інтенсивності, також кутової дисперсії ґратки та роздільної здатності призми.

Обладнання: спектрометр-гоніометр з ноніусом, патрон для спектральної лампи, спектральна лампа (частота 100 Гц), джерело струму для спектральних ламп, тригранна призма (між граннями 60° , висота 30 мм), порожниста призма (між граннями 60° , висота 60 мм), пластмасова пляшка для ополіскування об'ємом 500 мл, настільний затискач, трубка із затискачем, дифракційні ґратки (4, 8, 10, 50 та 600 ліній/мм), штангенциркуль з ноніусом, циліндрична опора, стрижень прямокутного перерізу довжиною 250 мм та циліндричний затискач гелієва та натрієва спектральні трубки.

Дисперсія світла – це явище розкладання світла на складові, залежність показника заломлення (або діелектричної проникності) середовища від частоти світла. Внаслідок зміни показника заломлення змінюється також довжина хвилі. Поляризація хвиль - явище порушення симетрії розподілу збурень у поперечній хвилі (наприклад, напруженостей електричного або магнітного полів в електромагнітних хвилях) відносно напрямку її поширення. У поздовжній хвилі поляризація виникнути не може, так як збурення в цьому типі хвиль завжди збігаються з напрямком їх поширення.

Показник заломлення або абсолютний показник заломлення – це характерне для середовища число, яке визначає в скільки разів швидкість розповсюдження

світла в середовищі менша за швидкість світла у вакуумі $n = \frac{c}{v}$, це відношення фазової швидкості світла у пустоті до швидкості світла у даному середовищі.

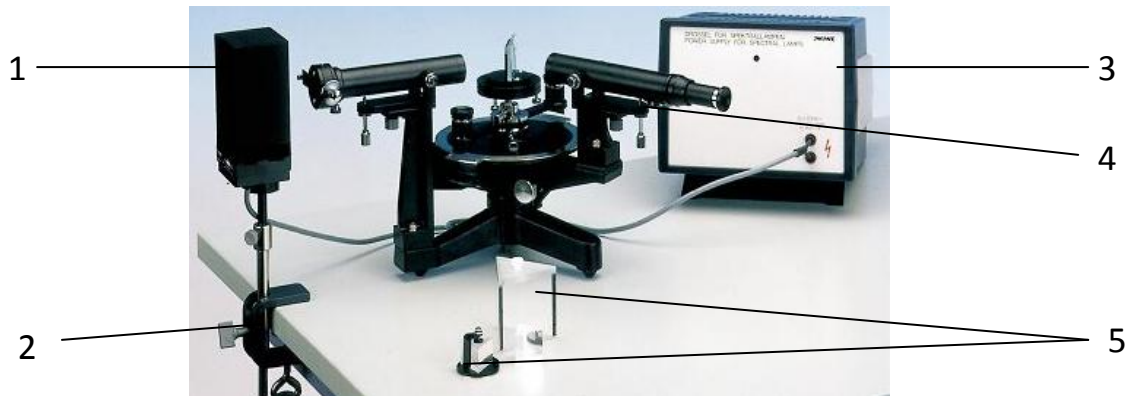


Рис. 2.42. Експериментальна установка: 1 – спектральна лампа, 2 – настільний затискач, 3 – джерело струму, 4 – спектрометр-гоніометр з ноніусом, 5 – призми

Дисперсією речовини називається відношення $\frac{dn}{d\lambda}$, де λ є довжина хвилі

світла у вакуумі. У цій роботі, вимірювання показник заломлення $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$

визначається для оптичного скла, що має форму призми. Підставляючи значення α та β в закон заломлення призми $n = \frac{\sin \frac{\delta_{\min} + A}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$.

Другим спектральним приладом є дифракційна ґратка – оптичний пристрій з великою кількістю паралельно рівновіддаленою один від одного по вузьких щілин. Головна властивість дифракційної ґратки є розкладання світла за довжинами хвиль. Паралельні промені, що падають на ґратку дифрагують і збираються в інших місцях у фокальній площині. В цих точках здійснюється інтерференція світлових хвиль від різних щілин. Якщо виконується умова максимуму, то $\Delta = k\lambda$, $k = 0, \pm 1, \pm 2$ $\Delta = (a + b) \sin \varphi = d \cdot \sin \varphi$.

Однією з основних характеристик дифракційної решітки є кутова дисперсія, яка визначається відношенням приросту кута дифракції при зміні довжини хвилі на одиницю $D = \frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta\lambda}$. Дисперсія визначає кутову відстань

$d\varphi$ між напрямками двох спектральних ліній, які відрізняються за довжиною

на 1Нм ($d\lambda = 1$ Нм), тобто ступінь розтягнутості спектру вздовж довжини хвилі. Так як $d\cos\varphi d\varphi = kd\lambda$, то $D = \frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{k}{d\cos\varphi}$. Тому кутова дисперсія решітки тим більша, чим більший порядок спектру. Спектр одержаний при постійній дисперсії розтягнутий рівномірно по всій області довжин хвиль на відміну від спектру призми.

Інша характеристика дифракційної решітки – її роздільна здатність – здатність решітки дати змогу побачити на екрані окремо дві хвилі, які різняться на $\Delta\lambda$. За числом Релея роздільна здатність решітки визначається порядком спектру k і повним числом штрихів решітки N , $R = kN$.

Головна властивість атомних спектрів – їх дискретність. Кожна лінія спектру є строго монохроматична і має кінцеву ширину.

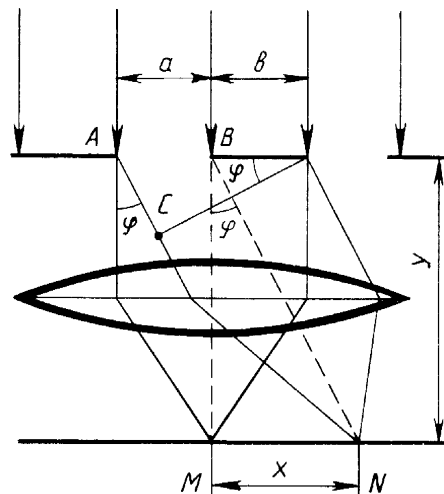


Рис. 2.43. Схематичне зображення явища дифракції світла

І. Бальмер знайшов співвідношення між довжинами хвиль у видимій частині спектра водню $\lambda = \frac{Bn^2}{n^2 - 4}$, де n – ціле число 3, 4, 5, 6, а B – емпірична константа рівна 364,7 Нм. Формула більш наочна, коли її виразити через частоту $\nu = \frac{c}{B} \cdot \frac{n^2 - 4}{n^2} = \frac{4c}{B} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2} \right)$. У 1906 р. Т. Лайман виявив ще одну серію в ультрафіолетовій області спектру. Ф. Пашен, Ф. Брекет,

А. Пфунд знайшли інші серії в інфрачервоній частині. Й. Рідберг узагальнив формулу для всіх серій $\nu = R\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$, де m – ціле число менше n .

Будова лабораторної установки для дослідження явища дисперсії показана на рис. в додатку Е. У дослідах використовуються спектральні лампи нитковидної форми, заповненої газом з низьким тиском. Вони характеризуються стабільністю в роботі, високою яскравістю, постійністю частоти. Одну з ламп обираємо за еталон, а інші слугують за досліджувані.

Основна складність при використанні установки є настройка коліматора. Змінюючи ширину щілини коліматора з допомогою мікрометричного гвинта наводимо на різкість зображення щілини. Ми дослідили наявні спектрометри-гоніометри із змінними спектральними приладами, досліджувані лампи та джерела живлення. На нашу думку найбільш вдалим є спектрометр-гоніометр фірми RHYWE, рис. 2.42. Досліджуваний спектральний прилад установлюємо на столику гоніометра. Відлік кута повороту здійснюємо за шкалою з ноніусним підрахунком (для точності використовуємо лупу). Випромінювання лампи попадає на щілину коліматора і перетворюється на паралельний пучок променів, який спрямовується на призму чи дифракційну решітку. Відхилені промені спостерігаємо через зорову трубу. Фокусування здійснюємо на нескінченність. Тоді бачимо добре зображення щілини. Кут відхилення визначаємо по шкалі столика (цілі градуси по шкалі лімба проти нуля ноніуса, а десяті по шкалі ноніуса). Визначається залежність показників заломлення рідин, а також стекол кронглас і флінтглас від довжини хвилі при заломленні променя світла призмою з мінімальним відхиленням. На основі кривої графіка дисперсії визначається роздільна здатність скляної призми.

Завдання 1. Визначення кута заломлення скляної призми.

1. Збираємо експериментальну установку, рис. 2.42, вмикаємо джерело світла, встановлюємо оптичну вісь зорової труби, щоб вона співпадала з віссю коліматора (у полі зору окуляра появиться зображення вхідної щілини

коліматора). Перевіряємо фокусування коліматора на зорову трубу (у полі зору окуляра видно чітке зображення щілини).

2. Визначаємо заломлюючий кут A призми. Встановлюємо на предметний столик призму так, щоб бісектриса заломлюючого кута призми співпадала з віссю освітлювального коліматора (бокові грані призми виконують роль дзеркал). Візуально, а потім з допомогою окуляра знаходимо зображення вхідної щілини освітленого коліматора. Обережно повертаємо окуляр і суміщаємо його нитку із зображенням щілини спочатку справа від осі коліматора, а потім зліва, знімаючи дані по лімбу N_1 та ноніусу N_2 . Тоді заломлюючий кут буде рівний
$$A = \frac{360^\circ - (N_1 - N_2)}{2}$$
. Дослід повторюємо 5-6 рази.

Завдання 2. Зняти криву дисперсії скляної призми.

1. Найбільш поширеними газонаповненими джерелами світла є воднева, неонова, гелієва трубки. Доцільно у даному завданні скористатися гелієвим джерелом випромінювання. Її 14 характеристик приведені в додатку Ж.

2. Записуємо значення заломлюючого кута призми. Вмикаємо джерело світла і переконуємося, що має місце випромінювання світла. Вимірюємо кути найменшого відхилення променів для різних довжин хвиль спектру лампи випромінювання. Ставимо призму на предметний столик гоніометра. Розміщуємо коліматор та зорову трубу під кутом 20-25 градусів, рис. 2.44. Обережно повертаємо столик з призмою та окуляр поки не побачите чіткого зображення ліній спектру. Обережно повертаємо столик з призмою у даному напрямку і уважно стежите за рухом спектральних ліній. За певного кута падіння променя на призму спектральна лінія зупиниться в полі зору окуляра, а потім почне рухатися у зворотному напрямку. Момент зупинки лінії відповідає куту найменшого відхилення променя η_{\min} . Суміщаємо відлікову лінію окуляра з лінією спектра і зніміть покази по лімбу та ноніусу N_3 . Для визначення кута найменшого відхилення променя η_{\min} знімаємо призму з предметного столика. Суміщаємо окуляр з оптичною віссю коліматора. Суміщаємо відлікову нитку окуляра із зображенням вхідної щілини.

Знімаємо покази по лімбу та ноніусу N_4 . Тоді кут найменшого відхилення для будь якої спектральної лінії буде рівний $\eta_{\min} = N_3 - N_4$. Дослід повторюємо 5-6 разів.

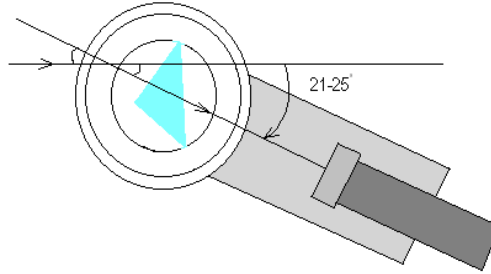


Рис. 2.44. Розташування призми, окуляра та напрямку на коліматор

4. Довільно (наприклад парні лінії) виберіть номер спектральної лінії і відповідне значення довжини хвилі, див. додаток 3. Виміри та обчислення заносимо в таблицю наступної форми:

№	2	4	6	8	10	12
λ Нм	667,8	587,4	492,2	447,1	414,4	402,6
n						

5. За даними таблиці та кутом заломлення призми визначаємо показник заломлення світла та будуємо графік залежності $n = f(\lambda)$.

Завдання 3. Визначення основних характеристик дифракційної решітки.

У завданні скористайтесь даними з таблиці. Методика проведення спостережень така як і у завданні 3. Визначаємо період дифракційної ґратки.

1. Вмикаємо джерело світла, добийтеся чіткого зображення щілини в окулярі, установлюємо співпадання нитки зорової труби та щілини. Дифракційну решітку поміщаємо на предметний столик перпендикулярно осі коліматора.

2. В полі зору окуляра спостерігайте ряд спектральних ліній декількох порядків в обидві сторони від середини. Суміщаємо вертикальну лінію нитки окуляра з обраною спектральною лінією у спектрі першого порядку початку справа, а потім зліва від нульового максимуму. По лімбу та ноніусу зніміть покази N_1 та N_2 . Знайдіть середнє їх значення. Кут слід визначити 4-5 разів. Визначте період решітки та кількість штрихів на 1 мм. Вимірюємо кути дифракції (вправо та вліво) для спектральних ліній з таблиці 100. Розраховуємо

кутову дисперсію решітки. Порівнюємо результати двох методів дослідження та робимо висновок. За визначеними даними обраховуємо роздільну здатність решітки.

Завдання 4. Дослідження спектра випромінювання натрію.

Сутність досліду полягає у тому, що слід замінити лампу випромінювання і самостійно обрати призму чи дифракційну решітку для дослідження спектру. Методика виконання дослідження описана у завданні 2 та 3.

Завдання 5. Розрахувати похибки результатів виконаних дослідів та спостережень у завданнях 1, 2, 3, 4 (за вибором учня чи викладача).

Таким чином розглянуті нами досліди, лабораторні роботи та спостереження з оптики [238] забезпечують високу продуктивність праці з вивчення оптичних явищ та процесів, в основі якої лежить змістово-процесуальна та орієнтаційно-функціональна компоненти.

Основу змістово-процесуальної компоненти складає якість та обсяг фізичних знань; ступінь сформованості умінь, які необхідні учням для досягнення позитивних результатів навчальної діяльності у процесі навчання оптики і в цілому фізики, виявлений рівень оволодіння основних понять і законів фізики, розуміння фізичного змісту понять і величин, знань про фізичні явища, закони і теорії та системності цих знань, рівень володіння методами наукового пізнання світу, проведення спостережень і дослідів, сформованість умінь проводити вимірювання, обробляти і пояснювати результати експериментальних робіт. Орієнтаційно-функціональна компонента предметної компетентності передбачає мотивацію учня на самого себе, на власне розуміння явищ, процесів природи, вивчення та уміння використовувати здобуті знання, уміння та навички для досягнення запланованих цілей. Таке поєднання навчальної діяльності відповідає вимогам компетентнісного підходу у навчанні, зумовлює посилення прикладного, практичного характеру вивчення фізичних явищ та процесів й полягає в тому, щоб навчити школярів самостійно вирішувати завдання в незнайомих ситуаціях, не збільшуючи обсяг інформованості людини в різних предметних галузях.

2.7. Виконання фізичного експерименту з атомної і ядерної фізики з урахуванням специфіки навчального матеріалу

Особливості методики вивчення квантової фізики визначаються місцем цього розділу в шкільному курсі фізики та специфікою досліджуваного у ньому матеріалу. Квантову фізику вивчають наприкінці шкільного курсу фізики, причому вивчають на кількісному рівні вперше. Раніше протягом усього шкільного курсу фізики учні мало зустрічалися із поняттям дуалізму властивостей частинок, речовини, з дискретністю енергії, з властивостями ядра атома, з елементарними частинками. Лише про будову атома та її ядра школярі отримали самі початкові поняття у базовому курсі фізики та більш повні – у хімії. Ця обставина жадає від вчителя так побудувати навчальний процес, щоб при вивченні матеріалу досягти глибшого і міцнішого засвоєння його учнями. Необхідна обґрунтована робота з закріплення знань і умінь й застосування досліджуваного матеріалу під час вирішення завдань, виконання лабораторних робіт тощо. Засвоєнню матеріалу сприяють оціночні розрахунки, наприклад, довжин хвиль де Бройля, розміру ядра, щільності складових ядра, енергії зв'язку, кварка. Нині, коли навчальні заклади мають персональні комп'ютери, ці розрахунки не займають чимало часу і збільшився вибір форм подачі результатів.

Для підвищення якості засвоєння матеріалу важливо спиратися на раніше отримані знання. Наприклад, вивчення правил при радіоактивному розпаді та ядерних реакцій потребує опори на закони збереження елементарного заряду. Перед вивченням будови атома доцільно повторити поняття доцентрового прискорення, законів Ньютона, закону Кулона, склад будови атома, які учні вивчали в базовому курсі фізики та хімії.

Особливість змісту квантової фізики також накладає відбиток на методику її вивчення. У даному розділі фізики старшокласники знайомлять з властивостями мікросвіту, які не пояснюються уявленням класичної оптики. Від школярів вимагається не лише високий рівень абстрактного мислення, а

й частково методологічне діалектичне мислення. Суперечності хвиля – частинка, дискретність – неперервність розглядають з позицій діалектичного матеріалізму. Тому, при вивченні цього розділу вчителю важливо спиратися на ті філософські знання, які мають учні, частіше нагадувати їм, що метафізичному протиставленню (або так, або ні) діалектика протиставляє і так, і ні. Тому нічого дивного у тому, що світ у одних умовах (інтерференція, дифракція) поводить як хвиля, за інших – як потік частинок.

Для полегшення засвоєння квантової фізики необхідно в навчальному процесі широко використовувати різні засоби наочності. Але число демонстраційних дослідів, які можна поставити при вивченні цього розділу, в середній школі невелика. Тому, крім експерименту, широко використовують малюнки, креслення, графіки, фотографії треків, плакати і діапозитиви. Перш за все необхідно ілюструвати фундаментальні досліди (досвід Резерфорда з розсіювання α -частинок, досліди Франка і Герца та ін.), а також роз'яснювати принципи дії приладів, що реєструють частинки, розкривати будову прискорювачів, атомного реактора, атомної електростанції і т. п. При вивченні цього розділу широко використовують навчальні відеофільми «Фотоефект», «Фотоелементи та їх застосування», «Тиск світла», «Радіоактивність і атомне ядро», «Ядерна енергетика в мирних цілях», кінофрагменти «Дискретність енергетичних рівнів атома (досвід Франка-Герца)», «Природа лінійчатих спектрів атомів водню», діафільми «Трекові прилади в ядерній фізиці», «Прискорювачі заряджених частинок», «Цей мирний атом добрий», «Будова атома і атомного ядра». Великі можливості в даному відношенні відкриває комп'ютерне моделювання.

Одночасно з розвитком змісту навчального матеріалу з квантової фізики розвивається і вдосконалюється методика його вивчення. Проте в методичному плані у вчителів фізики виникають значні труднощі. В ході педагогічного експерименту ми встановлюємо причини такого стану: до змісту даного розділу включена велика кількість нових понять і явищ, які не мають своїх аналогів у макросвіті; складні функціональні залежності, які

мають місце між відповідними фізичними величинами, не дозволяють використовувати їх на уроках фізики у повному обсязі; відсутнє обладнання (моделі, макети, прилади) для здійснення в умовах середньої школи ефективних навчальних дослідів; навчальний експеримент з квантової фізики в середній школі недостатньо розкриває особливості і кількісні закономірності явищ мікросвіту; у програмі з фізики мало уваги приділяється розв'язуванню задач, які спонукали б учнів до творчого мислення [164].

Враховуючи перераховані труднощі при вивченні квантової фізики в школі ми зробили висновок про доцільність використання широких можливостей комп'ютерної техніки в системі з іншими засобами навчання [228].

Досліджуючи використання засобів ІКТ у вивченні квантової фізики розуміємо їх доцільність використання. Зокрема, ефективне використання комп'ютерів при вивченні квантової фізики в середній школі вимагає забезпечення таких умов: відповідний рівень підготовки вчителя до такої роботи в школі (глибоке знання змісту матеріалу, володіння методами програмування, знання методики викладання тощо); наявність необхідної матеріальної бази (комп'ютери, клас та ін.); наявність якісних навчальних комп'ютерних програм; попередня підготовка учнів до роботи з комп'ютером; обізнаність учнів з елементами методу моделювання; комплексний підхід до використання різних засобів вивчення квантової фізики; дотримання вимог техніки безпеки, санітарії та гігієни [102].

Враховуючи вище перераховане ми проаналізували традиційне обладнання та новітнє на предмет визначення такої методики навчання, яка мала можливість максимально усунути вказані недоліки. Ми розробили лабораторні роботи з квантової фізики, що виконуються за допомогою обладнання «PHYWE», яке найбільш повно відповідає сучасним методам дослідження новітніх явищ. Зокрема, *лабораторна робота* «Експериментальне визначення сталої Планка за допомогою фотоефекту з використанням підсилювача» [239].

Мета роботи: Формування умінь та навичок визначення величини сталої Планка за вимірюванням фотоелектричної напруги для різних довжин хвиль падаючого випромінювання.

Обладнання: фотоелемент з кожухом, дифракційна ґратка (600 ліній/мм), світлофільтри (580 нм, жовтий, а 525 нм, зелений), тримач для діафрагм, регульована щілина, тримач для лінзи, лінза в оправі (фокусна відстань +100 мм), ртутна лампа потужністю 80 Вт, з'єднувальний провідник довжиною 250 мм, з'єднувальний кабель з BNC роз'єднувачем довжиною 250 мм, джерело струму, патрон для лампи на стрижні, цифровий мультиметр, оптична лавка довжиною 600 мм, універсальний підсилювач та ніжка, шарнір і бігунок (висота штока 60 мм) для оптичної лави. Крім цього ми використали саморобний прилад для визначення постійної Планка, проектор для тіньової проєкції.

Вказівки до виконання роботи

Досліджувані фізичні поняття: зовнішній фотоелектричний ефект, робота виходу електрона з металу, енергія фотона.

Зовнішнім фотоелектричним ефектом (фотоелементом) називається випромінювання електронів речовини під дією електромагнітного випромінювання. Встановлені закони зовнішнього фотоелектричного ефекту: при фіксованій частоті падаючого світла число фотоелектронів, що відриваються з катода у одиницю часу, пропорційне інтенсивності світла; максимальна початкова швидкість (максимальна початкова кінетична енергія) фотоелектронів не залежить від інтенсивності падаючого світла, а визначається тільки його частотою; для кожної речовини існує червона межа фотоелектричного ефекту, тобто мінімальна частота світла (залежна від хімічної природи речовини та стану його поверхні), нижче якої фотоелектричний ефект неможливий.

Робота виходу – найменша кількість енергії, яку необхідно надати електрону для того, щоб вивести його з твердого тіла у вакуум. Робота виходу є характеристикою речовини. Як і будь-яку іншу енергетичну характеристику роботу виходу можна вимірювати в джоулях, але це не практично. Зазвичай роботу виходу прийнято вимірювати в електрон-вольтах. Стала Планка –

елементарний квант дії, фундаментальна фізична величина, яка відображає квантову природу Всесвіту. Загальний момент кількості руху фізичної системи може змінюватись лише кратно величині сталої Планка. Як наслідок у квантовій механіці фізичні величини виражаються через сталу Планка. Вона має розмірність енергії, помноженої на час – 1 Дж·с. В системі СІ стала Планка має значення $h = 6.6260695(29) \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Фотон — квант електромагнітного випромінювання, елементарна частинка, що є носієм електромагнітної взаємодії. Енергія фотона визначається з формули $E = h\nu$, де h - стала Планка, ν - частота.

Принцип роботи: Потік світла від ртутної лампи потрапляє на дифракційну ґратку. За допомогою фотоелемента і підсилювача визначають кутовий розподіл енергії і розраховують постійну Планка.

Хід роботи

1. Збираємо експериментальну установку, рис. 2.45. Встановлюємо на підсилювачі параметри: електрометр $R_e \geq 10^{13}$ Ом. Для розрядки приладу між вимірюваннями натискаємо на кнопку «zero» підсилювача.

2. Включаємо джерело світла, встановлюємо світлофільтр з відповідною смугою пропускання, щоб освітлювався вхід фотоелемента.

3. За допомогою мультиметра на фотоелементі встановлюємо напругу. Отримані результати заносимо до таблиці.



Рис. 2.45. Експериментальна установка для визначення сталої Планка: 1 – тримач для лінзи, 2 – ртутна лампа, 3 – джерело струму, 4 – оптична лава, 5 – фотоелемент з кожухом, 6 – універсальний підсилювач, 7 – цифровий мультиметр

4. Повторюємо пункти 2-3 з іншими світлофільтрами.

5. Отримані результати подаємо у вигляді графіка залежності напруги від частоти $U = f(\nu)$. Проведіть лінійну апроксимацію. Виміри та обчислення заносимо в таблицю наступної форми:

№	Колір фільтра	Частота ν , 10^{12} Гц	Напруга U , В

6. Використовуючи отриманий графік, визначаємо сталу Планка за формулою $h = e \cdot \frac{U_1 - U_2}{\nu_1 - \nu_2} = e \cdot \operatorname{tg} \alpha$, де $\operatorname{tg} \alpha$ – кутовий коефіцієнт отриманої прямої на графіку, e – заряд електрона.

Наприкінці виконання лабораторної роботи доцільно учням поставити кілька контрольних питань. Система «Кобра 3» дозволяє виконувати досліди, лабораторні роботи і з саморобними приладами та обладнанням. Зокрема, розробили методичне забезпечення для використання цієї системи при виконанні лабораторних робіт з квантової фізики на саморобних приладах.

Лабораторна робота «Визначення постійної Планка фотоелектричним способом».

Обладнання: саморобний підсилювач струму, фотопомножувач ФЕУ-2, освітлювач для тіньової проекції, набір світлофільтрів.

Ми пропонуємо в ролі джерела монохроматичного світла і монохроматора використовувати набір світлофільтрів і проектор для тіньової проекції чи подібний йому. Дана модифікація експерименту має такі особливості: підвищиться мобільність установки, що дозволить експериментатору бути незалежним від місця проведення експерименту; забезпечує проведення досліду в різних навчальних закладах, в яких база технічного забезпечення фізичних лабораторій не вимагає спеціального обладнання; інтегрована установка з проектором для тіньового проектування в ролі джерела монохроматичного світла не потребує виготовлення в спеціальних складних чи вартісних деталей, тобто виготовляється самостійно. Це дозволяє проводити монтаж установки на місці, навіть не перериваючи навчально-виховного процесу.

В таблиці 2.2 подані експериментальні дані, які отримані на саморобній установці для визначення сталої Планка з використанням проектора для тіньової проекції. Сталу Планка можна визначити фотоелектричним способом за відомим значенням затримуючого потенціалу. Для цього виготовляємо саморобний містковий підсилювач напруги, рис. 2.47.

Таблиця 2.2

Результати експериментальної роботи з визначення сталої Планка

$tg\alpha$	h , $\cdot 10^{-34}$ Дж \cdot с	h_c , $\cdot 10^{-34}$ Дж \cdot с	E , %	\hbar , $\cdot 10^{-34}$ Дж \cdot с	\hbar_c , $\cdot 10^{-34}$ Дж \cdot с	E , %
4,52	7,23	6,50	8,49	1,15	1,03	8,85
3,77	6,03		9,72	0,96		9,29
3,88	6,22		6,41	0,99		5,99

Плечами містка, рис. 2.46 є опори R_1 , r та внутрішні опори подвійного триода 6Н1П. Електронні лампи здатні змінювати свій внутрішній опір в залежності від потенціалу на сітці. В пропонованій схемі зміна потенціалу сітки триода здійснюється фотоелементом ФЕУ-2 (вмикаємо як фотоелемент без використання емітера). Рівновага містка фіксується мікроамперметром. Коли фотоелемент затемнений, його внутрішній опір великий. На сітці лампи Ла нагромаджуються електрони, що виходять з катода. Сітка набуде від'ємного потенціалу. Через ділянку кола ЛаR потече слабкий струм. На сітці лампи Лб такого нагромадження електронів не буде, бо вона з'єднана через опір q з джерелом струму U_c . Струми, що протікають через плечі rЛб і RЛа не будуть рівними. Через мікроамперметр потече деякий струм. Потенціометром q вирівнюємо їх при напрузі U_B .

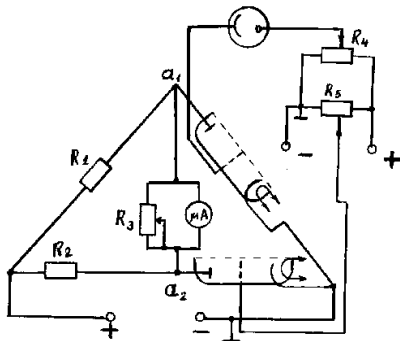


Рис. 2.46. Принципова схема установки



Рис. 2.47. Установка для визначення сталої Планка

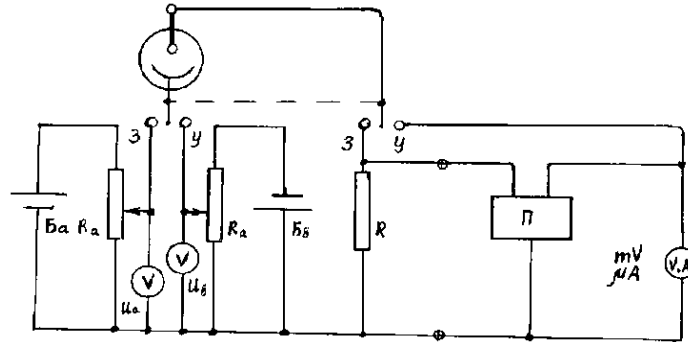


Рис. 2.48. Принципова схема параметричного підсилювача для вивчення фотоэффекту

Направляємо на фотоелемент монохроматичне світло. Рівновага моста порушується, бо потенціал лампи $Л_a$ підвищується. Відбалансовуємо міст, подаючи на фотоелемент затримуючу напругу U_3 потенціометром Q . Затримуючий потенціал визначаємо $U = U_3 - U_B$. Постановку досліду здійснюємо в такій послідовності: саморобний прилад з фотоелементом ФЕУ-2 ставимо на брусок підставку; на відстані 50-80 см від фотоелемента розташовуємо освітлювач для тіньової проекції; в об'єму освітлювача послідовно поміщаємо світлофільтри зі шкільного набору; потенціометром Q змінюємо напругу на сітці лампи. Щоразу визначаємо величину затримуючого потенціалу. Будуємо графік залежності $U = f(I)$ або $U = f(\nu)$.

$$\text{Тоді } \operatorname{tg} \alpha = \frac{U_2 - U_1}{\nu_2 - \nu_1}.$$

$$\text{Значення сталої Планка визначаємо за формулою } h = l \cdot \operatorname{tg} \alpha = l \cdot \frac{U_2 - U_1}{\nu_2 - \nu_1}.$$

В цьому досліді можна використати й інші схеми дослідження закономірностей фотоэффекту. На рис. 2.48 подано схему пристрою на параметричному підсилювачі. В ній використано джерело постійного струму на 4 В, джерело постійного струму на 100 В (ВУП-2), міліамперметр М 82 з шкалою 500-600 мікроВольт, опір $R = 300 \text{ МОм}$, вольтметр U , а на 6 В, вольтметр U_B на 100 В, потенціометр R_a на 30-50 Ом, потенціометр R_B на 500-1000 Ом. Робота виконується в такій послідовності: закриваємо фотоелемент від світла; ручки потенціометрів ставимо в крайнє праве положення;

встановлюємо на нульове положення покази мікроамперметра на виході і більше його не регулюємо; відкриваємо фотоелемент; ручкою потенціометра виводимо затримуючий потенціал на нуль. Від клем фотоелемента з допомогою кабеля підводимо напругу до аналогового входу 2 системи Кобра 3 і на екрані монітора спостерігаємо залежність фотоструму від затримуючого потенціалу. За одержаними значеннями будується графік цієї залежності.

Підтвердив фотонну будову світла вчений В.Боте. Ми розробили схему для моделювання цього досліду. Обладнання: лампочка на 1 В, джерело струму на 4 В, реостат на 16 Ом, вимикач, дві лампи СГ2С, саморобний індикатор, ВУП-2, два шкільні підсилювачі низької частоти. Джерелом фотонів слугує лампочка, з'єднана з джерелом струму через вимикач та реостат. В якості індикаторів фотонів використовуємо стабілітрони типу СГ2С, рис. 2.49.

Підсилення імпульсів струму досягаємо з допомогою двох шкільних підсилювачів низької частоти. Стабілітрони чутливі до космічних променів та інших джерел елементарних частинок. Щоб зменшити сторонній вплив обидва індикатори поміщаємо в свинцеву трубу з товщиною стінок 2-3 мм. Таку трубу виготовляємо зі шматка броньованого телефонного кабеля діаметром 4-5 см і довжиною 20-30 см. Також трубу можна виготовити з декількох труб меншого діаметра: розрізаємо їх по довжині, розгинаємо до потрібного діаметра, складаємо одну до іншої і обмотуємо ізоляційною стрічкою, в середній частині труби просверджуємо отвір під патрон для маловольтної лампочки. Напроти робимо ще один отвір для спостереження за ступенем розжарення лампочки. Трубу поміщаємо в два невеликі металеві хомутики, з допомогою яких кріпимо в лапці фізичного штатива.

Резисторами R_a , R_b та за розжаренням лампочки підбираємо такий режим роботи установки, щоб кожне її плече давало по 20-30 відрахунків на хвилину. Гучномовці розводимо один від іншого на відстань 1,5-2 м. Це дає змогу відрізнати імпульси кожного стабілітрона. Регуляторами тембру підсилювачів налаштуємо різні тони звукових імпульсів.

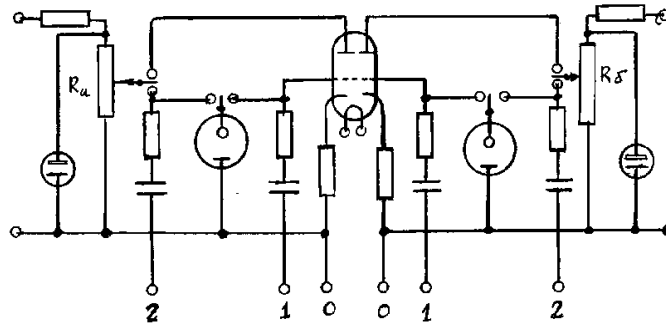


Рис. 2.49. Схема досліду Боте

Для покращення чутливості приладу використовуємо подвійний триод типу 6Н1П чи 6Н23П. Для цього перемикачі переводимо в положення 2 (електроди ламп мають різну нумерацію).

Дослід проводимо в такій послідовності: до ВУП-2 приєднуємо провідники живлення схеми і подаємо в коло напругу 200 В. Підсилювачі низької частоти з'єднуємо з виходом реєстраційного приладу; резисторами R_B та R_T добиваємось, щоб кожне плече установки давало 20-30 відрухунків на хвилину; після цього вмикаємо коло лампочки розжарювання; реостатом змінюємо ступінь розжарення лампочки і на слух сприймаємо зміну частоти імпульсів. Це підтверджує вплив світлового потоку на роботу лічильника; потім встановлюємо постійне розжарення лампочки і рахуємо кількість імпульсів за хвилину для кожного плеча; порівнюємо одержані дані з випадком, коли лампочка вимкнута. Маємо різницю порядку 30-40 імпульсів на хвилину. Звертаємо увагу, що спрацювання підсилювачів проходить неодноразово. Це свідчить, що випромінювання світла має фотонний характер. Від клем ламп СГ2С з допомогою кабеля підводимо напругу до аналогового входу 2 системи «Кобра 3» і на екрані монітора спостерігаємо імпульси. Вони легко рухаються.

Лабораторна робота «Дослідження закономірностей випромінювання та поглинання атомом (дослід Франка-Герца) з неоновною трубкою» [237].

Мета роботи: Сформувати уміння та навички учнів при визначенні залежності сили зворотного струму в трубці Франка-Герца від напруги на

аноді та визначенні енергії збудження з урахуванням різниці мінімумів і максимумів сили струму.

Обладнання: джерело струму для експерименту Франка-Герца з програмним забезпеченням, неонна трубка Франка-Герца, з'єднувальні кабелі для неонової трубки Франка-Герца з BNC роз'єднувачем довжиною 750 мм та RS 232.

Вказівки до виконання роботи

Досліджувані фізичні поняття: кванти енергії, квантові переходи, енергія збудження, модель атома Бора.

Квант енергії – доза енергії, яку може поглинати або випромінювати мікросистема, переходячи з одного стану в інший. Квант енергії пропорційний частоті фотона, який поглинається або випромінюється системою $\varepsilon = h\nu$. Квантові переходи – стрибкоподібні переходи квантової системи (атома, молекули, атомного ядра, твердого тіла) з одного стану в інший. Найбільш важливими є квантові переходи між стаціонарними станами, що відповідає переходу системи з одного рівня енергії на інший. Збудження - це процес поглинання електронами енергії і перехід їх із нижчих енергетичних рівнів і підрівнів на вищі. Нільс Бор запропонував у 1913 році свою модель атома. Він стверджував, що можливими є лише певно не дуже велика кількість станів, у яких можуть перебувати електрони. Відповідно, енергія, що вивільнюється чи поглинається, є лише результатом переходу електрона з одного стану в інший. Зазначимо, що для отримання результатів виконання даної лабораторної роботи потрібне застосування інформаційно-комунікаційних технологій для отримання графік. Цю проблему успішно можна вирішити за допомогою системи «Кобра 3», рис. 2.7.

Принцип роботи: Електрони розганяється у розрядній трубці заповненій неоном при тиску 13^3 Па. У трубці розміщено 4 плоскопаралельні електроди: А – анод-, К – катодного накалу, C_1 та C_2 сітчасті електроди.

Електрон розганяється різницею потенціалів U_1 , яка прикладена між сітками. На анод відносно сітки C_2 подається затримуюча напруга U_2 .

Відстань між катодом та C_2 набагато більша за довжину вільного пробігу електрона в неоні. Тоді ймовірність, що зіткнення електрону з атомом є максимально висока, а відстань між сіткою C_2 і анодом значно менша.

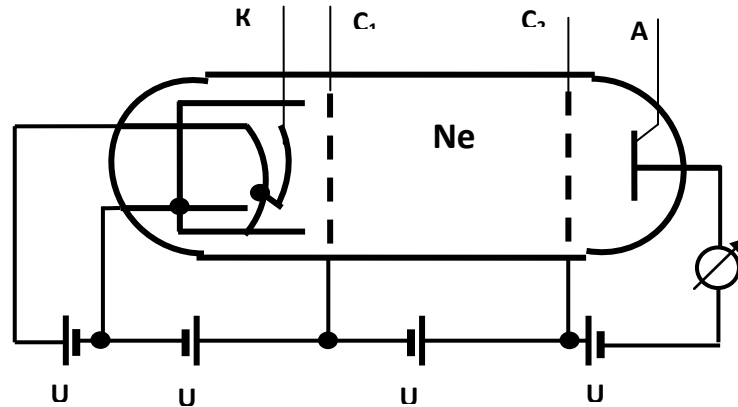


Рис. 2.50. Схема напруг між електродами трубки

Енергію збудження неону розраховуємо по відстанях між рівновіддаленими мінімумами струму в змінному електричному полі. Дана схема відрізняється від схеми Франка-Герца у наявності додаткового електрода біля катода. Сітка C_1 зменшує вплив просторового заряду на вид вольтамперної характеристики. Різниця потенціалів U_3 порядку декількох вольт створює електричне поле, яке віддаляє електрони від прикатодної частини. Тоді кількість електронів, які прискорюються і знаходяться між сітками не залежить від напруги U_1 . У автоматизованому режимі напруги U_n , U_2 , U_3 є незмінними, а процес зняття вольтамперної характеристики залежить від прискорюючої напруги U_1 .

Хід роботи

1. Збираємо експериментальну установку як показано на рис. 2.51.
2. Під'єднуємо універсальну установку «Кобра 3» до порту комп'ютера. Запускаємо програму для проведення вимірювань й вибираємо установку «Кобра 3» для проведення експерименту Франка-Герца. Встановлюємо параметри як показано на рис. 2.53. Потім натискаємо кнопку «Continue» й виконуємо дослід.

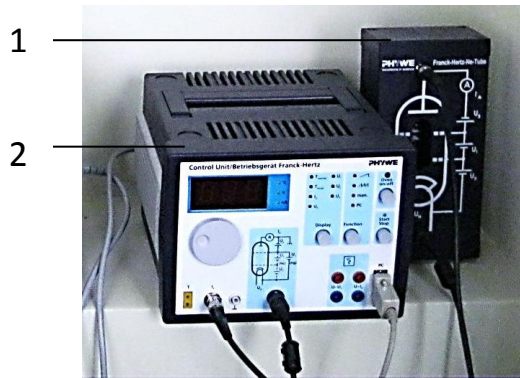


Рис. 2.51. Експеримент Франка-Герца з неонову трубною: 1 – неонову трубка з кожухом, 2 – джерело струму

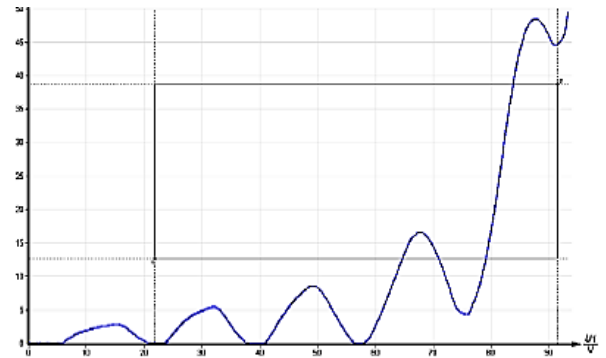


Рис. 2.52. Графік залежності сили від напруги

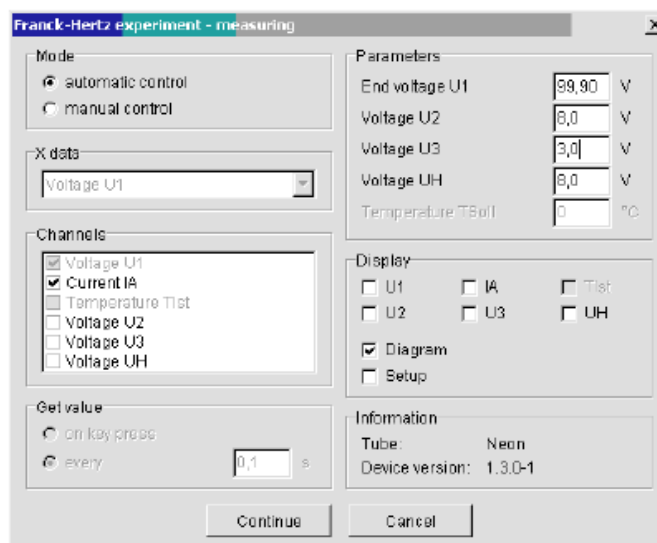


Рис. 2.53. Вікно налаштування параметрів вимірювання

3. На екрані комп'ютера отримаємо залежність сили зворотного струму в трубці Франка-Герца від напруги на аноді. На графіку будуть представлені рівновіддалені мінімуми та максимуми.

4. На основі отриманого графіка обраховуємо середнє значення енергії збудження атома неону.

Висновки до розділу 2

1. Аналіз закономірних змін у освітніх парадигмах навчання природознавства, технічних та суспільно-гуманітарних дисциплін дав змогу обґрунтувати тезу, що висока мотивація навчання фізики у середніх загальноосвітніх навчальних закладах буде реальною, коли забезпечаться умови, за яких набуті знання, уміння та навички стають безпосередньою

продуктивною силою ще за навчання учнів. Такий підхід вимагає формування практичної компетентності за схемою: практична компетентність → продуктивна виробнича сила. Тоді закономірні зміни у навчанні фізики ми розглядаємо як методологічний принцип, що в повній мірі відповідає експериментально-орієнтованому компетентнісному підходу в навчанні щодо перетворення набутих знань у безпосередню виробничу силу. Технології в навчально-виховному процесі створюють єдину, нову систему, де забезпечується ефективніша цілісність, технологія дедалі більше опосередковується логічно, а логіка – технологічно, що відповідає вимогам формування в учнів практичних компетентностей.

2. Обґрунтовано методологічні засади формування експериментально-орієнтованого навчального середовища з фізики, які у повній мірі відповідають теорії В.В. Давидова [72] та ідеї Л.С. Виготського [57] про те, що навчання йде попереду розвитку. Діяльність щодо навчання фізичних понять, явищ, процесів повинна знаходитися у певному методологічному полі, яке створюють означені методологічні засади.

3. Здійснено цілісний аналіз наборів приладів та обладнання фізичних кабінетів для виконання дослідів з механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, оптики, електродинаміки «Школяр. Розглянуто можливості вимірювальної системи «Кобра 3», набору фізичного обладнання для виконання експерименту з механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електрики та магнетизму, оптики, атомної і ядерної фізики фірми «RHYWE».

4. Розроблено експерименти з визначеними наборами та створене методичне забезпечення [236], [237], [238], [239], [241], яке дозволяє формувати наступні компетентності: пізнавально-інтелектуальну, як сукупність теоретичних знань, практичних умінь з постановки демонстрацій, навичок в організації експериментальної технології, досвіду застосування знань з курсу фізики в повсякденному житті, особистісних якостей учня, що дають змогу здійснювати пошукову евристичну діяльність, самостійно здобувати нові знання [78]; діагностичну, як вміння учня здійснювати

самооцінку власних здібностей постановки дослідів та виконання лабораторних чи практичних робіт, спрямованих на підтвердження теоретичних знань з фізики; прогностичну, як вміння учня визначати напрямки своєї діяльності на кожному етапі постановки чи виконання дослідів, лабораторних чи практичних робіт, передбачити кінцевий результат; інформаційну, яка виступає головним джерелом наукової та світоглядної інформації, є важливою складовою поглиблення знань, розширення кругозору, розвитку ерудиції, володіння практичною стороною фізичних знань, що позитивно позначається на формуванні у школярів умінь і навичок; аналітичну, як вміння аналізувати завершене виконання дослідів, лабораторних, практичних робіт; дослідницьку, що передбачає вміння спостерігати й аналізувати кожен підготовчий та наступні етапи досліду, висувати гіпотези, для вирішення кожного етапу експериментальної діяльності, аналізувати інформаційні джерела, оволодіння науковим мисленням.

5. Впроваджено компетентнісний підхід до реалізації методичного забезпечення постановки дослідницької експериментальної діяльності учнів середніх загальноосвітніх навчальних закладів з метою розвитку їх мотивації до навчання, активізації пізнавальної діяльності.

Оптимальним є поєднання можливостей натурального та віртуального фізичного експерименту з розділів шкільного курсу фізики.

Основні наукові результати розділу опубліковані у працях [227], [228], [229], [232], [236], [237], [238], [239], [241], [249], [252].

РОЗДІЛ 3

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ПРОВЕДЕННЯ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

3.1. Організація та проведення педагогічного експерименту з перевірки ефективності методики формування експериментальних компетентностей старшокласників засобами вимірювального комплекту

Для перевірки гіпотези дослідження та виявлення ефективності розробленої методичної системи з формування експериментальної компетентності засобами вимірювальних наборів проводився педагогічний експеримент, який складався з констатувального, формуючого й контрольного етапів та експертної оцінки. Наукова гіпотеза полягала у тому, що за умови впровадження у навчальний процес методики формування експериментальних компетентностей з фізики учнів ЗНЗ на основі вимірювального комплекту з фізики забезпечить підвищення рівня експериментально дослідницьких навчальних досягнень старшокласників, забезпечить перетворення знань, умінь, навичок у безпосередню виробничу силу, сприятиме формуванню ціннісних ставлень до освіченості старшокласників.

Головними завданнями педагогічного експерименту були:

1. Підтвердження необхідності формування та теоретичного обґрунтування поняття експериментальної компетентності та експериментального навчального середовища й створення методичної системи формування експериментальних компетентностей учнів старшої школи на основі сучасних наборів з фізики;

2. Перевірка ефективності методичної системи, яка забезпечить спрямування старшокласників на набуття навичок самостійного дослідного здобуття знань, умінь й навичок з новітніми наборами з фізики, визначення їх цінностей та умінь перетворювати набуті знання з фізики у практичну життєву діяльність;

3. Виявлення змін у якості результатів навчання учнів старшої школи за розробленою методикою формування експериментальних компетентностей на базі новітнього вимірювального комплексу, виявити вплив рівнів взаємозв'язку змістової та експериментальної складових системи навчання фізики.

Педагогічний експеримент проводився у продовж 2010-2015 років.

Під час виконання педагогічного експерименту опиралися на методи педагогічних досліджень, які подані в працях Ю.К. Бабанського [15], [17], П.М. Воловика [55], М.І. Грабаря [68], К. Інгенкампа [97], К.О. Краснянської [68], О.М. Новікова [176], Я. Скалкової [221], С.А. Смірнова [253] та інших педагогів.

В ході першого етапу педагогічного експерименту (2009-2012) здійснено аналіз навчальних планів, навчальних програм загальноосвітніх шкіл, посібників, методичної, психолого-педагогічної та спеціальної наукової літератури, методичне забезпечення шкільного фізичного експерименту, матеріальна база навчального середовища. Були визначені предметні компетентності, які визначалися початковим, достатнім, середнім та високим рівнях, додаток В.

Нами проведене дослідження експериментального навчального середовища 15 шкіл Кіровоградської та Черкаської областей щодо визначення рівня відповідності навчального процесу з фізики до визначених Державним стандартом [197] потреб фізичної освіти, додатки К та Л.

На основі методів системного аналізу та формалізації змісту експериментального навчання, навчального середовища з фізики СЗНЗ виділено: складові експериментальної компетентності, див. додаток Ж; показники знань з механіки 130, молекулярної фізики та термодинаміки – 71, електродинаміки – 50, оптики – 41, атомної і ядерної фізики – 29, див. додаток Д; здійснено класифікацію експериментальних наборів з фізики, див. додаток Б; визначено перелік лабораторних робіт, які можна потенційно виконати з новітнім обладнанням, див. додаток А; окреслені показники експертної оцінки комплектів, див. додаток К.

Для статистичної перевірки результатів дослідження використаний критерій Стьюдента. Об'єм вибірки обчислений за законом достатньо великих чисел [55]: $n = \frac{t^2 pq}{\varepsilon^2}$, де n – об'єм вибірки, t – коефіцієнт Стьюдента, p – ймовірність правильних відповідей, q – ймовірність неправильних відповідей, ε – гранична помилка. Граничну похибку обрано $\varepsilon = 0,05$, яка відповідає ймовірності $P_t = 0,95$. Тоді коефіцієнт Стьюдента $t = 1,96$. Статистично значимі і достовірні результати за умови $p = q = 0,5$ будуть, коли число відповідей складатиме не менше 384. До констатуючого експерименту було залучено 384 учнів з 22 класів загальноосвітніх навчальних закладів Кіровоградської та Черкаської областей. Класи добиралися таким чином, щоб вони найбільшою мірою відповідали умовам проведення педагогічного експерименту. У цих школах в належному стані матеріальна база фізичних кабінетів, майстерень, комп'ютерних класів; розроблено методичне забезпечення, середня наповнюваність класів складає 12-30 учнів, налагоджена позаурочна робота з фізики; у школах працюють досвідчені вчителі фізики, які є добрими експериментаторами, що дозволило залучити їх до роботи за розробленою нами методикою.

Результати аналізу констатувального експерименту дали можливість сформулювати припущення з можливості здійснити педагогічне дослідження щодо формування в учнів експериментальних компетентностей з допомогою фізичних наборів.

Визначено заходи і чинники, складено план неперервного проведення дослідження і перевірки його ефективності.

На підставі результатів науково-теоретичного аналізу психолого-педагогічної та спеціальної літератури були сформовані засади вдосконалення процесу навчання фізики в напрямку формування досвіду експериментування, виявлення їх ціннісних складових, можливості застосувати на практиці в старшокласників. Корегувалися заходи щодо підвищення якості змісту і методів виконання експериментальних завдань,

розроблялися методичні матеріали, забезпечувалося консультування учителів, які були залучені до дослідження.

Розроблялася методика забезпечила відповідність змісту навчального матеріалу практичним завданням відповідних комплектів завдань. Вагому частину завдань складають різні форми тестових завдань. Важливим елементом дослідження було впровадження до структури поділу лабораторних робіт за етапами (під компетентності): навчально-формуючий і виконавчо-контрольний.

Були розроблені тести для виконання зрізів знань та виявлення рівня компетентності, анкети, контрольні завдання до лабораторних робіт на творчих завдань [248].

За результатами проведення тестів, оцінки виконання лабораторних робіт, творчих завдань встановлено рівень засвоєння навчального матеріалу старшокласниками. Коефіцієнт засвоєння знань слугував критерієм оцінки $K_3 = r/n$, де r – кількість учнів, у відповідях яких містився вказаний елемент знань, n – максимально можлива кількість відповідей з цим елементом знань. У таблицю 3.1. приведені узагальнені дані.

Таблиця 3.1

Засвоєння понять тем різних розділів фізики

Теми	Коефіцієнти засвоєння знань (в %) / Кількість понять				
	18 – 39	40 – 49	50 – 59	60 – 69	70-85
Механіка	18	32	54	24	2
Молекулярна фізика й термодинаміка	31	14	22	4	-
Електродинаміка	16	18	14	2	-
Оптика	24	12	4	1	-
Атомна і ядерна фізика	22	4	3	-	-
Всього	111	80	97	31	2
В %	34,59	24,93	30,22	9,66	0,6

На рівні 30-39% засвоєно 24,93% визначених фізичних понять (вивчаються у профільних та академічних класах). Найбільша кількість понять – 34,59%, приходить на рівень засвоєння 18-39%. Із 130 понять

розділу «Механіка» на рівні 50-59% кращі показники виявилися для 54 понять. Поняття з атомної та ядерної фізики засвоюються переважно на рівні до 50% і є слабкими.

Аналіз результатів виконання тестових завдань (засвоєння понять розділу «Молекулярна фізика та термодинаміка») показав, що рівень знань старшокласників є різним. Зокрема, високий рівень знань засвоєння поняття еталону кілограма ($K_z = 73,8\%$) та внутрішньої енергії ($K_z = 73,8\%$). Добре сформованими виявились знання про закони відбивання світла ($K_z = 65,38\%$) і закон Ома для ділянки кола ($K_z = 69,23\%$). Значна частина старшокласників мають труднощі з вивченням атомної і ядерної фізики.

За результатами констатувального експерименту зроблено наступні висновки.

1. Встановлено, що у СЗНЗ учителі виконують демонстраційні експерименти частково. За результатами спостережень виконується до 40 % демонстрацій від загальної їх кількості, передбачених навчальними програмами. Більшість лабораторних робіт проводяться не фронтально, а за демонстраційним зразком. Похибки розраховуються вчителем. При самостійних їх підрахунках тільки 15 % учнів одержують правильну відповідь. Не знайшли належного втілення експериментальні завдання.

2. Встановлено, що старшокласники переважно засвоюють означення основних понять та формули. Знання, які мають у своєму поясненні складні логічні відношення або міжпредметні зв'язки, оволодіваються учнями на рівні засвоєння 18-39%, див додаток Д. За коефіцієнтами засвоєння знань вищого та середнього рівня мають елементи знань: кипіння (65,38%), агрегатні стани речовини (61,54%), механічний рух (69,23%), механічна робота (65,38%), маса тіла (65,38%), закон Гука (65,38%), дослід Торрічеллі (65,38%), вільне падіння (69,23%), деформація (65,38%), невагомість (65,38%), другий закон Ньютона (69,23%), закон Ома для ділянки (69,23%), дисперсія світла (65,38%), закон відбивання світла (69,23%).

Низькі – мікроскопічні параметри системи (15,38%), розподіл Максвелла (19,23%), молярна маса (19,23%), принцип Гюйгенса (15,38%), види радіоактивного випромінювання (19,23%), період напіврозпаду (19,23%), азітропія (19,23%), методи реєстрації йонізуючого випромінювання (19,23%).

3. Встановлено, що учні слабо розуміють сутність графічного опису фізичних явищ та процесів, не вміють читати графіки з механіки, молекулярної фізики, термодинаміки, вольтамперних характеристик, спектральних закономірностей.

4. Рівень узагальнення і систематизації знань недостатній, учні слабо встановлюють логічні зв'язки між елементами знань, можуть перейти на більш високий рівень наукового мислення 17 % учнів.

5. Поширені помилки нерозуміння учнями модельного зображення явищ, процесів, закономірностей, яке здійснюється математичними розрахунках, а тому допускають чисто формальні помилки при обчисленнях результатів лабораторних робіт.

6. В навчальному процесі в основному використовується устаріле, традиційне обладнання, яке розраховане на репродуктивне відтворення знань і низький рівень активізації розумової діяльності учнів. Тоді вчителі фізики не можуть здійснити індивідуалізацію розвитку кожного учня, врахування інтересів та здібностей.

7. Традиційний спосіб організації експериментального навчального процесу не може забезпечити дослідницький рівень організації самостійної роботи учнів. У старшій школі 33 % школярів пасивно вивчають навчальний матеріал з фізики і мають незадовільний рівень знань.

Спілкування з вчителями підтвердило наші застереження. Шкільний курс фізики має слабе матеріальне забезпечення фізичних кабінетів, а також має бути кращим методичне забезпечення. Є проблеми поєднання реального віртуального фізичних експериментів.

На першому етапі педагогічного експерименту встановлено наступне: у старшокласників прослідковується не усвідомлення зв'язків між явищами,

поняттями, законами фізики; наявні певні проблеми при поєднанні реального та віртуального експерименту; низький рівень засвоєння знань при вивченні рідких кристалів.

На другому етапі педагогічного експерименту (2012-2014) було виконано перевірку основних етапів дослідження в процесі організованої дослідної роботи в старшій школі. Здійснено: формування структури навчального середовища для вивчення учнями фізики на основі традиційного та новітнього обладнання; аналіз і формування педагогічних умов, за яких ефективно удосконалена методика навчання фізики на базі новітнього обладнання; розробку методичного забезпечення здобуття учнями експериментальних компетентностей за допомогою новітнього обладнання.

Мета формувального етапу педагогічного експерименту полягала у перевірці ефективності розробленої методичної системи формування фізичної компетентності школярів старшої школи. Експеримент проводився в умовах навчально-виховного процесу з залученням розробленої нами методики [236], [237], [238], [239], [241].

Даний етап педагогічного експерименту передбачав виконання таких завдань: розробка методичного забезпечення для організації та проведення фізичного експерименту з метою успішного формування та розвитку експериментальної компетентності старшокласників, до якого увійшли: методичні рекомендації щодо виконання лабораторних робіт та дослідів; окреслення критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів з усіх запропонованих нами видів діяльності; визначення початкового рівня сформованості в учнів 10-11 класів експериментальної компетентності; відбір контрольних та експериментальних класів і шкіл для проведення педагогічного експерименту; здійснення підготовки вчителів загальноосвітніх навчальних закладів до організації та проведення навчальної практики з фізики з дотриманням основних вимог компетентнісного підходу до організації експериментального навчання фізики; здійснити діагностування результатів впровадження системи

методичних засобів шляхом систематичного спостереження за процесом їх розвитку та анкетування учнів; проведений аналіз та узагальнення підсумків теоретичного та експериментального дослідження, формулювати висновки, опрацювати результати експериментальної роботи.

На основі аналізу та висунутої концепції: відпрацьовувалася методика й техніка запровадження новітнього обладнання у навчальний процес; розроблялися і перевірялися методичні рекомендації для старшокласників щодо впровадження новітнього обладнання, інструкції для учнів до лабораторних робіт і дослідів.

На даному етапі теоретико-експериментальної роботи застосовувались теоретичні та емпіричні методи дослідження, спостереження за технологією виконання робіт.

З метою виявлення ефективності запропонованої методики використання експериментальних завдань учнями у експериментальних та контрольних класах проводилося тестування. Результати аналізу тестування дали підстави для формування основної робочої гіпотези дослідження.

Впровадження нових компонентів у зміст теоретичних основ у відповідний навчальний експеримент, розробка навчально-методичного комплексу вивчення розділу здійснювалося на третьому етапі дослідження за такими основними напрямками: організація експериментально-дослідницького навчання зі старшокласниками, аналіз структурних і змістових одиниць навчального матеріалу та результатів оцінювальної діяльності вчителів, які працювали за методичними розробками щодо впровадження новітнього обладнання «PHUWE».

Для проведення навчального експерименту попередньо були вироблені умови його здійснення. До участі в проведенні педагогічного експерименту залучалися вчителі зі стажем не менше 3-х років, кожен вчитель працював з учнями як на етапах констатуючого, пошукового, так і на етапі формуючого педагогічного експерименту за розробленими нами методичними матеріалами.

У школах, які визначені були для проведення педагогічного експерименту, див. додаток К.1, класи учнів поділені на експериментальні (384 учня) та контрольні (348 учнів). Вони вибиралися так, щоб успішність учнів на початку експерименту була приблизно рівною. Педагогічний експеримент проводився в експериментальних і контрольних класах одночасно. Зрозуміло, що відмінністю у вищезазначених класах була методика викладання навчального матеріалу: у контрольних класах застосовувалася традиційна, а в експериментальних – методика впровадження новітнього обладнання «PHUWE».

На третьому етапі (2013-2014) проводився формувальний експеримент. Було виконано: аналіз та узагальнення одержаних експериментальних даних. Також здійснено уточнення педагогічних умов, за яких процес підготовки учнів при вивченні фізики в школі буде наближений до оптимального при використанні новітнього обладнання.

Для проведення педагогічного експерименту було скореговані тестові завдання для учнів [248]. Оцінювання завдань, які пропонувалися старшокласникам, здійснювалося в балах. Визначалися умови реалізації використання структурно-логічного аналізу при експериментальному вивченні фізики за допомогою новітнього обладнання, оцінювалася ефективність змісту фізичного експерименту, а також «бачення» його перспективи розвитку.

Підсумковий етап формувального педагогічного експерименту проводився з урахуванням результатів попередніх етапів в умовах створеного експериментального навчального середовища, методичної системи постановки дослідницьких лабораторних робіт та творчих завдань з новітнім обладнанням, яке за своєю природою ставить учня в умови дослідника, а не виконавця дій за традиційною схемою-інструкцією до лабораторної роботи. Методи, прийоми і засоби навчання забезпечили використання встановлених внутрішньо-предметних та міжпредметних зв'язків. Сутність експериментальної методики навчання полягала в залученні учнів до таких

видів діяльності, що відповідають психофізіологічним особливостям школярів конкретного профілю і впливають на перебіг когнітивних процесів. Для активізації мислительної діяльності учнів, розвитку різних видів пам'яті та уваги, розширення обсягу знань учнів, набуття більш високого рівня узагальнення й систематизації знань, умінь та навичок нами застосувалися структурно-логічні схеми.

Узагальненні результати педагогічного експерименту подані на рис. 3.1.

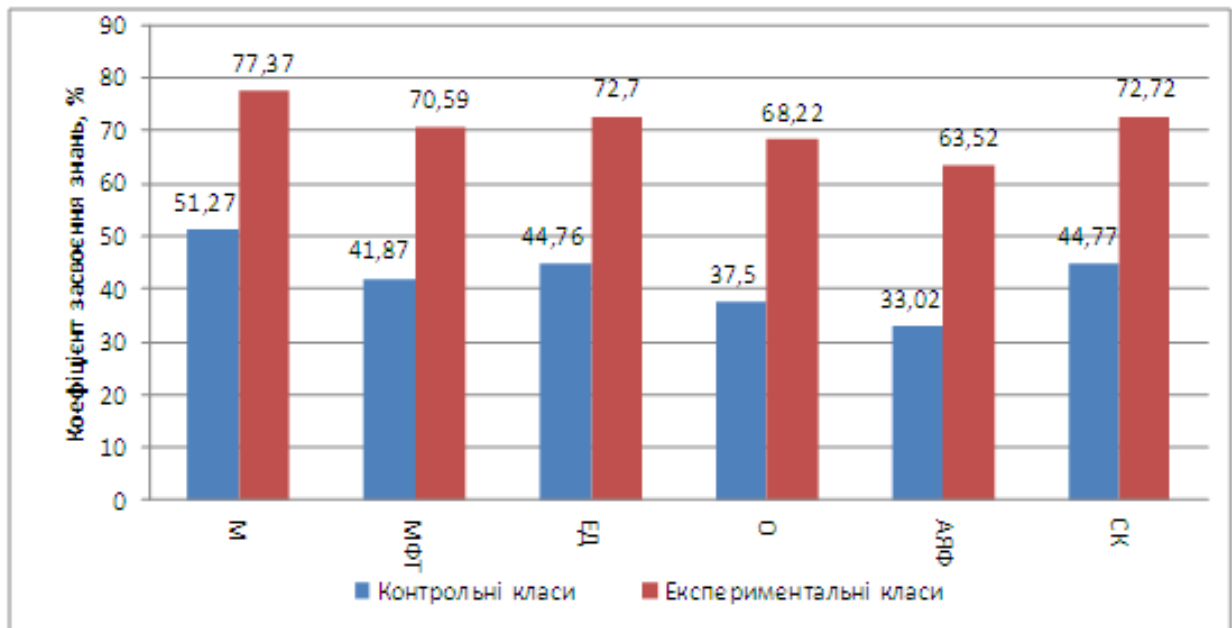


Рис. 3.1. Гістограма результатів формування експериментальної компетентності

Скорочення: М – механіка, МФТ – молекулярна фізика та термодинаміка, ЕД – електродинаміка, О – оптика, АЯФ – атомна і ядерна фізика, СК – середній коефіцієнт засвоєння знань.

Враховано помітний ріст інтересу учнів до вивчення фізики, де використано вимірювальна система «Кобра 3», адже новітнє обладнання урізноманітнює традиційне вивчення фізики.

Учителям які залучені до проведення педагогічного експерименту було надано методичне забезпечення по виконанню фізичного експерименту з новітнім обладнанням «PHUWE» [236], [237], [238], [239], [241].

На основі результатів контрольних зрізів статистичні розрахунки виконувалися за методикою П.М. Воловика. Визначався вплив запропонованих

методичних розробок на реалізацію дидактичних принципів науковості та наочності на формування компетентності учнів через їх складові:

1) коефіцієнт повноти знань теоретичних основ розділу \bar{K}_p , що визначається з формули [55, с. 122-133]:

$$\bar{K}_p = \frac{\sum_{i=2}^N n_i}{n \cdot N},$$

де n_i – кількість одиниць основних знань, що опановані і-тим учнем; $\sum_{i=2}^N n$ – кількість елементів основних знань, якими опанували всі учні; n – повна кількість елементів знань визначених відповідно до вимог реалізації науковості викладання; N – кількість учнів, які брали участь в експерименті.

2) абсолютний коефіцієнт успішності K_a – відношення суми частот одержання позитивних оцінок до суми частот отримування можливих оцінок у чотирибальній шкалі конкретної статистичної вибірки [55, с. 50-52]:

$$K_a = \frac{\sum_{i=6}^{10} h_i}{\sum_{i=2}^{10} h_i} = \frac{\sum_{i=6}^{10} h_i}{n}, \quad (3.2)$$

де n відповідає загальній кількості учнів, що брали участь в експерименті;

3) частота учнів μ , які успішно засвоїли сучасний рівень знань і сформували вміння їх експериментального відтворення (V – кількість учнів, які успішно засвоїли визначений навчальний матеріал), від загальної кількості учасників експерименту (N) [55, с. 50]:

$$\mu = \frac{V}{N} \cdot 100\% \quad (3.3)$$

4) коефіцієнт якості успішності C [55, с. 60-69; 118-120]:

$$C = \frac{\sum_{i=7}^{10} h_i}{n}, \quad (3.4)$$

де $\sum_{i=7}^{10} h_i$ – сума частот одержання оцінок «7» і «10» балів, $n = \sum_{i=2}^{10} h_i$ – сума частот всіх отриманих оцінок;

Коефіцієнт засвоєння знань визначається із співвідношення

$$K_3 = \frac{p}{N}, \quad (3.5)$$

де p – число правильних відповідей, N – максимально можливе число відповідей на запитання. Загальне число елементів знань N_0 визначається добутком числа елементів знань з розділу механіки на число учнів, які брали участь в експерименті.

Під час проведення констатувального експерименту, спілкуючись з вчителями фізики, відзначали недоліки традиційного вивчення нових понять, ознайомлення учнів з новими фізичними явища та законами.

3.2. Аналіз результатів впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників засобами вимірювального комплексу «PHUWE» (фізика)

На завершальному етапі педагогічного експерименту визначені контрольні та експериментальні класи. В перших вивчення фізики проводилося за традиційною системою навчання, а у експериментальних – згідно розроблених методичних рекомендацій для учителів, що брали участь у експериментальному навчанні. Організація навчання з новітнім обладнанням здійснювалася із залученням новітнього обладнання в реальних та віртуальних умовах.

Сутність умов навчання учнів полягала у тому, що вони створеними умовами ставляться в умови дослідників, зокрема механічного руху, коли традиційний візок певної маси рухається по демонстраційній доріжці під дією важка, перекинутого через блок, але тут додається вимірювальна

система «Кобра 3» та сполучений з нею комп'ютер. Характер руху візка через датчики передається на «цікавий» вимірювальний пристрій «Кобра 3». Учень змушений задавати параметри вимірювань на пристрій, що зумовлює активізацію мислинневої діяльності. Інакше візок не буде рухатися по доріжці. Коли учень неправильно задає умови для здійснення руху, то візок буде нерухомим. Крім цього перед виконанням роботи потрібно записати власний прогноз результатів дослідів. За однієї «команди» учня на пристрій на комп'ютері можуть відтворюватися цифрові дані про рух, а за іншої на екрані монітора висвічуються одночасно різними кольорами графіки рівноприскореного руху: для прискорення (пряма лінія паралельна горизонтальній лінії часу), швидкості (пряма лінія під кутом до горизонтальної часу) та пройденого шляху (права вітка параболи). В цьому випадку необхідно здійснювати аналіз, синтез, узагальнення і робити висновки, які впливають з проведення дослідів. Крім цього за даної установки перевіряється і другий закон Ньютона.

Складність постановки дослідів значно зросла, але зросла й мотивація і кінцеве задоволення результатами своєї власної дослідницької діяльності. Учень йде до знань від одержаних навиків.

Такий підхід привів до того, що у експериментальних класах 70-80% учнів ґрунтовно засвоїли навчальний матеріал щодо сутності основних фізичних понять з механіки, 65-75% – з електродинаміки. Коефіцієнт засвоєння знань з молекулярної фізики та термодинаміки складав 60-70%, фізичного змісту фундаментальних сталих атомної та ядерної фізики – 52-64%.

За проведеного педагогічного експерименту у контрольних класах коефіцієнт засвоєння вказаних знань був нижчим, ніж в експериментальних на 20-30%. Середній коефіцієнт засвоєння елементів знань у контрольних класах становить 44,77%, а в експериментальних – 72,72%, рис. 3.1. Спостерігається значна різниця між рівнями засвоєння знань експериментальних і контрольних класів.

Складними для експериментального засвоєння виявилися поняття молекулярної фізики та термодинаміки; насичена та ненасичена пара, кристалічні та аморфні тіла, ізопроцеси; атомної та ядерної фізики: радіоактивність, закон радіоактивного розпаду, ядерні процеси. В контрольних класах коефіцієнти знань понять тем електродинаміки: активний опір ($K_{зк} = 53,58\%$), електричне поле ($K_{зк} = 65,38\%$), закон Ома для повного кола ($K_{зк} = 61,58\%$), електрорушійна сила ($K_{зк} = 50\%$), магнітне поле ($K_{зк} = 57,68\%$), сила струму ($K_{зк} = 61,58\%$). А в експериментальних класах відповідно: активний опір ($K_{зе} = 65,58\%$), електричне поле ($K_{зе} = 84,62\%$), закон Ома для повного кола ($K_{зе} = 80,77\%$), електрорушійна сила ($K_{зе} = 80,77\%$), магнітне поле ($K_{зе} = 73,08\%$), сила струму ($K_{зе} = 84,62\%$).

Під час педагогічного експерименту учні не в однаковій мірі засвоюють різні поняття теми електродинаміки. Зокрема, коефіцієнт засвоєння поняття про опори електричному струму у контрольних класах складає $K_{зк} = 57,69\%$, а у експериментальних – $K_{зе} = 84,62\%$, закон Кулона – $K_{зк} = 65,38\%$, $K_{зе} = 88,46\%$, додаток Д, таблиця 3. Правил Кірхгофа у контрольних класах засвоєні на рівні коефіцієнта засвоєння знань $K_{зк} = 30,77\%$, а в експериментальних класах він покращився до $K_{зе} = 57,69\%$.

Середнє значення коефіцієнта засвоєння знань у контрольних класах при вивченні атомної і ядерної фізики становить 33,02%. У експериментальних класах цей показник рівний 63,52%. Таким чином коефіцієнт засвоєння знань завдяки запропонованій методиці збільшився на 30,5%, рис.3.2.

За результатами заключного етапу педагогічного експерименту ми сформуваємо наступні висновки:

1. Аналіз знань учнів з фізики показав, що навчальний матеріал усвідомлюється краще, якщо належним чином забезпечити навчальний процес експериментальною наочністю дослідницького характеру. За нинішніх умов падіння престижу знань природничого циклу традиційний

шкільний фізичний експеримент належної якості знань, умінь та навичок не дасть, а відповідно не сформується відповідні компетентності.

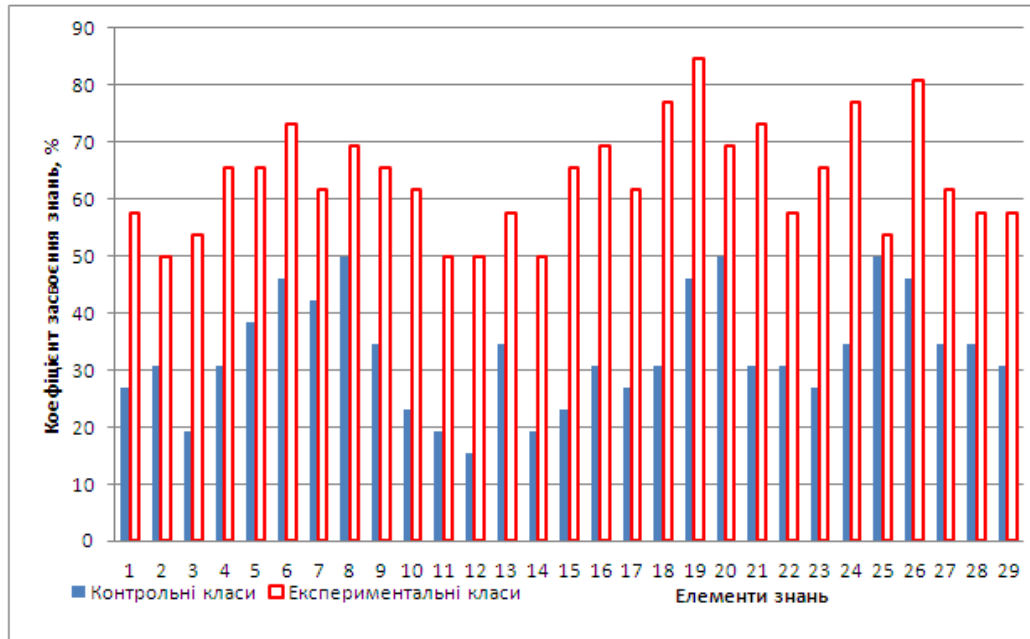


Рис. 3.2. Гістограма результатів формування експериментальної компетентності при вивченні атомної і ядерної фізики

2. Пізнавальний інтерес учнів до навчання значно підвищується за створення цілісної системи наборів приладів та обладнання, ІКТ здатних забезпечити мотивація навчання, які дозволяють відтворити фізичні явища в умовах слабо обладнаних фізичних кабінетів.

За результатами педагогічного експерименту в експериментальних і контрольних класах були одержані кількісні показники, див. таблицю 3.2. Різниця коефіцієнтів засвоєння знань експериментальних і контрольних класів складає: $d = K_{ze} - K_{zk} = 27,95\%$.

Таблиця 3.2

Узагальнені результати педагогічного експерименту

Класи	Кількість учнів (n)	Всього елементів, N_0	Відтворено елементів, N	$K_z = \frac{N}{N_0} \cdot 100, \%$
Контрольні	348	37530	18602	44,77
Експериментальні	384	45440	33044	72,72

Наведені дані в таблиці 3.2 засвідчують достатній рівень розробленої методики вивчення фізики. Так, середній коефіцієнт засвоєння знань учнями

у експериментальних класах на 27,95% вище за коефіцієнт у контрольних класах.

При проведенні педагогічного експерименту розраховували середню похибку вибірки в експериментальних класах згідно розробленої методики П.М. Воловика [55, с. 125-128]. Ефективність методики формування експериментальної компетентності на базі новітнього обладнання з фізики визначалася через достовірність одержаної різниці коефіцієнтів засвоєння елементів знань

$$P_{pk} = \sqrt{\frac{K_{zk}(1 - K_{zk})}{n_k}}, P_{pk} = 2,58 \cdot 10^{-2}, P_{pe} = \sqrt{\frac{K_{ze}(1 - K_{ze})}{n_e}}, P_{pe} = 2,19 \cdot 10^{-2},$$

де P_{pe} та P_{pk} , K_{ze} та K_{zk} , n_e та n_k – відповідно середні похибки правильних відповідей, коефіцієнти засвоєння знань, кількість учнів у експериментальних та контрольних класах.

Середня ймовірність правильних відповідей на запитання розраховується середньою помилкою їх різниці

$$P_{\alpha} = \sqrt{P_{pe}^2 + P_{pk}^2}, P_{\alpha} = 3,39 \cdot 10^{-2}$$

Таким чином, помилка середньої ймовірності правильних відповідей не перевищує 3,39%. Оцінку ймовірності достовірності одержаної різниці проведено за допомогою нормального відхилення

$$t_{\alpha} = \frac{K_{ze} - K_{zk}}{P_{\alpha}} = \frac{d}{P_{\alpha}}, t_{\alpha} = 8,2$$

Так як $t \gg 3$, то різниця коефіцієнтів засвоєння знань в експериментальних і контрольних класах є суттєвою і залежить не від випадкових вибірок, а від організації формування експериментальних компетентностей учнів середніх шкіл з використанням вимірювального комплексу. За таблицями Стюдента [55, с. 207] ймовірність достовірності одержаної різниці ймовірностей засвоєння знань в експериментальних і контрольних групах рівна 0,968.

В якості показників ефективності запропонованої методики по відношенню до традиційної використовувалися: середній показник засвоєння знань K_z ,

математичне сподівання E , дисперсія D , середнє квадратичне відхилення σ , міра розсіювання M , які обчислювалися за наступними формулами [299, с. 28-31]:

$$E = \sum_{i=1}^{321} p z, D = \sum_{i=1}^{321} (p - E)^2 z, \sigma = \sqrt{D}, M = \sigma \sqrt{2},$$

де p – кількість правильних відповідей, z – ймовірність.

Різниця у якості вивчення елементів знань з розділу механіки їх співвідношення у контрольних та експериментальних класах є суттєвою на рівні достовірності 95 %, так як критерій Стюдента має значення 9,85.

Таблиця 3.3

Основні характеристики статистичних відхилень

Класи	$K_3, \%$	E	D	σ	M
Експериментальні	44,77	170	673,9	25,96	36,34
Контрольні	72,72	113,1	1455,2	38,15	53,41

Таким чином випадкові фактори у контрольних та експериментальних класах на якість виконання експериментальних завдань під час проведення педагогічного експерименту мало впливали. Новизна пропонованих понять є все ж відчутною. Це засвідчує розбіжність $\sigma_e = 0,2596\%$, $\sigma_k = 0,3815\%$. Значення моди у експериментальних класах значно нижче, ніж у контрольних, що вказує на відповідні труднощі у засвоєнні нових знань, пропедевтики, яких не здійснено раніше.

Результати третього етапу педагогічного експерименту свідчать про ефективність і значущість компетентнісного підходу до розвитку методики формування експериментальної компетентності старшокласників за допомогою вимірювального комплексу на уроках фізики. Важливість цього зумовлена новими вимогами нової концепції фізичної освіти та вимогами Державного стандарту загальноосвітньої середньої школи. Розроблені і доповнені чинники удосконалення ефективності і якості виконання практичних і експериментальних завдань учнями визначають рівень якісного показника навчання фізики в цілому. Розроблена методична система розв'язує

проблеми формування фізичних знань на основі запровадження експериментально-орієнтованого навчального середовища на новітніх наборах.

3.3. Експертна оцінка методичного забезпечення навчального фізичного експерименту засобами вимірювального комплекту

З метою визначення значущості вимог до методики запровадження новітнього обладнання фірми «PHYWE» проводилося їх експертне оцінювання фахівцями у галузі освіти та методистів з фізики. Участь в експертній оцінці приймали 74 експерти, серед яких 7 докторів наук, 20 кандидатів наук. Вчене звання професора мають 8 експертів, доцента – 10, 7 старших викладачів, один асистент викладача; один експерт має звання старшого наукового співробітника. До складу експертів увійшли також 44 вчителі фізики, що працюють у школах різного типу і профілю, серед яких 24 вчителі, що мають вищу категорію, 5 – першу, 10 – другу та три спеціалісти.

Науково-педагогічний стаж 9 експертів перевищує 40 років, 17 мають стаж 30-39 років, стаж 14 експертів 20-29 років, 17 експертів мають стаж 10-19 років, 17 експерти – мають стаж менше 10 років, але творчо працюють і успішно розв'язують проблеми навчання фізики. Відомості про експертів подані у додатку К.1. Таким чином, усі експерти мають достатньо високий рівень підготовки та достатній науково-методичний стаж роботи.

Обрахунки результатів експертного опитування проводилась за методикою «Оцінки відносної важливості кожної окремо взятої вимоги» [79] до наборів вивчення механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електродинаміки, оптики, атомної і ядерної фізики [236], [237], [238], [239], [241] й методики їх запровадження в СЗНЗ. Анкета експерта представлена у додатку К.2.

Отримані результати оцінки відносної важливості кожної вимоги (дидактичної, інформаційної, науково-технічної та відповідності змісту навчального матеріалу) оцінювалися за 100 – бальною шкалою відповідно

методики, яка використовувалась і в інших науково-методичних дослідженнях [79, с.81-120]. Ці результати наведені у додатках К.3-К.5.

Для визначення значущості кожної вимоги вводяться показники: показник узагальненої думки; ступінь погодженості думок експертів; статистична значущість показника погодженості думок експертів; показники активності й компетентності експертів.

1. Узагальнення думки експертів здійснювалося за наступними показниками:

а) Середнє арифметичне M_j величини експертної оцінки визнаних вимог (у балах), що визначається з урахуванням рекомендацій за формулою [79, с.82]:

$$M_j = \frac{1}{m_j} \sum_{i=1}^m C_{ij},$$

де m – кількість експертів, що оцінювали j -ту вимогу; C_{ij} - оцінка відносної важливості i -тим експертом j -тої вимоги.

Підставивши дані з додатку К.3. для посібника «Методичне забезпечення виконання лабораторних робіт з механіки із новітнім обладнанням «РНУWE» дістанемо:

$$M_1 = \frac{6603}{74} = 89, M_2 = \frac{6614}{74} = 89, M_3 = \frac{7239}{74} = 98, M_4 = \frac{6995}{74} = 95, \text{ таблиця 3,4.}$$

Відповідно робимо обрахунки і для іншого методичного комплексу.

б) Частоту максимально можливих оцінок (за групами балів) одержаних j -тою вимогою, визначимо згідно [79, с.82] за формулою:

$$K'_j = \frac{m'_j}{m_j},$$

де m'_j - кількість максимально можливих оцінок, що відповідають, зокрема 100 балам за j -ту вимогу, m_j - загальна кількість оцінок за j -ту вимогу.

$$K'_1 = \frac{16}{74} = 0,22, K'_3 = \frac{11}{74} = 0,15, K'_2 = \frac{11}{74} = 0,15, K'_4 = \frac{22}{74} = 0,3.$$

Таблиця 3.4

Результати визначення показника ступеня погодженості думок експертів

Вимоги	Середнє арифметичне, M_j	Дисперсія, D_j	Середнє квадратичне відхилення, σ_j	Коефіцієнт варіації, V_j
<i>Методичне забезпечення виконання лабораторних робіт з механіки із новітнім обладнанням «РНУВЕ»</i>				
Дидактичні вимоги	89	72	8,5	0,096
Інформаційні вимоги	89	58	7,6	0,085
Науково – технічні вимоги	98	57	7,55	0,086
Відповідність змісту навчального матеріалу	95	27	5,2	0,055
<i>Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з оптики, термодинаміки та атомної фізики із новітнім обладнанням «РНУВЕ»</i>				
Дидактичні вимоги	88	62	7,9	0,09
Інформаційні вимоги	90	42	6,5	0,072
Науково – технічні вимоги	98	66	8,1	0,092
Відповідність змісту навчального матеріалу	95	26	5,1	0,054
<i>Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з електрики та магнетизму із новітнім обладнанням «РНУВЕ»</i>				
Дидактичні вимоги	89	56	7,5	0,084
Інформаційні вимоги	90	43	6,6	0,073
Науково – технічні вимоги	98	66	8,1	0,092
Відповідність змісту навчального матеріалу	93	41	6,4	0,069
<i>Посібник користувача комплекту «Фізичне обладнання для виконання дослідів з механіки»</i>				
Дидактичні вимоги	91	44	6,63	0,073
Інформаційні вимоги	88	73	8,54	0,097
Науково – технічні вимоги	98	56	7,5	0,087
Відповідність змісту навчального матеріалу	92	54	7,3	0,079

в) Суму рангів S_j , одержаних за j -тою вимогою, визначено у такій наступності:

- проводилося ранжування за зниженням оцінок, виставлених експертами за кожну вимогу;

- визначалася сума рангів S_j , виставлених експертами оцінок за j -ту вимогу [79, с. 83]: $S_j = \sum_{i=1}^m R_{ij}$,

де R_{ij} - ранг оцінки i -тим експертом j -ої вимоги. Внаслідок обчислень дістанемо: $S_1 = 156$; $S_2 = 187$; $S_3 = 187,5$; $S_4 = 145$.

Дані для обчислення рангів подані в додатку К.3.

2. Ступень погодженості думок експертів включав такі показники:

а) коефіцієнт варіації V_j оцінок, отриманих за j -ту вимогу визначався за схемою:

- Обраховувалась дисперсія D_j , наданих j -й вимозі, з урахуванням [79, с.84]:

$$D_j = \frac{1}{m_j - 1} \sum_{i=1}^m (C_{ij} - M_{ij})^2, \text{ таблиця 3,4.}$$

- Визначилося середнє квадратичне відхилення σ_j оцінок, отриманих за j -ту вимогу згідно [79, с.84]:

$$\sigma_j = \sqrt{D_j}, \text{ таблиця 3,4.}$$

- Визначався коефіцієнт варіації за j -ту вимогу:

$$V_j = \frac{\sigma_j}{M_j}, \text{ таблиця 3,4}$$

Обрахунки щодо методики навчання формування експериментальної компетентності засобами новітніх наборів з фізики із використанням нового комплекту відображені в таблицю 3.4.

б) коефіцієнт конкордації W є показником ступеня погодженості думок експертів про відносну важливість сукупності всіх запропонованих для оцінки вимог до розробленої методичної системи визначався за схемою:

- Знаходилося середнє арифметичне суми рангів, здобутих усіма напрямками дослідження [79, с.84]:

$$M[S_j] = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n S_j, \text{ таблиця 3,4.}$$

- Обчислювалися відхилення d_j суми рангів оцінок, одержаних за j -ту вимогу від середнього арифметичного суми рангів оцінок за усі вимоги [79, с.84]:

$$d_j = S_j - M[S_j]$$

$$M[S_j] = \frac{1}{4} \cdot 675,5 = 168,9 \quad d_1 = 12,9; \quad d_2 = 18,1; \quad d_3 = 18,6; \quad d_4 = 23,9.$$

- Визначилися показники T_i рівнів рангів оцінок, призначених i -тим експертом. Якщо всі n рангів оцінок, призначених i -тим експертом різні, то $T_i = 0$.

Якщо серед рангів оцінок є зв'язані, то $T_i = \sum_{l=1}^L (t_l^3 - t_l)$, де $l = 1, 2, \dots, L$; L – кількість

груп однакових рангів в l – й групі. Дані для обчислення наведені в додатку К.3.

Визначався коефіцієнт конкордації [79, с.78]:

$$W = \frac{12}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i} \sum_{j=1}^n d_j^2$$

За формулою (3.21) коефіцієнт методичного забезпечення виконання лабораторних робіт з механіки із новітнім обладнанням «РНУВЕ» рівний 0,061. Розрахунки коефіцієнта конкордації, щодо методичного комплексу відображені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Результати визначення показника коефіцієнта конкордації

№	Методичний комплекс	Коефіцієнт конкордації, W
1.	Методичне забезпечення виконання лабораторних робіт з механіки із новітнім обладнанням «РНУВЕ»	0,061
2.	Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з оптики, термодинаміки та атомної фізики із новітнім обладнанням «РНУВЕ»	0,076
3.	Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з електрики та магнетизму із новітнім обладнанням «РНУВЕ»	0,018
4.	Посібник користувача комплекту «Фізичне обладнання для виконання дослідів з механіки»	0,05

Статистична оцінка значущості показника погодженості думок експертів проводилося з використанням критерія Пірсона χ^2 . Задавши рівень значущості $\alpha = 0,05$, визначимо рівень значущості за критерієм Пірсона. Величину χ^2 визначимо за формулою [79, с.94]:

$$\chi^2 = \frac{1}{m \cdot n(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^m T_i} \sum_{j=1}^n d_j^2$$

Обраховувалася оцінка значущості показника погодженості думок експертів з використанням критерію Пірсона χ^2 для посібника «Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з оптики, термодинаміки та атомної фізики із новітнім обладнанням «РНУWE»

$$\chi_1^2 = \frac{1411,19}{74 \cdot 4 \cdot (4+1) - \frac{1}{4-1} \cdot 675,5} = 1,12$$

Оцінку значущості показника погодженості думок експертів обчислювали з використанням критерію Пірсона χ^2 для посібника «Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з оптики, термодинаміки та атомної фізики із новітнім обладнанням «РНУWE»

$$\chi_1^2 = \frac{1751,19}{74 \cdot 4 \cdot (4+1) - \frac{1}{4-1} \cdot 689,5} = 1,4$$

Аналогічно знаходили оцінку значущості показника погодженості думок експертів з використанням критерію Пірсона χ^2 для посібника «Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з електрики та магнетизму із новітнім обладнанням «РНУWE»:

$$\chi_1^2 = \frac{420,19}{74 \cdot 4 \cdot (4+1) - \frac{1}{4-1} \cdot 642,5} = 0,33$$

Робимо обрахунки оцінки значущості показника погодженості думок експертів для посібника користувача комплекту «Фізичне обладнання для виконання дослідів з механіки»:

$$\chi_1^2 = \frac{1167,19}{74 \cdot 4 \cdot (4 + 1) - \frac{1}{4 - 1} \cdot 642,5} = 0,92$$

Обчислимо число ступенів вільності $\nu = n - 1 = 4 - 1 = 3$

У таблиці χ^2 для даного числа ступенів вільності знаходимо найближче до визначеного за формулою значення. Табличне значення $\chi^2_{таб} = 3,02$ [79, с.130]. Тут же для знайденого табличного значення визначаємо рівень значущості $\alpha = 0,025$.

Для кожного випадку порівнюємо одержане значення рівня значущості з вибраним, одержимо, що $\alpha_{таб} < \alpha_{вибр}$.

3. Коефіцієнт активності експертів для j – тої вимоги визначався за формулою

$$K_j = \frac{m_j}{m}$$

Для всіх вимог до запропонованого обладнання та методики його запровадження у навчальний процес під час вивчення шкільного курсу фізики, коли всі експерти оцінювали всі вимоги, матимемо: $K_1 = 1$; $K_2 = 1$; $K_3 = 1$; $K_4 = 1$.

4. Коефіцієнт компетентності експертів визначався за формулою:

$$K_k = \frac{K_3 + K_a}{2},$$

де K_3 – коефіцієнт ступеня знайомства з розглянутою проблемою; K_a – коефіцієнт аргументованості.

Коефіцієнт ступеня знайомств K_3 визначався нормуванням значення власної оцінки експерта; тобто множенням її на 0,1. Коефіцієнт аргументованості визначався підсумовуванням чисел, відмічених у таблиці джерел аргументації.

Визначимо середнє значення коефіцієнта компетентності:

$$K_k = \frac{67,3}{74} = 0,91$$

Значення компетентності експертів подане у додатку К.5.

Отже, експертна оцінка системи навчального експерименту на основі новітнього обладнання «PHUWE» та методичного забезпечення відповідають дидактичним, інформаційним, науково-технічним вимогам та повністю відповідають змісту навчального матеріалу, а тому і доцільність впровадження їх у процес вивчення фізики, зокрема розділу оптики за профільними програмами у навчальних закладах різного типу та профілю не викликає сумнівів.

Висновки до розділу 3

1. Методами якісного та кількісного аналізу результатів педагогічного дослідження підтверджена висунута гіпотеза та мета дослідження. Розроблена методика постановки фізичного експерименту з новітніми наборами на основі компетентнісного підходу знайшла своє підтвердження через порівняльний аналіз здобутків учнів експериментальних та контрольних класів, з'ясовано зміну характеру мотиваційної пізнавальної діяльності школярів та особистісних якостей учнів. На початку експерименту їх мотивація до навчання була зумовлена переважно зовнішніми чинниками. На завершальному етапі формування експерименту відбулася переорієнтація мотивації в бік внутрішніх психологічних чинників через запровадження дослідницьких методів навчання.

2. Статистичне опрацювання результатів педагогічного експерименту засвідчило, що запропонована методична система формування експериментальної компетентності при навчанні механіки, молекулярної фізики, термодинаміки, електродинаміки, оптики, квантової фізики забезпечує значно вищу успішності учнів в опануванні навчального матеріалу розділів фізики, формуванні системності знань, які були досліджені в експериментальних класах.

Різниця коефіцієнтів засвоєння знань в експериментальних і контрольних класах є суттєвою і залежить не від випадкових вибірок, а від організації формування експериментальних компетентностей учнів середніх

шкіл з використанням вимірювального комплексу. За таблицями Стьюдента [55, с. 207] ймовірність достовірності одержаної різниці ймовірностей засвоєння знань в експериментальних і контрольних групах рівна 0,968.

4. Експертна оцінка методичного забезпечення з новітнім обладнанням «РНУWE» відповідають дидактичним, інформаційним, науково-технічним вимогам та повністю відповідають змісту навчального матеріалу, а тому є доцільність впровадження їх у процес вивчення фізики у навчальних закладах різного типу.

Основні наукові результати розділу опубліковані у працях [244], [248].

ВИСНОВКИ

У дисертації здійснено науково-методичний аналіз, синтез, узагальнення проблеми формування експериментально-орієнтованого навчального середовища, експериментальної компетентності учнів на основі новітніх наборів приладів та обладнання в навчально-виховному процесі з фізики ЗНЗ.

Результати проведеного дослідження дають підстави для наступних висновків:

1. На основі систематизації філософської, психолого-педагогічної, науково-методичної літератури, історико-генезисного аналізу поняття «компетентність» від Сократа-Аристотеля-Платона до нинішнього його розуміння у сфері освіти, науки, бізнесу, менеджменту, маркетингу, військової справи, здійснено узагальнення масиву століттями набутої інформації і сформовано: методологічні засади, які визначили основні вимоги до методики формування експериментально-орієнтованого навчального середовища з фізики; поняття «компетентність», яке є сукупністю набутих особистістю теоретичних знань, практичних умінь та навичок, мінімум набутого досвіду, який дає реальну можливість використати їх для реалізації потенційних можливостей учнів під час навчання та в перспективі; особливості й сутність експериментально-орієнтованої діяльності є психолого-педагогічним та методичним утворенням, в основу якого покладено закономірності формування ЗУН, мотивація оцінки особистістю їх цінностей, шляхи перетворення набутого теоретичного та практичного досвіду в безпосередню виробничу силу ще під час навчання в сукупності складають основу формування у старшокласників експериментальних компетентностей; сучасна матеріально-технічна база фізичних кабінетів забезпечує реалізацію компетентнісного підходу через створення неперервного дослідно-експериментального навчання фізики у ЗНЗ за наявності обґрунтованої методичної системи навчання й структури експериментально орієнтованих компетентностей.

2. У дослідженні узагальнено психодидактичну, екопсихологічну, комунікативно-орієнтовану, антропологічну, еколого-особистісну моделі навчального середовища і визначено поняття та структуру педагогічного середовища, в якому наявний соціокультурний зміст є власне освітнім середовищем, де визначаються можливості реалізації індивідуальних можливостей дитини.

Доведено, що педагогічне середовище складає теоретичну основу і практичне формування експериментально орієнтованого навчального середовища з фізики у СЗНЗ, яке виступає практичним фактором забезпечення розвитку особистості школяра.

Встановлено, що навчальне середовище є сукупністю природних, фізичних та соціальних об'єктів й суб'єктів, які впливають на формування учня, на його творчий, професійний та особистісний розвиток, сприяють становленню міжсуб'єктних взаємодій та особистісно-орієнтованих педагогічних комунікацій в освітньому процесі, забезпечують умови комфортної життєдіяльності учня в навчальному закладі та поза його межами.

3. Доведено, що навчальне середовище, як структуроване середовище, в якому основним змістом дійсності є цілеспрямована зміна діяльності учня з метою одержання навчального ефекту з фізики визначає теоретико-методичні положення, на яких ґрунтується проектування навчального середовища з фізики.

Встановлено, що методичні засади досліджуваного фізичного процесу репрезентуються: структурно-функціональною моделлю навчального середовища з фізики у формі структурно-логічної схеми компетентностей по кожному розділу фізики, основними складовими якої є цільовий, типологічний, методологічний, концептуальний показники.

Встановлено, що змістово-методичний, критеріально-діагностувальний, результативний компоненти складають психолого-методичну основу

структури експериментально-орієнтованого навчального середовища фізичного кабінету.

Доведено, що розроблена методична система формування експериментальних компетентностей учнів СЗНЗ засобами вимірювального комплексу є складовою організації та впорядкування сукупності взаємопов'язаних та взаємообумовлених цілей, змісту, форм і методів реалізації та контролю, аналізу, коригування процесу навчання фізики; педагогічним супроводом діяльності і спілкування суб'єктів навчання в компетентнісно орієнтованому експериментальному середовищі з фізики забезпечується на суб'єкт-суб'єктних засадах.

4. Науково-методичним аналізом навчальних можливостей експериментальних засобів навчання нового покоління, як складових експериментально-орієнтованого навчального середовища шкільного фізичного експерименту визначено п'ять основних шляхів їх застосування: моделювання явищ, заміна реальних експериментів комп'ютерними моделями, проведення лабораторних робіт з використанням віртуального середовища; створення вимірювальних, моделюючих схем, систем управління, що включають прилади, фізичні об'єкти, з'єднані з комп'ютером за допомогою приладового інтерфейсу – програмно-апаратних засобів, призначених для аналогово-цифрових перетворень; створення і використання предметно-орієнтованих середовищ для опрацювання результатів реального експерименту; проведення оперативного моніторингу навчального процесу із використанням комп'ютерних систем для визначення рівня навчальних досягнень; створення і використання комп'ютеризованих довідниково-інформаційних та експертних систем з елементами штучного інтелекту.

5. Розроблено методику формування експериментальної компетентності у старшокласників на основі сучасного вимірювального комплексу обладнання для виконання дослідів з механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, оптики, атомної і ядерної фізики; вимірювальної системи «Кобра 3»; набору з електродинаміки «Школяр»; вимірювального комплексу

«PHUWE» (фізика). Виокремлено критерії, показники та компоненти визначення рівнів мотивації навчання учнів фізики в умовах експериментального навчального середовища, обґрунтовано сутність та структуру експериментального навчального середовища фізичного кабінету СЗНЗ, створеного на основі вимірювального комплексу з фізики.

Здійснено класифікацію дослідів за формою їх призначення: розроблені 69 експериментів з фізики, розраховані на самостійне виконання учнями TESS; інноваційна демонстраційна система «Demo», яка потребує мінімальний час на підготовку, має високу наочність, ефективне обладнання, зручна у переході з одного на другий дослід. Розроблене експериментальне середовище забезпечується універсальною вимірювальною системою «Кобра 3».

6. Підтверджена гіпотеза дослідження, педагогічна ефективність методики формування експериментальної компетентності у старшокласників з використанням вимірювального комплексу на уроках фізики, яка визначає вплив запропонованих методичних розробок, що спрямовані на реалізацію дидактичних принципів науковості та наочності на формування компетентності учнів з фізики. Сутність умов навчання полягала у тому, що учнів у специфічний спосіб змушені бути дослідникам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агапцов С.А. Мотивація праці як фактор підвищення ефективності виробничо-господарської діяльності підприємства / С.А. Агапцов, А.І. Мордвинцев, П.А. Фомін. – К.: Кондор, 1997. – 287 с.
2. Адольф В.А. Профессиональная компетентность современного учителя: [монографія] / Адольф В.А. – Красноярск: КрГУ, 1998. – 286 с.
3. Алексеев Н.А. Личностно-ориентированное обучение в школе / Алексеев Н.А. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 332 с.
4. Алексюк А.М. Методи навчання і методи учіння / Алексюк А.М. – К.: Знання, 1980. – 48 с.
5. Амонашвили Ш.А. Размышления о гуманной педагогике / Ш.А. Амонашвили. – М.: Изд. Дом Шалвы Амонашвили, 1995. – 496 с.
6. Ананьев Б.Г. Человек как предмет познания / Б.Г. Ананьев. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1968. – 339 с.
7. Анциферов Л.И. Практикум по методике и технике школьного физического эксперимента: [учеб. пос. для студ. пед. ин-тов по физ.-мат. спец.] / Л.И. Анциферов, И.М. Пищиков – М.: Просвещение, 1984. – 255 с.
8. Арістова І.В. Формування інформаційного середовища органів внутрішніх справ України (методологічні аспекти) / І.В. Арістова // Вісник Одеського інституту внутрішніх справ. – 1999. – № 1. – С. 121-126.
9. Асмолов А.Г. Основные принципы психологической теории деятельности / А.Г. Асмолов // Леонтьев и современная психология: [сборник статей памяти А.Н. Леонтьева]. – М., 1983. – С. 118-128.
10. Асмус В.Ф. Філософія І. Канта / Асмус В.Ф. – М.: Наука, 1973. – 531 с.
11. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики / Атаманчук П.С. – Кам'янець-Подільський: К-ПДП, інф.-вид. відділ, 1999. – 174 с.
12. Атаманчук П.С. Теорія і методика управління пізнавальною діяльністю старшокласників у навчанні фізики: автореф. дис. на здобуття

наук. ступеня докт. пед. наук: спец. 13.00.02 «Теорія і методика навчання (фізика)» / П.С. Атаманчук. – К., 2000. – 40 с.

13. Атаманчук П.С. Цільові орієнтації фізичних знань як засіб формування професійної компетентності майбутнього вчителя / П.С. Атаманчук, О.М. Семерня, Б.А. Сусь // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: [збірник наукових праць: в 3-х томах]. – Кривий Ріг: Вид. відділ НМетАУ, 2008. – Вип. VII; Т. 2. – С. 254-262.

14. Атаманчук П.С. Ціннісні передумови результативного навчання фізики / П.С. Атаманчук, І.В. Оленюк // Фізика й астрономія в школі. – 2004. – № 1. – С. 16-21.

15. Бабанский Ю.К. Избранные педагогические труды / Бабанский Ю.К. – М.: Педагогика, 1989. – 560 с.

16. Бабанский Ю.К. Методы обучения в современной общеобразовательной школе / Бабанский Ю.К. – М.: Просвещение, 1985. – 208 с.

17. Бабанский Ю.К. Проблемы повышения эффективности педагогических исследований / Бабанский Ю.К. – М.: Просвещение, 1982. – 192 с.

18. Баловсяк Н.В. Організаційно-педагогічні умови формування інформаційної компетентності / Н.В. Баловсяк // Вісник Луганського пед. ун-ту ім. Т. Шевченка. Серія: Педагогічні науки. – 2005. – № 4. – С. 21-26.

19. Бар'яхтар В.Г. Фізика. 10 клас. Академічний рівень: [підручн. для загальноосв. навч. закл.] / В.Г. Бар'яхтар, Ф.Я. Божинова. – Х.: Ранок, 2010. – 256 с.

20. Бех І.Д. Виховання особистості: [навч.-метод. вид. у 2 кн.] / Бех І.Д. – К.: Либідь, 2003. – Кн. 1: Особистісно орієнтований підхід: теоретико-технологічні засади. – 280 с.

21. Бех І.Д. Проблема методів виховання в сучасній школі / І.Д. Бех // Педагогіка і психологія. – 1996. – № 4. – С. 136-140.

22. Бех І.Д. Теоретико-прикладний сенс компетентнісного підходу в педагогіці / І.Д. Бех // Педагогіка і психологія. – 2009. – № 2. – С. 26-31.

23. Биков В.Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти: [монографія] / Биков В.Ю. – К.: Атіка, 2009. – 684 с.

24. Биков В.Ю. Навчальне середовище сучасних педагогічних систем / В.Ю. Биков // Професійна освіта: педагогіка і психологія. – Ченстохова, 2004. – Вид. IV. – С. 59-79.
25. Биков В.Ю. Теоретико-методологічні засади моделювання навчального середовища сучасних педагогічних систем / В.Ю. Биков, Ю.О. Жук // Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: [зб. наук. пр.]. – 2003. – № 1 (5). – С. 64-76.
26. Биков В.Ю. Теоретико-методологічні засади створення й розвитку сучасних засобів та е-технологій навчання / В.Ю. Биков // Збірник наукових праць до 10-річчя АПН України. – 2002. – Ч. 2. – С. 182-189.
27. Биков В.Ю. Хмарні технології, ІКТ-аутсорсинг і нові функції ІКТ підрозділів освітніх і наукових установ / В.Ю. Биков // Інформаційні технології в освіті. – 2011. – № 10. – С. 8-23.
28. 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.
29. Бібик Н.М. Компетентність і компетенції в результатах початкової освіти / Н.М. Бібик // Початкова школа. – 2010. – № 9. – С. 1-4.
30. Білецька І.О. Моральне виховання: традиції, проблеми, інновації / І.О. Білецька // Рідна школа. – 2002. – № 5. – С. 42-44.
31. Благодаренко Л. Ю. Навчальна програма з фізики для студентів педагогічних університетів як чинник формування їх предметної компетентності / Л.Ю. Благодаренко, М.І. Шут // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія педагогічна. – 2014. – Вип. 20. – С. 185-187.
32. Благодаренко Л. Ю. Узгодженість у конструюванні змісту навчальних предметів як визначальний чинник забезпечення якості базової фізичної освіти / Л.Ю. Благодаренко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія педагогічна. – 2013. – Вип. 19. – С. 76-78.

33. Благодаренко Л.Ю. Взаємодія загальноосвітньої та вищої шкіл у напрямі забезпечення науково-дослідницької діяльності учнів / Л.Ю. Благодаренко // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – 2013. – Вип. 42. – С. 3-7.

34. Благодаренко Л.Ю. Методологічний підхід до формування фізичних понять в учнів основної школи / Л.Ю. Благодаренко // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія № 3. Фізика і математика у вищій і середній школі. – 2010. – Вип. 6 – С. 149-155.

35. Благодаренко Л.Ю. Підвищення педагогічної ефективності навчання фізики в основній школі під час використання мультимедійних технологій / Л.Ю. Благодаренко // Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. – 2009. – № 3. – С. 67-73.

36. Благодаренко Л.Ю. Теоретико-методичні засади навчання фізики в основній школі: [монографія] / Л.Ю. Благодаренко. – К.: Вид.-во НПУ імені МП Драгоманова. – 2011. – 427 с.

37. Бодалев А.А. Личность и общение / Бодалев А.А. – М.: Педагогика, 1983. – 272 с.

38. Божович Л.И. Личность и её формирование в детском возрасте / Божович Л.И. – М.: Просвещение, 1968. – 464 с.

39. Божович Л.И. Проблема розвитку мотиваційної сфери дитини / Божович Л.И. – М.: МГУ, 1992. – 98 с.

40. Бондаревская Е.В. Теория и практика личностно-ориентированного образования / Бондаревская Е.В. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГПУ, 2000. – 352 с.

41. Браверман Э.М. Наблюдения и эксперименты в системе развития учащихся и ознакомления с теорией познания / Э.М. Браверман // Фізика в школі. – 2006. – № 1. – С. 21-25.

42. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе / Бугаев А.И. – М.: Просвещение, 1981. – 288 с.

43. Бугай, Д. В. Критика теории идей в "Пармениде" Платона / Д. В. Бугай // Вопросы философии. - 1997. - № 4. - С. 136-144.

44. Бугайчук К.Л. Персональне навчальне середовище: перша спроба зрозуміти / Інформаційні технології і засоби навчання. [Електронний ресурс] / К.Л. Бугайчук – 2011. – № 5 (25). – Режим доступу: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/550/445>.

45. Булах І.С. Психологія особистісного зростання підлітка: [монографія] / І.С. Булах – К.: НПУ ім.М.П.Драгоманова, 2003. – 340 с.

46. Бушок Г.Ф. Дидактичні основи викладання фізики в педвузах / Бушок Г.Ф. – К.: Вища школа, 1978. – 232 с.

47. Васьков Ю.В. Педагогічні теорії, технології, досвід / Васьков Ю.В. – Х.: Скорпіон, 2000. – 120 с.

48. Величко С.П. Особисті якості викладача, їх роль і місце у формуванні педагогічних компетентностей / С.П. Величко // Зб. наук. праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія педагогічна. – 2011. – Вип. 17. – С. 138-141.

49. Величко С.П. Синергетичні засади розвитку системи сучасного навчального експерименту та обладнання з фізики / С.П. Величко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія педагогічна. – 2013. – Вип. 19. – С. 268-269.

50. Вербицький В.В. Формування практичного розуму цілеспрямованого учня (з досвіду сталого розвитку позашкільної еколого-натуралістичної освіти): [монографія] / Вербицький В.В. – К.: Деміур, 2002. – 230 с.

51. Виногородський А.М. Методичний арсенал вивчення особистісної рефлексії підлітків при сприйнятті музики / А.М. Виногородський // Психологія. – К., 1999. – Вип. 1 (4). – С. 25-31.

52. Вікова та педагогічна психологія: [навч. посіб.] / авт. кол.: О.В. Скрипченко, Л.В. Долинська, З.В. Огороднійчук [та ін.]. – К.: Просвіта, 2001. – 416 с.

53. Вовкотруб В.П. Ергономічний підхід до розвитку шкільного фізичного експерименту: [монографія] / Вовкотруб В.П. – К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2002. – 280 с.

54. Войтків Г.В. Навчальний фізичний експеримент як основне джерело активізації пізнавальної діяльності учнів з фізики / Г.В. Войтків // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – 2009. – Вип. 82; Ч. 2. – С. 303-307. – (КДПУ ім. В. Винниченка).
55. Воловик П.М. Теорія ймовірностей і математична статистика в педагогіці / Воловик П.М. – К.: Рад. школа, 1969. – 222 с.
56. Выготский Л.С. Педагогическая психология / Выготский Л.С.; под ред. В.В. Давыдова. – М.: Педагогика, 1991. – 480 с.
57. Выготский Л.С. Собрание сочинений в 6 томах / Л.С. Выготский; [под ред. Д.Б. Эльконина]. – М.: Просвещение, 1984. – Т. 4: Детская психология. – 432 с.
58. Выготский Л.С. Собрание сочинений в 6-ти томах / Выготский Л.С.; [под ред. А.Р. Лурия, М.Г. Ярошевского]. – М.: Педагогика, 1982. – Т. 1: Вопросы теории и истории психологи. – 488 с.
59. Гайдучок Г.М. Фронтальний експеримент з фізики в 7-11 класах середньої школи / Г.М. Гайдучок, В.І. Нижник. – К.: Рад. шк., 1989. – 175 с.
60. Галатюк М.Ю. Формування експериментальної компоненти у контексті розвитку навчально-пізнавальної компетентності старшокласників робіт / М.Ю. Галатюк // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія педагогічна. – 2010. – Вип. 16 – С. 143-145.
61. Галатюк Ю.М. Дослідницька робота учнів з фізики / Ю.М. Галатюк, В.І. Тищук. – Х.: Основа, 2007. – 192 с.
62. Гальперин П.Я. Основные результаты исследования по теме «Формирование умственных действий и понятий» / Гальперин П.Я. – М.: Изд-во МГУ, 1965. – 348 с.
63. Гегель Г. Кто мыслит абстрактно? / Г. Гегель // Работы разных лет. – М., 1972. – Т. 1. – С. 387-394.
64. Гонтаровська Н.Б. Освітнє середовище як фактор розвитку особистості дитини: [монографія] / Гонтаровська Н.Б. – Дніпропетровськ: Дніпро-VAL, 2010. – 623 с.

65. Гонтаровська Н.Б. Теоретичні і методичні засади створення освітнього середовища як фактору розвитку особистості школяра: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. пед. наук: спец. 13.00.07 «Теорія і методика виховання» / Н.Б. Гонтаровська. – К., 2012. – 40 с.

66. Гончаренко С.У. Формування наукового світогляду учнів під час вивчення фізики: [посібник для вчителя] / Гончаренко С.У. – К.: Радянська школа, 1990. – 208 с.

67. Гончаренко С.У. Фундаментальність професійної освіти – потреба часу / С.У. Гончаренко // Педагогічна газета. – 2004. – № 12 (125). – С. 3-6.

68. Грабарь М.И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях / М.И. Грабарь, К.А. Краснянская. – М.: Педагогика, 1977. – 136 с.

69. Грудинін Б.О. Формування інформаційної компетентності учнів у процесі проектної діяльності / Б.О. Грудинін // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. – 2013. – Вип. 109. – С. 37-41.

70. Гузик М.П. Підхід до визначення змісту базових ключових компетентностей учня в авторській школі / М.П. Гузик // Наука і освіта. – 2012. – № 1. – С. 169-172.

71. Давиденко А.А. Методика розвитку творчих здібностей учнів у процесі навчання фізики (теоретичні основи): [монографія] / Давиденко А.А. – Ніжин: ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2004. – 264 с.

72. Давидов В.В. Проблеми розвиваючого навчання: досвід теоретичного та експериментального психологічного дослідження / Давидов В.В. – М: Педагогіка, 1986. – 240 с.

73. Давыдов В.В. Формирование учебной деятельности школьников / В.В. Давыдов, И. Ломпшер, А.К. Маркова. – М.: Педагогика, 1982. – 216 с.

74. Делор Ж. Образование: необходимая утопия / Делор Ж. – М.: Педагогика, 1998. – 32 с.

75. Дементий Л.И. Ответственность как ресурс личности: [монографія] / Дементий Л.И. – М.: Информ-Знание, 2005. – 188 с.

76. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы / [Буров В.А., Зворыкин Б.С., Покровский А.А., Румянцев И.М.]. – М.: Просвещение, 1967. – Т. 1. – 367 с.

77. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы / [под ред. А.А. Покровского]. – [изд. 3-е, перераб.] – М.: Просвещение, 1978. – Ч. 1. Механика, молекулярная физика, основы электродинамики. – 351 с.

78. Дзюбенко І.А. Формування пізнавально-інтелектуальної компетентності в системі підготовки майбутнього вчителя / І.А. Дзюбенко // Зб. наук. праць Уманського держ. пед. ун-ту ім. П. Тичини. – 2010. – Ч. 2. – С. 179-184.

79. Добров Г.М. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании / Г.М. Добров, Е.И. Ершов, Л.П. Смирнов. – К.: Наукова думка, 1974. – 160 с.

80. Дущенко В.П. Загальна фізика / В.П. Дущенко, І.М. Кучерук. – К.: Вища школа, 1987. – Т. 1. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. – 432 с.

81. Ельконін Д.Б. Вибрані психологічні праці / Ельконін Д.Б. – М.: МГУ, 2000. – 286 с.

82. Енциклопедія освіти. Академія педагогічних наук України / [за ред. В.Г. Кремень]. – К.: Юрінком Інтер, 2008. – 1040 с.

83. Єрмакова Н.О. Навчальна практика з фізики як засіб формування інформативної компетентності учнів / Н.О. Єрмакова, В.Д. Шарко // ІКТ в освіті, дослідженнях та індустріальних додатках: інтеграція, гармонізація та трансфер знань: міжн. наук.-практ. конф., 4-8 травня 2011 р.: мат. конф. – Херсон, 2011. – С. 129-131.

84. Єрмакова Н.О. Формування компетентностей школярів під час виконання навчально-дослідних робіт / Н.О. Єрмакова // Засоби і технології сучасного навчального середовища: міжнар. наук.-метод. конф., 20-21 трав. 2011 р.: мат. конф. – Кіровоград, 2011. – С. 33-35.

85. Жежнич П.І. Особливості формування електронної документації у сфері туризму / П.І. Жежнич, О.О. Сопрунюк // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2013. – № 770. – С. 101-108.

86. Жук Ю.О. Засоби навчання як параметр освітнього простору / Ю.О. Жук // Фізика й астрономія в школі. – 2003. – № 4. – С. 13-18.

87. Жук Ю.О. Методи педагогічних досліджень з використанням глобальної мережі Інтернет / Ю.О. Жук // Комп'ютер в школі та сім'ї. – 2004. – № 1. – С. 11-14.

88. Жук Ю.О. Навчальне середовище предметів природничо-математичного циклу: проблеми системного аналізу / Ю.О. Жук // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету. – К.: Науковий світ, 2004. – С. 88-94.

89. Жук Ю.О. Організація навчальної діяльності у комп'ютерно орієнтованому навчальному середовищі / Ю.О. Жук // Інформаційне забезпечення навчального процесу: інноваційні засоби і технології: колективна монографія. – К.: Атіка, 2005. – С. 195-204.

90. Жук Ю.О. Проблеми формування навчального середовища сучасної школи / Ю.О. Жук // Моделі розвитку сучасної української школи: всеукр. наук.-практ. конф., 11-13 жовтня 2006 р.: мат. конф. – К.: СПД Богданова А.М., 2007. – С. 71-74.

91. Жук Ю.О. Роль засобів навчання у формуванні навчального середовища / Ю.О. Жук // Нові технології навчання. – К.: ІЗМН, 1998. – С. 106-112.

92. Заболотний В.Ф. Експериментальна компетентність як складова професійної підготовки студентів / В.Ф. Заболотний, В.О. Демкова // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. – 2015. – Вип. 127. – С. 49-52.

93. Занков Л.В. Дидактика и жизнь / Занков Л.В. – М.: Педагогика, 1968. – 176 с.

94. Звегинцев В.А. О научном наследии Вильгельма фон Гумбольдта / В.А. Звегинцев // Гумбольдт В. фон. Избранные труды по языкознанию. – М., 1984. – С. 356-363.

95. Знаменский П.А. Методика преподавания физики в средней школе: [пособ. для учителя] / Знаменский П.А. – Л.: Учпедгиз, 1954. – 552 с.
96. Иванова О.Е. Компетентностный подход в соотношении со знаниево-ориентированным и культурологическим / О.Е. Иванова // Компетенции в образовании: опыт проектирования. – М.: ИНЭК, 2007. – С. 71-78.
97. Ингенкамп К. Педагогическая диагностика / Ингенкамп К.; [пер. с нем. Н.М. Рассказова]. – М.: Педагогика, 1991. – 240 с.
98. Ільченко В.Р. Досягнення і перспективи моделі освіти «Довкілля» / В.Р. Ільченко // Початкова освіта. – 2004. – № 16. – С. 11-14.
99. Ільченко В.Р. Освітня програма «Довкілля»: Концептуальні засади інтеграції змісту природничо-наукової освіти / В.Р. Ільченко, К.Ж. Гуз. – Київ-Полтава: ПОІППО, 1999. – 123 с.
100. Ільченко О.Г. Втілення екологічних ідей в освітньому середовищі сучасної школи / О.Г. Ільченко // Біорізноманіття: теорія, практика та методичні аспекти вивчення в загальноосвітній та вищій школі: міжнар. наук.-практ. конф., 7-8 лютого 2008 р.: мат. конф. – Полтава, 2008. – С. 167-169.
101. Інформатика [підручн. для студ. екон. напрямів підготовки ден. та заоч. форм навчання] / О.В. Оліфіров, К.О. Палагута, Н.М. Войтюшенко, К.О. Маковейчук, Т.В. Шабельник, Ю.І. Ільєнко; [під ред. проф. О.В.Оліфірова]. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2014. – 459 с.
102. Йоганн Г.Ф. Про гідність людини / Г.Ф. Йоганн; переклав з німецької Володимир Абашнік // Проблема раціональності наприкінці ХХ століття: міжнар. наук.-практ. конф., 29-30 вересня 1998 р.: мат. конф. – Харків, 1998. – С. 361-363.
103. К столетию метода проектов / Г.П. Андреев, Н.И. Бугаев, О.И. Михалева [та ін.] // Школьные технологи. – 2005. – №4. – С. 28-30.
104. Кант І. Критика практичного розуму / І. Кант; [пер. з нім. І. Бурковського]. – К., 2004. – 240 с.
105. Кант І. Рефлексії до критики чистого розуму / І. Кант; [пер. з нім. І. Бурковського]. – К., 2004. – 464 с.

106. Каташов А.І. Педагогічні основи розвитку інноваційного освітнього середовища сучасного ліцею: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.01 «Загальна педагогіка та історія педагогіки» / А.І. Каташов. – Луганськ, 2001. – 22 с.
107. Климов Е.А. Психология профессионального самоопределения: [учеб. пособ.] / Климов Е.А. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1996. – 512 с.
108. Коберник О.М. Методи і засоби особистісно орієнтованого виховання / Коберник О.М. – Умань: СПД Жовтий, 2009. – 140 с.
109. Кобзарь Б.С. Учебно-воспитательный процесс в школах и группах продленного дня / Кобзарь Б.С. – К.: Рад. школа, 1982. – 173 с.
110. Ковалев Г.А. Психическое развитие ребенка и жизненная среда / Г.А. Ковалев // Вопросы психологи. – 1993. – № 1. – С. 13-23.
111. Коваленко О.Е. Методика професійного навчання: [підруч. для студ. вищ. навч. закл.] / Коваленко О.Е. – Харків: Вид-во НУА, 2005. – 360 с.
112. Ковальчук В.Ю. Модернізація професійної та світоглядно-методологічної підготовки сучасного вчителя: дис. ... доктора пед. наук: спец. 13.00.04 / Ковальчук Володимир Юльянович. – К., 2005. – 402 с.
113. Козберг Г.А. Формирование профессиональной компетентности учителя в первоначальной педагогической деятельности: автореф. дис. на здобуття наук ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.01 «Загальна педагогіка та історія педагогіки» / Г.А. Козберг. – Воронеж, 2000 – 20 с.
114. Козлов И.Ф. Педагогический опыт А.С. Макаренко / Козлов И.Ф. – М.: Просвещение, 1987. – 159 с.
115. Комплекс нормативних документів для розроблення складових системи галузевих стандартів вищої освіти / [за заг. ред.В.Д. Шинкарука]. – К.: МОН України, ПТіЗО, 2008. – 24 с.
116. Кон И.С. Психология ранней юности: [кн. для учителя] / Кон И.С. – М.: Просвещение, 1989. – 255 с.
117. Корнеева Е.Н. Субъектная регуляция образовательного взаимодействия: [монография] / Корнеева Е.Н. – Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2007. – 154 с.

118. Коротков А.М. Особенности формирования понятий при обучении в дидактической компьютерной среде [Электронный ресурс] / А.М. Коротков, Е.А. Локтюшина // Информационные технологии в образовании. – Режим доступа: <http://www.ito.su/1998-99/korotkov.html>

119. Коррекционно-обучающие программы повышения уровня профессионального развития учителя: [учебн. пос.] / Митина Л.М. [и др.]. – Воронеж: МОДЭК, 2001. – 304 с.

120. Корчак Я. Правила жизни / Я. Корчак // Педагогическое наследие. – М., 1988. – С. 195-232.

121. Коршак Є.В. Методика і техніка шкільного фізичного експерименту / Є.В. Коршак, Б.Ю. Миргородський. – К.: Вища школа, 1981. – 280 с.

122. Костюк Г.С. Навчально-виховний процес і психічний розвиток особистості / Костюк Г.С. – К.: Рад.шк., 1989. – 608 с.

123. Костюкевич Д.Я. Методичні засади організації сучасного освітнього середовища з фізики в загальноосвітніх навчальних закладах: монографія / Д.Я. Костюкевич, А.М. Кух. – Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О.А., 2006. – 228 с.

124. Костюкевич Д.Я. Нові технології навчання в сучасному освітньому просторі / Д.Я. Костюкевич, О.В. Волинко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – 2005. – Вип. 11. – С. 145-148.

125. Костяшкин Э.Г. Школа полного дня: вопросы управления / Костяшкин Э.Г. – М.: Педагогика, 1982. – 160 с.

126. Краевский В.В. Основы обучения. Дидактика и методика: [учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений] / В.В. Краевский, А.В. Хуторской. – М.: Академия, 2007. – 352 с.

127. Кремень В.Г. Освіта і суспільство в парадигмі синергетичного мислення / В.Г. Кремень // Педагогіка і психологія. – 2012. – № 2. – С. 5-11.

128. Крутій К.Л. Освітній простір дошкільного навчального закладу: [монографія] / Крутій К.Л. – К.: Освіта, 2009. – Ч. 1. – 302 с.

129. Крылова Н.Б. Культурология образования / Крылова Н.Б. – М.: Просвещение, 2000. – 168 с.
130. Крюкова О.П. Самостоятельное изучение иностранного языка в компьютерной среде (на примере английского языка) / Крюкова О.П. – М.: Логос, 1998. – 126 с.
131. Кузнецова М.Е. Учитель и ученик в личностно-ориентированном образовательном процессе: концептуально-дидактический аспект / М.Е. Кузнецова // Відкритий урок. – 2002. – № 11-12. – С. 16-20.
132. Кулюткин Ю.Н. Образовательная среда и развитие личности [Электронный ресурс] / Ю.Н. Кулюткин, С.В. Тарасов // Новые знание. – Режим доступа: http://znanie.org/journal/n1_01/obraz_sreda.html.
133. Кух А.М. Професійні компетентності учителя фізики та їх формування / А.М. Кух // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія № 3. Фізика і математика у вищій і середній школі. – 2012. – № 10 – С. 42-50.
134. Кух А.М. Сучасна дидактика і освітнє середовище / А.М. Кух, О.М. Кух // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія педагогічна. – 2003. – Вип. 9. – С. 106-108.
135. Кушаков Ю.В. Нариси з історії німецької філософії Нового часу / Кушаков Ю.В. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 572 с.
136. Ланжевен П. Избранные произведения / Ланжевен П. – М.: Изд-во АН СССР, 1980. – 121 с.
137. Лапінський В.В. Навчальне середовище нового покоління та його складові / В.В. Лапінський // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. – К., 2008. – № 6 (13) – С. 26-32.
138. Лапінський В.В. Організаційно-методичні заходи щодо використання кабінетів інформатики та інформаційно-комунікаційних технологій / В.В. Лапінський // Вересень: Спецвипуск. – Миколаїв, 2004. – С. 143-149.

139. Лапінський В.В. Психолого-педагогічна і дидактична проблематика активного навчання у сучасному навчальному середовищі / В.В. Лапінський, І.Ю. Регейло // Вища освіта України. – К., 2012. – № 3 (46). – Т. 3. – С. 595-605.
140. Лапінський В.В. Сучасне навчальне середовище і електронна педагогіка / В.В. Лапінський, В.М. Мадзігон // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2010. – № 4 – С. 3-5.
141. Лебедева В.П. Психодидактические аспекты развивающего образования / В.П. Лебедева, В.А. Орлов, В.И. Панов // Педагогика. – 1996. – № 6. – С. 25-30.
142. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность/ Леонтьев А.Н. – М.: Политиздат, 1975. – 304 с.
143. Леонтьев Д.А. Феномен ответственности между недержанием и гиперконтролем / Д.А. Леонтьев // Экзистенциальное измерение в консультировании и психотерапии. – 2005. – Т. 2. – С. 7-22.
144. Лернер И.Я. Базовое содержание общего образования / И.Я. Лернер // Советская педагогика. – 1991. – № 11. – С. 15-21.
145. Лернер И.Я. Проблемное обучение / Лернер И.Я. – М.: Знание, 1974. – 64 с.
146. Личностно ориентированное обучение: хрестоматия: [пособ. для студентов гуманитарных факультетов высших учебных заведений] / [сост. Е.О. Иванова, И.М. Осмоловская]. – М.: СГУ, 2005. – 263 с.
147. Ліскович О.В. Формування інформаційної компетентності учнів у процесі викладання елективних курсів із фізики засобами інформаційно-комунікаційних технологій / О.В. Ліскович // Інформаційні технології в освіті. – 2012. – № 13. – С. 203-209.
148. Люблінська Г.О. Дитяча психологія / Люблінська Г.О. – К.: Вища школа, 1974. – 356 с.
149. Ляшенко О.І. Взаємозв'язок теоретичного та емпіричного в навчанні фізики: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. пед. наук.: спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)» / О.І. Ляшенко. – К.: 1996. – 50 с.

150. Макаренко А.С. Педагогические сочинения: [в 8 т.] / Макаренко А.С. – М.: Педагогика, 1984. – Т. 4. – 400 с.
151. Мануйлов Ю.С. Средовой подход в воспитании: дис. ... доктора пед. наук: спец. 13.00.01 / Мануйлов Юрий Степанович. – М., 1997. – 300 с.
152. Марголис А.А. Практикум по школьному физическому эксперименту / А.А. Марголис, Н.Е. Парофентьева, Л.А. Иванова. – М.: Просвещение», 1977. – 304 с.
153. Маркова А.К. Психология профессионализма / Маркова А.К. – М.: Знание, 1996. – 308 с.
154. Мартинюк М.Т. Вивчення фізики і астрономії в основній школі / Мартинюк М.Т. – К.: Міжнародна фінансова агенція, 1998. – 274 с.
155. Матвієнко П.В. Методологія та практика аналізу педагогічних парадигм / П.В. Матвієнко, С.О.Огієнко // Шлях освіти. – 2003. – № 4. – С. 14-16.
156. Матюшкин А.М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении / А.М. Матюшкин. – М.: Педагогика, 1972. – 208 с.
157. Махмутов М.И. Проблемное обучение / Махмутов М.И. – М.: Педагогика, 1975. – 315 с.
158. Мендерецький В.В. Психолого-педагогічні основи формування експериментальної компетентності школярів / В.В. Мендерецький, С.І. Дмитрук // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – 2011. – Вип. 17 – С. 96-99.
159. Методичні основи організації і проведення навчального фізичного експерименту: [навч. посіб.] / П.С. Атаманчук, О.І. Ляшенко, В.В. Мендерецький, А.М. Кух. – Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О.А., 2006. – 216 с.
160. Миргородський Б.Ю. Шкільний фізичний експеримент / Миргородський Б.Ю. – К.: Рад. школа, 1972. – 198 с.
161. Моисеев Н.Н. Алгоритмы развития / Моисеев Н.Н. – М.: Наука, 1987. – 189 с.

162. Морзе Н.В. Метод проектів та підготовка вчителів до його використання/ Н.В. Морзе // Критичне мислення. – Харків. – 2002. – С. 72-79.
163. Мощанский В.Н. История физики в средней школе / В.Н. Мощанский, Е.В. Савелова. – М.: Просвещение, 1981. – 205 с.
164. Муляр В.П. Використання нових інформаційних технологій при вивченні питань квантової фізики в середній школі / В.П. Муляр // Фізика і астрономія в школі. – 1997 – № 3 – С. 15-16.
165. Муляр В.П. Засоби інформаційних технологій у вивченні питань квантової фізики в середній школі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук.: спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)» / В.П. Муляр. – К.: 1999. – 17 с.
166. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів: Фізика. 7-9 класи (зі змінами, затвердженими наказом МОН України від 29.05.2015 № 585) [Електронний ресурс] // Міністерство освіти і науки України – Режим доступу: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/navchalni-programy.html>
167. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2011. – Вип. 27. – 370 с.
168. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – 2008. – Вип. 177 – Ч. 2. – 314 с. – (КДПУ ім. В. Винниченка).
169. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – 2009. – Вип. 82 – Ч. 1. – 328 с. – (КДПУ ім. В. Винниченка).
170. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – 2012. – Вип. 108 – Ч. 2. – 288 с. – (КДПУ ім. В. Винниченка).
171. Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2014. – Вип. 5 – Ч. 3. – 294 с. – (КДПУ ім. В. Винниченка).
172. Ніколаєв О.М. Методичні засади формування предметних компетентностей майбутнього вчителя фізики в ході фахової підготовки / О.М. Ніколаєв // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського

національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – 2014. – Вип. 20. – С. 294-297.

173. Ніколаєв О.М. Теоретичні основи цілеспрямованості навчального фізичного експерименту / О.М. Ніколаєв, П.С. Атаманчук, О.П. Панчук // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка; Інституту психології ім. Г.С. Костюка НАПН України. – 2012. – Вип.15. – С. 410-419.

174. Ніколаєв О.М. Виділення критеріїв предметної компетентності майбутнього вчителя фізики / О.М. Ніколаєв // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. – 2013. – Вип. 103. – С. 216-219.

175. Ніколаєв О.М. Готовність до експериментальної діяльності майбутнього вчителя фізики в змодельованих умовах / О.М. Ніколаєв, А.В. Ткаченко // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. – 2015. – Вип. 127. – С. 124-127.

176. Новиков А.М. Научно-экспериментальная работа в образовательном учреждении: Деловые советы / Новиков А.М. – М.: АПО РАО, 1998. – [2-е изд., доп.] – 134 с.

177. Новикова Л.И. Школа и среда / Новикова Л.И. – М.: Знание, 1985. – 80 с.

178. Образовательная среда школы: оценка развивающего эффекта / В.В. Рубцов, И.М. Улановская, Н.И. Поливанова [и др.] // Доклады юбилейной научной сессии, посвященной 85-летию Психологического института имени Л.Г. Щукиной. – М., 1999. – С. 55-65.

179. Овчарук О. В. Компетентності як ключ до оновлення змісту освіти / О.В. Овчарук // Стратегія реформування освіти в Україні. – К.: «К.І.С.», 2003. – С. 13-41.

180. Овчарук О.В. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики / О.В. Овчарук, Н.М. Бібік, О.І. Пометун. – К.: «К.І.С.», 2004. – 112 с.

181. Одарчук К.М. Навчальний фізичний експеримент як основний вид діяльності при вивченні фізики / К.М. Одарчук // Вісник Чернігівського

національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. – 2011. – Вип. 89. – С. 466-469.

182. Олефіренко Т.О. Формування графічної компетентності у майбутніх учителів технологій: дис. ... кандидата пед. наук: 13.00.04 / Олефіренко Тарас Олексійович. – К., 2012. – 232 с.

183. Особов И.П. Условия, способствующие формированию креативности студентов в учебно-образовательной среде [электронный ресурс] / И.П. Особов // Гуманитарные научные исследования. – 2011. – № 4. – Режим доступа: <http://human.snauka.ru/2011/12/291>.

184. Пасічник Ю. Проблеми компетентісного підходу при викладанні курсу фізики у середніх і вищих навчальних закладах/ Ю. Пасічник// Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т.Г.Шевченка. Серія: Педагогічні науки – 2007. – Вип. 56. – С. 94-97.

185. Педагогическая антропология: [учеб. пос.] / [авт. и сост. Б.М. Бим-Бад]. – М.: Изд-во УРАО, 1998. – 576 с.

186. Педагогіка [підруч. для пед. ін-тів та ун-тів] / [редкол.: М.Д. Ярмаченко та ін.]. – К.: Вища школа, 1986. – 54 с.

187. Петриця А.Н. До проблеми вдосконалення навчального експерименту з фізики засобами новітніх інформаційних технологій / А.Н. Петриця, С.П. Величко // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – 2008. – Вип. 77. – Ч. 1. – С. 339-344. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

188. Пидкасистый П.И. Самостоятельная деятельность учащихся. Дидактический анализ процесса и структуры воспроизведения творчества / Пидкасистый П.И. – М.: Педагогика, 1972. – 180 с.

189. Пінчук Є.А. Філософський аналіз педагогічної діяльності як суспільно-історичної категорії / Є.А. Пінчук // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Філософія. Психологія. Педагогіка. – 2010. – № 1. – С. 42-46.

190. Платонов К.К. Краткий словарь системы психологических понятий: [учеб. пос. для учебн.зав. профтехобразования] / Платонов К.К. – М.: Высш. школа, 1984. – [2-е изд. перераб. и доп.]. – 174 с.

191. Подмазін С.І. Особистісно орієнтована освіта (Соціально-філософський аналіз): дис. ... доктора філос. наук: спец. 09.00.03 / Подмазін Сергій Іванович. – Дніпропетровськ, 2006. – 446 с.

192. Покровский А.А. Фронтальные лабораторные занятия по физике в средней школе / А.А. Покровский, Б.С. Зворыкин. – М.: Учпедгиз, 1956. – 200 с.

193. Пометун О.І. Сучасний урок: інтерактивні технології навчання: [навч.-мет. посіб.] / О.І. Пометун, Л.В. Пироженко. – К.: А.С.К., 2004. – 192 с.

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

195. Построение развивающей среды в дошкольном учреждении / [Кларина Л.М., Петровский В.А., Смывина Л.А., Стрелкова Л.П.]. – М.: Новая школа, 1993. – 102 с.

196. Про загальну середню освіту: Закон України від 13 травня 1999 року № 651 – XIV. // Законодавство про освіту. – К.: Парламентське видавництво, 2002. – 159 с.

197. Про затвердження Державного стандарту базової та повної загальної середньої освіти. Постанова Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1392 // Офіційний вісник України. – 2012. – № 11. – С. 51.

198. Про освіту: Закон України від 23 травня 1991 № 1060 – XII. // Законодавство про освіту. – К.: Парламентське видавництво, 2002. – 159 с.

199. Про позашкільну освіту: Закон України від 22 червня 2000 р. № 184 // Голос України. – 2000. – № 137. – С. 4-6.

200. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика. 7-12 класи / [підг. О.І. Ляшенко, О.І. Бугайов, Є.В. Коршак]. – К.: Перун, 2005. – 20 с.

201. Равен Дж. Педагогическое тестирование: Проблемы, заблуждения, перспективы / Дж. Равен; [пер. с англ.: Ю.И. Турчанинова, Э.Н. Гусинский]. – М.: Когито-Центр, 2001. – [2-е изд., испр.] – 142 с.

202. Резников Л.И. Преподавание физики и астрономии в средней школе по новой программе / Л.И. Резников. – М.: Просвещение, 1970.

203. Розенберг М.И. Развитие методики обучения физики в УРСР / М.И. Розенберг // Республиканський науково-методичний збірник. – К., 1967. – Вип. 3. – С. 3-24.
204. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии / Рубинштейн С.Л. – М.: Образование, 2003. – 314 с.
205. Савченко О.Я. Дидактика початкової школи: [підруч. для студ. пед. ф-тів] / Савченко О.Я. – К.: Генеза, 2002. – 368 с.
206. Савчин М.В. Психологія відповідальної поведінки: [монографія] / Савчин М.В. – Івано-Франківськ: Місто НВ, 2008. – 280 с.
207. Сагань І.А. Соціально-психологічні особливості відповідальності особистості в умовах складних життєвих ситуацій: дис. ... кандидата психол. наук: 19.00.05 / Сагань Іванна Андріївна. – К., 2010. – 258 с.
208. Садовий М.І. Акмеологія і шкільна освіта / М.І. Садовий // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – 2013. – Вип. 121. – Ч. I. – С. 3-7. – (КДПУ ім. В. Винниченка).
209. 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.
210. 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. – [2-ге вид. переробл. та доп.] – 436 с.
211. Садовий М.І. Методика і техніка експерименту з оптики: [пос. для студ. фіз. спец. вищ. пед. навч. закл. та вч. фізики] / [М.І. Садовий, В.П. Сергієнко, О.М. Трифонова, І.А. Сліпучіна, І.С. Войтович]. – Луцьк: Волиньполіграф, 2011. – 292 с.
212. Садовий М.І. Перспективи застосування ІКТ при навчанні фізики для підвищення якості освіти / М.І. Садовий, О.М. Трифонова // Вища освіта України. – Луцьк, 2013. – № 2 (додаток 2) – С. 428-434.

213. 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.

214. Семенюк Э.П. Информатизация общества, культура, личность / Э.П. Семенюк // Научно-техническая информация. Серия 1. Организация и методика информационной работы. – 1993. – № 1. – С. 6-14.

215. Сергеев С.Ф. Иммерсивность, присутствие и интерактивность в обучающих средах / С.Ф. Сергеев // Школьные технологии. – 2006. – № 6. – С. 36-42.

216. Сергеев С.Ф. Обучающие и профессиональные иммерсивные среды / Сергеев С.Ф. – М.: Народное образование, 2009. – 432 с.

217. Сергієнко В.П. Теоретичні і методичні засади навчання загальної фізики в системі фахової підготовки вчителя: дис. ... доктора пед. наук: спец. 13.00.02 / Сергієнко Володимир Петрович. – К., 2004. – 516 с.

218. Сериков В.В. Личностно ориентированное образование: поиск новой парадигмы: [монографія] / В.В. Сериков. – М.: Готика, 1998. – 182 с.

219. Сериков В.В. Теория и практика личностно ориентированного образования. Круглый стол / В.В.Сериков // Педагогика. – 1996. – № 5. – С. 72-80.

220. Сиротюк В.Д. Теоретико-методичні засади використання дидактичних засобів у навчанні фізики в школах інтенсивної педагогічної корекції: дис. ... доктора пед. наук: спец. 13.00.02 / Сиротюк Володимир Дмитрович. – К., 2005. – 420 с.

221. Скалкова Я. Методология и методика педагогического исследования / Скалкова Я. [пер. с чешск. Е.Р. Роговской]. – М.: Педагогика, 1989. – 219 с.

222. Скарбич С.Н. Формирование исследовательских компетенций учащихся в процессе обучения решению планиметрических задач: [учеб. пособие] / Скарбич С.Н. – М.: ФЛИНТА, 2011. – 194 с.

223. Скаткин Н.М. Дидактика средней школы: Некоторые проблемы современной дидактики: [учеб. пос. для слушателей ФПК директоров

общеобразоват. школ и в качестве учеб. пос. по спецкурсу для студ. пед. ин-тов] / Скаткин Н.М. – М.: Просвещение, 1982. – 319 с.

224. Слободчиков В.И. О понятии образовательной среды в концепции развивающего образования / В.И. Слободчиков. – М.: Экопсицентр РОСС, 2000. – 230 с.

225. Слободчиков В.И. Образовательная среда: реализация целей образования в пространстве культуры / В.И. Слободчиков // Новые ценности образования: культурные модели школ. – М., 1997. – Вип. 7. – С. 177-185.

226. Слободяник О.В. Особливості використання ІКТ у практичній діяльності вчителя / О.В. Слободяник, С.П. Величко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – 2010. – Вип. 16. – С. 78-81.

227. Слюсаренко В.В. Використання новітніх технологій при виконанні фізичного експерименту / В.В. Слюсаренко, М.І. Садовий // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – 2012. – Вип. 18: Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. – С. 32-34. – (Index Copernicus).

228. Слюсаренко В.В. Вимірювання довжин та діаметра різних предметів / В.В. Слюсаренко // Фізика та астрономія в сучасній школі. – 2012. – № 7. – С. 36-38.

229. Слюсаренко В.В. Вимірювання поверхневого натягу за допомогою новітнього обладнання «РНУВЕ» / В.В. Слюсаренко // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2013. – Вип. 4; Ч. 2. – С. 211-214. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

230. Слюсаренко В.В. Вимоги сучасності щодо оновлення фізичного експерименту / В.В. Слюсаренко // Засоби і технології сучасного навчального середовища: міжнар. наук.-метод. конф., 17-18 трав. 2013 р.: матер. конф. – Кіровоград, 2013. – С. 154-155.

231. Слюсаренко В.В. Дидактичні можливості навчально-програмного забезпечення «Фізика-11» / В.В. Слюсаренко, О.М. Трифонова // Наукові

записки. Серія: Педагогічні науки. – 2008. – Вип. 77; Ч. 2. – С. 266-271. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

232. Слюсаренко В.В. Дослідження дифракції електронів за допомогою новітнього обладнання «РНУВЕ» / В.В. Слюсаренко // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2014. – Вип. 5; Ч. 3. – С. 175-179. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

233. Слюсаренко В.В. Застосування законів збереження для розкриття фізичної сутності ефекту Комптона / В.В. Слюсаренко // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2011. – Вип. 1. – С. 113-119. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

234. Слюсаренко В.В. Історичні корені законів збереження / В.В. Слюсаренко // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. – 2011. – Вип. 89. – С. 157-161.

235. Слюсаренко В.В. Методика ознайомлення учнів з абсолютністю законів збереження в мікросвіті / В.В. Слюсаренко // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – 2011. – Вип. 98; Ч. 1. – С. 127-130. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

236. Слюсаренко В.В. Методичне забезпечення виконання лабораторних робіт з механіки із новітнім обладнанням «РНУВЕ»: [посібн. для вчит. фізики, учнів шкіл, наук.-пед. прац. та студ. фіз.-мат. фак. вищ. пед. навч. закл.] / В.В. Слюсаренко, М.І. Садовий; за ред. М.І. Садового – Кіровоград: Сабоніт, 2013.– 78 с.

237. Слюсаренко В.В. Методичні рекомендації до виконання вибраних лабораторних робіт із новітнім обладнанням «РНУВЕ»: [посібн. для вчит. фізики, учнів шкіл, наук.-пед. прац. та студ. фіз.-мат. фак. вищ. пед. навч. закл.] / В.В. Слюсаренко, М.І. Садовий; за ред. М.І. Садового – Кіровоград: Сабоніт, 2013.– 28 с.

238. Слюсаренко В.В. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з електрики та магнетизму із новітнім обладнанням «РНУВЕ»: [посібн. для вчит. фізики, учнів шкіл, наук.-пед. прац. та студ.

фіз.-мат. фак. вищ. пед. навч. закл.] / В.В. Слюсаренко, М.І. Садовий; за ред. М.І. Садового. – Кіровоград: Сабоніт, 2013. – 40 с.

239. Слюсаренко В.В. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з оптики, термодинаміки та атомної фізики із новітнім обладнанням «РНУWE»: [посібн. для вчителів фізики, учнів шкіл, наук.-пед. прац. та студ. фіз.-мат. фак. вищ. пед. навч. закл.] / В.В. Слюсаренко, М.І. Садовий; за ред. М.І. Садового. – Кіровоград: ПП «Халецький», 2013. – 44 с.

240. Слюсаренко В.В. Особливості історизму при викладанні фізики / В.В. Слюсаренко // Сучасні тенденції навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі: міжнар. наук.-практ. конф. присвяченої 100-річчю від дня народження І.В. Попова, 25-26 квіт. 2014 р.: матер. конф. – Кіровоград, 2014. – С. 42-45.

241. Слюсаренко В.В. Посібник користувача комплекту «Фізичне обладнання для виконання дослідів з механіки» [посібн. для вчителів фізики, учнів шкіл, наук.-пед. прац. та студ. фіз.-мат. фак. вищ. пед. навч. закл.] / В.В. Слюсаренко, М.І. Садовий; за ред. М.І. Садового. – Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. – 84 с.

242. Слюсаренко В.В. Посібник користувача навчального програмного засобу «Фізика-11» [посібн. для вчителів фізики, учнів шкіл та студ. фіз.-мат. фак. вищ. пед. навч. закл.] / В.В. Слюсаренко, М.І. Садовий, О.М. Трифонова; за ред. М.І. Садового. – Кіровоград: Сабоніт, 2009. – 64 с.

243. Слюсаренко В.В. Проблема формування змісту фізичної освіти в сучасних умовах / В.В. Слюсаренко, М.І. Садовий, О.М. Трифонова // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – 2011. – Вип. 27. – С. 283-289.

244. Слюсаренко В.В. Результати експериментальної перевірки методики формування експериментальних компетентностей старшокласників з використанням вимірювального комплекту на уроках фізики / В.В. Слюсаренко // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-

математичної і технологічної освіти. – 2015. – Вип. 7; Ч. 1. – С. 194-199. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

245. Слюсаренко В.В. Роль історизму і шляхи його використання у навчанні фізики / В.В. Слюсаренко // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – 2009. – Вип. 82; Ч. 1. – С. 215-220. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

246. Слюсаренко В.В. Сутність інформаційного суспільства / В.В. Слюсаренко // Фізика. Нові технології навчання: всеукр. наук.-практ. конф. студ. і мол. науков., 20-21 берез. 2008: матер. конф. – Кіровоград, 2008. – Вип. 6. – С. 157-163.

247. Слюсаренко В.В. Тематичне тестування з теми «Світлові явища» з використанням ППЗ «Фізика-8» / В.В. Слюсаренко // Фізика. – 2007. – № 12 (312). – С. 1-8.

248. Слюсаренко В.В. Тестові завдання з фізики для перевірки навчальних досягнень: [навч.-метод. посібн.] / В.В. Слюсаренко; за ред. М.І. Садового – Кіровоград: Сабоніт, 2014. – 24 с.

249. Слюсаренко В.В. Фізичний експеримент в навчально-виховному процесі / В.В. Слюсаренко // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – 2013. – Вип. 121; Ч. 1. – С. 122-126. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

250. Слюсаренко В.В. Формування експериментально-орієнтованого навчального середовища вивчення фізики / В.В. Слюсаренко, М.І. Садовий, О.М. Трифонова, М.В. Хомутенко // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – 2014. – П(16), Issue: 33. – Р. 79-84.

251. Слюсаренко В.В. Формування пізнавального інтересу учнів при вивченні законів збереження за допомогою ІКТ / В.В. Слюсаренко // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – 2012. – Вип. 108. – Ч.2. – С. 233-238. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

252. Слюсаренко В.В. Шкільний фізичний експеримент при вивченні законів збереження у профільній школі / В.В. Слюсаренко // Фізика. Нові технології навчання: всеукр. наук.-практ. конф. студ. і мол. науков., 16 берез. 2012 р.: матер. конф. – Кіровоград, 2012. – Вип. 10. – С. 108-112.

253. Смирнов С.А. Педагогические теории, системы, технологии / Смирнов С.А. – М.: ВЛАДОС, 2000 – 512 с.
254. Смутьсон М.Л. Интеллектуальный саморозвиток у віртуальному освітньому середовищі: зміна парадигми / М.Л. Смутьсон // Актуальні проблеми психології: Психологічна теорія і технологія навчання. – К., 2009. – Т. 8; Вип. 6. – С. 250-259.
255. Смутьсон М.Л. Проектування дистанційних середовищ саморозвитку в умовах новітніх комп'ютерних технологій / М.Л. Смутьсон // Актуальні проблеми психології: Психологічна теорія і технологія навчання. – К., 2010. – Т. 8; Вип. 7. – С. 215-225.
256. Спірін О.М. Інформаційно-комунікаційні та інформативні компетентності як компоненти системи професійно-спеціалізованих компетентностей вчителя інформатики [Електронний ресурс] / О.М. Спірін // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2009. – №5. – Режим доступу: <http://www.ime.edu-ua.net/em13/content/09somtio.htm>.
257. Тараненко І.Г. Розвиток життєвої компетентності та соціальної інтеграції: досвід Європейських країн / І.Г. Тараненко // Кроки до компетентності та інтеграції в суспільстві. – К., 2000. – С. 37-40.
258. Тихомирова Т.Н. Интеллект и креативность в условиях социальной среды / Тихомирова Т.Н. – М.: Институт психологии РАН, 2010. – 230 с.
259. Ткач Т.В. Проектирование процесса формирования ключевых компетенций выпускника школы в условиях профильного обучения: дис. ... кандидата пед. наук: 13.00.08 // Ткач Татьяна Васильевна. – Тамбов, 2006. – 231 с.
260. Тоффлер Е. Третья хвиля / Е. Тоффлер; [пер. с англ. В. Шовкун]. – К.: Видавничий дім «Всесвіт», 2000 – 480 с.
261. Тришина С.В. Информационная компетентность как педагогическая категория: [Электронный ресурс] / С.В. Тришина // Интернет-журнал «Эйдос». – 2005. – Режим доступа: <http://www.eidos.ru/journal/2005/0910-11.htm>

262. Український Я.І. Рефлексія як засіб саморозвитку особистості / Я.І. Український, Н.Я. Штопало // Вісник Київського університету імені Тараса Шевченка: Соціологія. Психологія. Педагогіка. – 1999. – Вип. 7. – С. 24-27.

263. Усова А.В. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики / А.В. Усова, А.А. Бобров. – М.: Просвещение, 1988. – 112 с.

264. Фасоля А.М. Особистісно зорієнтоване навчання: методологія, методика, технологія / А.М. Фасоля // Нова пед. думка. – 2009. – № 4. – С. 54-57.

265. Философский энциклопедический словарь / Редколлегия: С.С. Аверинцев, Э.А. Араб-Оглы, Л.Ф. Ильичев [и др]. – М.: Советская энциклопедия, 1989. – [2-е изд.]. – 815 с.

266. Фіцула М.М. Педагогіка: [навч. посібн.] / Фіцула М.М. – [2-те вид., виправ., доп.]. – К.: Академвидав, 2005. – 560 с.

267. 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 імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – 2014. – Вип. 20. – С. 117-119.

268. Хуторской А.В. Ключевые компетенции как компонент личностно ориентированной парадигмы образования/ А.В. Хуторской // Народное образование. – 2003. – № 2. – С. 58-64.

269. Чепуренко В.Г. Лабораторні роботи з фізики у 8-10 класах / В.Г. Чепуренко, В.І. Нижник, Г.М. Гайдучок. – К.: Радянська школа. – 248 с.

270. Шарко В.Д. Використання інформаційних технологій у процесі формування екологічної компетентності на уроках фізики / В.Д. Шарко, Н.В. Куриленко // Інформаційні технології в освіті. – 2011. – № 10. – С. 41-49.

271. Шахмаев Н.М. Физический эксперимент в средней школе / Н.М. Шахмаев, Н.И. Павлов. – М.: Просвещение, 1991. – 223 с.

272. Шацкий С.Т. Работа для будущего / Шацкий С.Т. – М.: Просвещение, 1989. – 223 с.

273. Швай Р.І. Творче навчальне середовище для формування креативної особистості [Електронний варіант] / Р.І. Швай // Освіта та

розвиток обдарованої особистості. – 2013. – № 11. – С. 14-18. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Otros_2013_11_5.pdf

274. Шевченко В.Л. Дистанційна освіта: проблеми теорії та протиріччя практики / В.Л. Шевченко, О.В. Гладков // Інформаційні технології в освіті. – Херсон, 2009 – Вип. 4. – С. 233-242.

275. Шут М.І. Застосування до навчання фізики складових сучасного навчального середовища / М.І. Шут, В.В. Лапінський // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету ім. Павла Тичини. – Умань, 2008. – Ч. 2 – С. 306-317.

276. 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.

277. Шут М.І. Теоретико-методичні засади реалізації фізичної компоненти нового державного стандарту базової і повної середньої освіти / М.І. Шут, М.Т. Мартинюк, Л.Ю. Благодаренко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – 2013. – Вип. 19. – С. 135-138.

278. Шут М.І. Фізика. 9 кл.: [підручн. для загальноосв. навч. закл.] / М.І. Шут, М.Т. Мартинюк, Л.Ю. Благодаренко. – К.: Перун, 2009. – 224 с.

279. Щукина Г.И. Активизация познавательной деятельности учащихся в учебном процессе / Щукина Г.И. – М.: Просвещение, 1979. – 160 с.

280. Щукина Г.И. Роль деятельности в учебном процессе / Щукина Г.И. – М.: Педагогика, 1988. – 144 с.

281. Эйнштейн А. Сборник научных трудов / Эйнштейн А.; [пер. с англ. Н.Н. Андреева] – М.: Наука, 1967. – Т. 4. – 244 с.

282. Энциклопедия кибернетики / [ред. В.М. Глушков]. – К.: Главная редакция УСЭ, 1974. – 623 с.

283. Якиманская И.С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе / Якиманская И.С. – М.: Сентябрь, 2000. – 112 с.

284. Якиманская И.С. Развивающее обучение / Якиманская И.С. – М.: Педагогика. 1979. 144 с.

285. Ясвин В.А. Образовательная среда: от моделирования к проектированию / Ясвин В.А. – М.: Смысл, 2001. – 365 с.

286. Ясвин В.А. Психолого-педагогическое проектирование образовательной среды / В.А. Ясвин // Дополнительное образование. – 2000. – № 6. – С. 16-22.

287. EU. Key Competences for Lifelong Learning. A European Reference Framework – Brussels: European Commission, 2005.

288. Hager Paul. Is there a cogent philosophical argument against competency standards? / Philosophy of Education: Major Themes in the Analytic: Problems of Educational Content and Practices /Hager Paul. – Florence, KY, USA: Routledge, 1998. – P. 399-415.

289. McClelland D.C. Testing for Competence Rather Than for «Intelligence» [Text] / D.C. McClelland // American Psychologist. – 1973. – Vol. 28. – No. 1. – P. 1-14.

290. Trace A.S. What Ivan Knows That Johny Doesn't / A.S Trace – NY: Random House, 1961. – 213p.

291. White R.W. Motivation reconsidered: The concept of competence / R.W. White // Psychological review. – 1959. – № 66. – P. 297-333.

ДОДАТКИ

Додаток А

Фізичний експеримент, який можливо виконати за допомогою новітнього обладнання «PHUWE»

Додаток А. 1

Перелік дослідів, які можливо виконати за допомогою комплекту «Фізичне обладнання для виконання дослідів з механіки»

1. Вимірювання довжин та діаметра різних предметів
2. Вимірювання часу коливання маятника
3. Визначення маси твердих тіл та рідини
4. Визначення густини твердих тіл
5. Визначення густини рідин
6. Вимірювання сили
7. Третій закон Ньютона
8. Вимірювання ваги тіла
9. Перевірка закону Гука
10. Рівнодійна сил, діючих паралельно та по одній прямій
11. Рівнодійна сил, які утворюють кут паралелограма
12. Дія сил на блок
13. Знаходження центру тяжіння тіла
14. Сила реакції на ненавантажений важіль
15. Реакція сили на навантажений важіль
16. Двохсторонній важіль
17. Односторонній важіль
18. Вивчення сил та переміщення за допомогою нерухомого блоку
19. Вивчення сил та переміщення за допомогою рухомого блоку
20. Взаємодія блоків
21. Потенціальна енергія та енергія пружного тіла
22. Визначення густини твердих тіл при занурення тіл в рідину
23. Визначення густини рідин з використанням ареометра
24. Дослідження коливань фізичного маятника

25. Дослідження коливань математичного маятника
26. Гасіння коливань у динамічній системі
27. Дослідження вимушених коливань фізичного маятника
28. Вивчення зв'язаних маятників
29. Дослідження коливань системи зв'язаних маятників

Додаток А.2

Перелік лабораторних робіт з механіки, що виконуються за допомогою обладнання «РНУВЕ»

1. Вимірювання основних величин: довжини, маси та часу
2. Вивчення падіння тіл в полі тяжіння землі та визначення прискорення вільного падіння
3. Закон Гука
4. Вивчення другого закону Ньютона з використанням системи «Кобра 3» і демонстраційної доріжки
5. Балістичний маятник
6. Закон збереження механічної енергії. Колесо Максвелла
7. Дослідження закономірностей математичного маятника
8. Оборотний маятник
9. Вивчення коливань зв'язаних маятників з використанням установки «Кобра 3»
10. Вимушені коливання – маятник Поля
11. Вивчення моменту інерції та кутового прискорення за допомогою шарнірної опори
12. Момент інерції різних тіл. Теорема Штейнера
13. Вимірювання швидкості звуку в повітрі за допомогою установки «Кобра-3»

Додаток А.3

Перелік лабораторних робіт з молекулярної фізики та термодинаміки, що виконуються за допомогою обладнання «РНУВЕ»

- 1 Рівняння стану ідеального газу з використанням установки «Кобра-3»
- 2 Дослідження відношення теплоємностей газів C_v/C_p

- 3 Визначення теплоємності металів
- 4 Дослідити зміну тиску пари води при нагріванні
5. Вимірювання поверхневого натягу методом відриву з використанням системи «Кобра 3»

Додаток А.4

Перелік лабораторних робіт з електродинаміки, що виконуються за допомогою обладнання «РНУВЕ»

1. Визначення питомого заряду електрона
2. Вимірювальний місток Уїнстона
3. Баланс струмів. Вивчення сил, які діють на провідник у магнітному полі
4. Вивчення законів Фарадея
5. Побудова кривої заряджання конденсатора
6. Вивчення закону Кулона за допомогою установки «Кобра 3»
7. Дослідження магнітного поля Землі
8. Вивчення магнітного моменту магнітного поля струму
9. Визначення магнітної індукції за допомогою установки «Кобра 3»
10. Вивчення повного контуру за допомогою установки «Кобра 3»
11. Зв'язані коливальні контури
12. Вивчення магнітного моменту магнітного поля струму

Додаток А.5

Перелік лабораторних робіт з оптики, що виконуються за допомогою обладнання «РНУВЕ»

1. Явище інтерференції та дифракції світлових хвиль
2. Закон випромінювання Стефана-Больцмана з підсилювачем
3. Дифракція електронів
- 4 Дисперсія та роздільна здатність призми і дифракційного спектроскопа
5. Кільця Ньютона
6. Перевірка закону Малюса
7. Інтерференція та дифракція ультразвуку за допомогою гоніометра

Додаток А.6

**Перелік дослідів із набором з геометричної оптики для постановки
демонстраційного фізичного експерименту**

1. Демонстрація паралельного світлового потоку
2. Демонстрація світлового потоку, що розходиться
3. Демонстрація світлового променя
4. Демонстрація прямолінійного поширення світлового променя
5. Демонстрація поширення паралельних променів: двох, трьох, п'яти
6. Демонстрація двох, трьох, п'яти променів, що розходяться
7. Демонстрація двох, трьох, п'яти променів, що сходяться
8. Керування циліндрично-плоскою лінзою променями
9. Керування плоско-опуклою лінзою променями
10. Керування увігнуто-плоскою лінзою променями
11. Керування променями трикутною призмою
12. Керування променями плоско-паралельною призмою
13. Керування променями увігнуто-сегментною лінзою
14. Спостереження проходження променів через посудину з рідиною
15. Демонстрація утворення тіні та напівтіні
16. Демонстрація керуванням променями плоским дзеркалом
17. Демонстрація керуванням променями увігнутим дзеркалом
18. Демонстрація керування променями опуклим дзеркалом
19. Демонстрація будови і дії ока

Додаток А.7

**Перелік дослідів із набором з геометричної оптики для фронтального
фізичного експерименту**

1. Управління світловим потоком циліндричною лінзою
2. Дослідження поведінки світлових променів, що розходяться, при проходженні через циліндричну лінзу
3. Дослідження поведінки паралельних світлових променів при проходженні через циліндричну лінзу
4. Перевірка законів відбивання та заломлення світла
5. Дослідження процесів відбивання та заломлення світла
6. Дослідження закономірностей при проходженні світлових променів з оптично більш густішого середовища у менш густіше

7. Дослідження керування світловим променем плоско-опуклою лінзою
8. Керування плоско-опуклою лінзою світловими променями
9. Дослідження ходу променя від щілин, що падає на опукло-плоску лінзу
10. Дослідження ходу променя, що падає на плоско-опуклу лінзу
11. Дослідження керування лінзою трьома променями
12. Дослідження ходу п'яти паралельних променів у плоско-опуклій лінзі
13. Керування світловими променями плоско-увігнутою лінзою
14. Керування світловим потоком складними оптичними системами
15. Управління променем системою трьох лінз
16. Дослідження керування світловим променем різної форми лінзами
17. Дослідження розташування лінз на управління трьома променями
18. Дослідження оптичної системи з трьох лінз
19. Дослідження оптичної системи з плоско-опуклих лінз
20. Дослідження оптичної системи з двох плоско-опуклих та плоско-увігнутої лінз
21. Демонстрація утворення тіні
22. Дослідження керування променем плоским дзеркалом
23. Визначення основних точок та ліній увігнутого дзеркала
24. Керування променями увігнутим дзеркалом
25. Керування світловими променями опуклим дзеркалом
26. Дослідження управління світловим променем рідинами
27. Керування променями трикутною призмою
28. Керування світловим потоком комбінаціями оптичних приладів

Додаток А.8

Досліди з хвильової оптики навчальним оптичним приладом «Оптика»

1. Спостереження явища дифракції та інтерференції на щілинах
2. Спостереження дифракції та інтерференції на багатьох щілинах
3. Дифракція монохроматичного світла на дифракційній решітці
4. Дифракція від прямих щілин різної ширини
5. Дифракція від тонких лінійних перешкод
6. Дифракція на клиновидних щілинах
7. Порівняння дифракції від щілини та перешкоди однакової ширини

8. Інтерференція від перешкод різної форми
9. Дифракція від точкових отворів
10. Дослід Юнга
11. Демонстрація зонних кілець Френеля
12. Спостереження явища повного внутрішнього відбивання
13. Демонстрація властивостей неполяризованого і лінійно поляризованого світла
14. Демонстрація оптичної активності розчину цукру
15. Демонстрація явища штучної анізотропії
16. Обертання площини поляризації пластинкою $\lambda/2$ та $\lambda/4$
17. Дія інтерференційного дзеркала
18. Дослідження світлового променя після відбивання від клина
19. Інтерференція від плоско-паралельної пластинки
20. Модель інтерферометра Майкельсона
21. Демонстрація голограм Денисюка
22. Демонстраційна схема запису голограм за методом Габора
23. Інтерференційна схема Лейта
24. Відтворювальна схема Лейта
25. Модель інтерферометра Фабрі-Перро
26. Демонстрація інтерференції від біпризми Френеля
27. Демонстрація інтерференції від дзеркал Френеля
28. Демонстрація зміни площини поляризації
29. Демонстрація кругової поляризації
30. Вимірювання довжини світлової хвилі
31. Використання дифракційної ґратки у двотрубному спектроскопі

Додаток А. 9

Перелік лабораторних робіт з атомної та ядерної фізики, що виконуються за допомогою обладнання «PHUWE»

1. Визначення сталої Планка за допомогою фотоефекту з використанням підсилювача
2. Експеримент Франка-Герца з неонову трубною
3. Фізика рентгенівських променів

Додаток Б

Класифікація наборів з шкільного курсу фізики фірми РНУВЕ

Таблиця Б.1

Класифікація наборів з шкільного курсу фізики фірми РНУВЕ

Розділ фізики	К-ть лаб. експер	К-ть дем. експер.	Експерименти по темах
Механіка	52	42	Величини та їх характеристики. Поняття: сили, прості механізми, рідини, гази, коливання
Динаміка	9	16	Шлях, швидкість, прискорення, закони механічного руху, імпульс, потенціальна та кінетична енергія.
Термодинаміка	34	17	Теплова рівновага, вимірювання температури, тепла енергія, теплове розширення, тепла передача, агрегатні стани
Електростатика	16	31	Контактна електрика, електростатична взаємодія, індукція, закон збереження заряду, закон Кулона, провідники та ізолятори
Електродинаміка	72	31	Електричний струм, напруга, сила струму, опір, вимірювальні прилади, техніка безпеки, електричні кола, потужність, робота, перетворення енергії, електрохімія, електромагнетизм, індукція, самоіндукція, трансформатор, електродвигун, конденсатор, діоди, транзистори, інтегральні плати.
Еквіпотенціальні лінії, електричне поле	5		Електричне поле, еквіпотенціальні поверхні
Магнетизм	11	27	Постійні магніти, магнітна взаємодія, магнітне поле, магнітна індукція
Електродвигун, генератор (моделі)	10		Магнітне поле котушки, перетворення струму, електродвигун, генератор, трансформатор
Оптика	99	60	Закони поширення світла, лінзи, дзеркала, дисперсія, око, оптичні прилади. Хвильова оптика: інтерференція, дифракція (одномірні, двомірні об'єкти), роздільна здатність оптичних приладів, поляризація (якісна та кількісна).
Оптика, атомна фізика	17		Спектральний аналіз, дифракція на решітці, дифракція від об'єктів у побуті, поглинання та флюоресценція, визначення постійної Планка з допомогою світловипромінюючих діодів, визначення ширини забороненої зони напівпровідників, дослідження сонячної батареї та фотодіодів, поляризація світла.
Радіоактивність	15	16	Дослідження природних радіоактивних речовин, види випромінювання та їх характеристики, застосування радіоактивних .
Разом	340	240	

Таблиця Б.2

Обладнання з наборів для прикладних наук, які можна використати для навчання фізики у школі фірми RHYWE

Розділ фізики	К-ть експер.	Експерименти по темах
Відтворювальні джерела енергії	52	Перетворення енергії, теплова енергія із сонячної енергії, температура оточуючого середовища, енергія вітру, енергія води, параболоциліндрична електростанція, воднева технологія
Дослідження газів	5	Методи визначення концентрації окремих газів, вихлопні гази, вимірювання залишків бензину і других вуглецевих у вихлопних газах автомашин, вимірювання концентрації озону
Акустика	21	Генерація, поширення і сприйняття звуку, фізичні властивості коливань та хвиль, застосування в медицині, та побуті

Таблиця Б.3

Обладнання з наборів шкільного курсу хімії, які можна використати для навчання фізики фірми RHYWE

Розділ фізики	К-ть лаб. експер	К-ть дем. експер.	Експерименти по темах
Електрохімія	23	33	Електрохімічна комірка, електродний потенціал, електроліз, захист від корозії і збереження енергії, провідність, потенціали
Загальна хімія	25/6	36/8	Властивості речовини, моделі молекул, хімічні зв'язки

Додаток В.

Компоненти експериментальних компетентностей

Таблиця В.1

Компоненти експериментальних компетентностей

Проектно-технологічні, інформаційно-комунікаційні компетентності	ЛБ 1	ЛБ 2	ЛБ 3	ЛБ 4	ЛБ 5	ЛБ 6	ЛБ 7	ЛБ 8	ЛБ 9	ЛБ 10	ЛБ 11	ЛБ 12	ЛБ 13
здатність до аналізу і синтезу механічного явища	7,1	12,3	15,6	26,8	36,7	42,3	44,1	46,4	57,2	63,6	67,1	70,7	72,4
здатність до організації планування експерименту	16,5	20,2	23,4	27,7	32,3	37,5	41,1	44,5	47,8	49,9	52,4	54,5	56,4
Грунтовні базові знання з механіки	20,8	23,2	26,6	28,9	32,4	35,1	37,2	38,5	40,2	42,3	44,2	45,5	47,0
грунтовні уміння працювати з приладами механіки	8,4	16,8	23,7	31,9	39,0	48,8	54,1	61,5	65,8	70,3	74,3	76,6	80,5
навички постановки дослідження	4,3	9,7	15,4	19,6	24,5	29,3	33,2	37,6	39,9	41,5	43,1	44,6	46,2
<i>створювати інформаційні об'єкти з механіки та управляти ними</i>	0	6,1	9,8	15,6	19,8	24,3	27,8	29,7	31,9	33,4	35,6	37,4	38,9
готовність до розв'язання проблем механічних явищ	6,9	10,8	16,4	18,9	24,0	29,1	34,3	38,5	42,2	46,5	50,4	55,2	59,2
Предметна компетентність													
здатність до застосування знань з механіки на практиці	24,7	29,2	35,6	39,7	44,0	48,4	53,2	57,9	62,1	65,2	67,6	69,4	73,9
володіння дослідницькими уміннями	2,5	6,7	9,8	16,5	19,7	22,3	24,6	27,8	29,9	32,3	34,2	37,4	39,7
готовність навчатись впродовж життя	10,6	13,4	16,8	19,9	24,5	28,7	31,4	34,3	38,7	41,2	43,8	45,4	48,4
здатність адаптування до нових ситуацій	6,8	9,9	12,0	14,1	18,6	22,2	26,4	31,3	37,7	42,1	46,4	49,7	53,8

Продовж. табл. В.1

	ЛБ 1	ЛБ 2	ЛБ 3	ЛБ 4	ЛБ 5	ЛБ 6	ЛБ 7	ЛБ 8	ЛБ 9	ЛБ 10	ЛБ 11	ЛБ 12	ЛБ 13
здатність породжувати нові ідеї (креативність)	0	4,3	8,8	11,3	14,0	18,7	20,5	23,4	26,7	29,8	31,9	34,1	36,8
має навички лідерства в постановці дослідів	0	3,5	6,7	9,6	12,2	16,7	20,1	24,5	28,2	31,4	34,7	37,8	41,9
здатність самостійно ставити експеримент	7,8	10,3	14,2	17,8	19,6	23,3	27,6	31,5	36,0	39,1	42,4	44,4	47,3
розробка управління проектом експерименту	3,7	7,6	9,8	13,5	18,7	22,8	29,7	34,3	39,8	45,3	48,7	50,6	54,6
критичність мислення	7,8	11,2	14,5	17,4	19,8	22,7	25,6	28,8	30,9	32,7	34,3	36,6	38,9
турбота про якість постановки дослідів	4,7	6,8	9,3	11,2	13,0	15,1	16,9	18,2	20,4	21,1	23,2	24,8	26,5
прагнення досягти успіху в дослідженні	14,7	19,8	23,9	28,3	37,6	44,5	52,0	57,5	62,4	68,7	73,3	78,4	84,4
наявність ціннісних орієнтацій механічних явищ	8,4	11,1	15,4	19,6	23,4	29,3	36,4	40,2	47,4	53,8	59,6	63,3	68,5

Додаток Д

Показники знань учнів за результатами експериментального вивчення
фізики

Таблиця Д.1

Показники знань учнів за результатами експериментального вивчення
механіки

№ п/п	Назва елементів знань	t	K _{зк} , %	P _{рк,2} · 10 ⁻	K _{зе} , %	P _{ре,2} · 10 ⁻	P _{α,2} · 10 ⁻
1	абсолютно пружний удар	8,74	34,62	2,55	65,38	2,43	3,52
2	абсолютно тверде тіло	14,21	34,62	2,55	80,77	2,01	3,25
3	автоколивання	5,30	42,31	2,65	61,54	2,48	3,63
4	амплітуда коливань	5,30	38,46	2,61	57,69	2,52	3,63
5	вага	6,94	57,69	2,65	80,77	2,01	3,33
6	важки на блоці	10,65	50	2,68	84,62	1,84	3,25
7	взаємодія гравітаційна	12,26	50	2,68	88,46	1,63	3,14
8	взаємодія електромагнітна	3,20	53,85	2,67	65,38	2,43	3,61
9	взаємозв'язок маси та енергії	8,35	57,69	2,65	84,62	1,84	3,23
10	вимушені коливання	5,39	50	2,68	69,23	2,36	3,57
11	висота звуку	4,22	38,46	2,61	53,85	2,54	3,64
12	відносне видовження	4,34	30,77	2,47	46,15	2,54	3,55
13	відносність кінетичної енергії	13,12	42,31	2,65	84,62	1,84	3,23
14	відносність руху	4,42	57,69	2,65	73,08	2,26	3,48
15	відносність спокою	4,55	61,54	2,61	76,92	2,15	3,38
16	вільне падіння	4,99	69,23	2,47	84,62	1,84	3,08
17	вільні коливання	3,46	65,38	2,55	76,92	2,15	3,34
18	внутрішнє тертя	7,23	61,54	2,61	84,62	1,84	3,19
19	внутрішня енергія	5,34	73,08	2,38	88,46	1,63	2,88
20	гармонічні коливання	4,74	65,38	2,55	80,77	2,01	3,25
21	гравітаційна стала	5,64	57,69	2,65	76,92	2,15	3,41
22	графік прискорення	5,84	61,54	2,61	80,77	2,01	3,29
23	графік проекції переміщення	14,46	38,46	2,61	84,62	1,84	3,19
24	графік руху тіла	10,35	46,15	2,67	80,77	2,01	3,34
25	графік швидкості	7,69	46,15	2,67	73,08	2,26	3,50
26	графік шляху	6,58	50	2,68	73,08	2,26	3,51
27	гучність звуку	11,85	46,15	2,67	84,62	1,84	3,25

Продовж. табл. Д.1

№ п/п	Назва елементів знань	t	K _{зк} , %	P _{рк,2} · 10 ⁻	K _{зе} , %	P _{ре,2} · 10 ⁻	P _{α,2} · 10 ⁻
28	двигун тепловий	8,05	53,85	2,67	80,77	2,01	3,34
29	дефект маси	7,23	61,54	2,61	84,62	1,84	3,19
30	деформація	4,74	65,38	2,55	80,77	2,01	3,25
31	дія сили пружності	9,89	57,69	2,65	88,46	1,63	3,11
32	дія сили тяжіння	6,94	57,69	2,65	80,77	2,01	3,33
33	довжина хвилі	4,55	61,54	2,61	76,92	2,15	3,38
34	дослід Торрічеллі	6,11	65,38	2,55	84,62	1,84	3,15
35	другий закон Ньютона	6,49	69,23	2,47	88,46	1,63	2,96
36	енергія	12,42	61,54	2,61	96,15	0,98	2,79
37	еталон кілограма	7,02	73,08	2,38	92,31	1,36	2,74
38	жорсткість	8,05	53,85	2,67	80,77	2,01	3,34
39	закон Бернуллі	6,94	57,69	2,65	80,77	2,01	3,33
40	закон Гука	9,32	65,38	2,55	92,31	1,36	2,89
41	закон додавання швидкостей	7,69	46,15	2,67	73,08	2,26	3,50
42	закон додавання швидкостей та перетворення енергії	8,97	46,15	2,67	76,92	2,15	3,43
43	закон збереження імпульсу	4,32	53,85	2,67	69,23	2,36	3,56
44	замкнута система	8,97	46,15	2,67	76,92	2,15	3,43
45	звукові коливання	6,42	42,31	2,65	65,38	2,43	3,59
46	згасаючі коливання	6,48	46,15	2,67	69,23	2,36	3,56
47	зовнішнє тертя	6,73	53,85	2,67	76,92	2,15	3,43
48	ізольована система	9,18	50	2,68	80,77	2,01	3,35
49	імпульс сили	9,48	53,85	2,67	84,62	1,84	3,25
50	імпульс тіла	8,35	57,69	2,65	84,62	1,84	3,23
51	інертність	6,42	42,31	2,65	65,38	2,43	3,59
52	інерціальна система	8,97	46,15	2,67	76,92	2,15	3,43
53	інерція	11,85	46,15	2,67	84,62	1,84	3,25
54	кінетична енергія	4,42	57,69	2,65	73,08	2,26	3,48
55	коефіцієнт корисної дії	10,46	61,54	2,61	92,31	1,36	2,94
56	коефіцієнт тертя ковзання	9,48	53,85	2,67	84,62	1,84	3,25
57	криволінійний рух	5,39	50	2,68	69,23	2,36	3,57
58	кут повороту	4,42	57,69	2,65	73,08	2,26	3,48
59	кутова швидкість	9,18	50	2,68	80,77	2,01	3,35
60	кутове переміщення	7,69	46,15	2,67	73,08	2,26	3,50
61	лінійна швидкість	7,23	61,54	2,61	84,62	1,84	3,19
62	маса тіла	7,62	65,38	2,55	88,46	1,63	3,03
63	математичний маятник	9,48	53,85	2,67	84,62	1,84	3,25

Продовж. табл. Д.1

№ п/п	Назва елементів знань	t	K _{зк} , %	P _{рк,2} · 10 ⁻	K _{зе} , %	P _{ре,2} · 10 ⁻	P _{α,2} · 10 ⁻
64	матеріальна точка	6,58	50	2,68	73,08	2,26	3,51
65	механічна робота	7,62	65,38	2,55	88,46	1,63	3,03
66	механічний рух	8,17	69,23	2,47	92,31	1,36	2,82
67	механічні властивості тіл	9,89	57,69	2,65	88,46	1,63	3,11
68	миттєва потужність	5,49	53,85	2,67	73,08	2,26	3,50
69	миттєва швидкість	2,14	57,69	2,65	65,38	2,43	3,59
70	модуль Юнга	11,57	42,31	2,65	80,77	2,01	3,33
71	момент сили	8,97	46,15	2,67	76,92	2,15	3,43
72	невагомість	3,46	65,38	2,55	76,92	2,15	3,34
73	незгасаючі коливання	5,39	50	2,68	69,23	2,36	3,57
74	непружний удар	10,35	46,15	2,67	80,77	2,01	3,34
75	нерухома система	12,83	53,85	2,67	92,31	1,36	3,00
76	нульовий рівень енергії	4,42	57,69	2,65	73,08	2,26	3,48
77	обертובה частота	5,64	57,69	2,65	76,92	2,15	3,41
78	одиниця маси	7,23	61,54	2,61	84,62	1,84	3,19
79	однорідність простору	5,33	46,15	2,67	65,38	2,43	3,61
80	однорідність часу	13,12	42,31	2,65	84,62	1,84	3,23
81	основна задача механіки	5,39	50	2,68	69,23	2,36	3,57
82	пара сил	10,02	38,46	2,61	73,08	2,26	3,45
83	перевантаження	5,39	50	2,68	69,23	2,36	3,57
84	переміщення	4,42	57,69	2,65	73,08	2,26	3,48
85	період коливання	10,65	50	2,68	84,62	1,84	3,25
86	період коливання математичного маятника	5,49	53,85	2,67	73,08	2,26	3,50
87	період коливання фізичного маятника	6,48	46,15	2,67	69,23	2,36	3,56
88	період обертання	5,64	57,69	2,65	76,92	2,15	3,41
89	перший закон Ньютона	11,57	42,31	2,65	80,77	2,01	3,33
90	повна енергія	6,73	53,85	2,67	76,92	2,15	3,43
91	повна механічна енергія	8,05	53,85	2,67	80,77	2,01	3,34
92	потенціальна енергія	6,94	57,69	2,65	80,77	2,01	3,33
93	потужність	7,23	61,54	2,61	84,62	1,84	3,19
94	похибка вимірювання	8,74	34,62	2,55	65,38	2,43	3,52
95	принцип суперпозиції	14,08	30,77	2,47	76,92	2,15	3,28
96	прискорення	6,58	50	2,68	73,08	2,26	3,51
97	прискорення вільного падіння	6,94	57,69	2,65	80,77	2,01	3,33
98	прямолінійний рух	8,35	57,69	2,65	84,62	1,84	3,23
99	реактивний двигун	8,74	34,62	2,55	65,38	2,43	3,52

Продовж. табл. Д.1

№ п/п	Назва елементів знань	t	K _{зк} , %	P _{рк,2} · 10 ⁻²	K _{зе} , %	P _{ре,2} · 10 ⁻²	P _{α,2} · 10 ⁻²
100	реактивний рух	7,62	30,77	2,47	57,69	2,52	3,53
101	резонанс	6,44	34,62	2,55	57,69	2,52	3,59
102	рівновага важеля	12,62	30,77	2,47	73,08	2,26	3,35
103	рівноприскорений рух	7,69	46,15	2,67	73,08	2,26	3,50
104	робота сили пружності	5,64	57,69	2,65	76,92	2,15	3,41
105	робота сили тяжіння	9,48	53,85	2,67	84,62	1,84	3,25
106	розкладання сил	8,83	42,31	2,65	73,08	2,26	3,48
107	рух по колу	9,18	50	2,68	80,77	2,01	3,35
108	рухома система	10,35	46,15	2,67	80,77	2,01	3,34
109	середня потужність	5,33	46,15	2,67	65,38	2,43	3,61
110	сила пружності	6,42	42,31	2,65	65,38	2,43	3,59
111	сила реакції опори	14,46	38,46	2,61	84,62	1,84	3,19
112	сила тертя	7,69	46,15	2,67	73,08	2,26	3,50
113	сила тяжіння	6,48	46,15	2,67	69,23	2,36	3,56
114	система відліку	5,39	50	2,68	69,23	2,36	3,57
115	стан спокою	6,73	53,85	2,67	76,92	2,15	3,43
116	тіло відліку	6,94	57,69	2,65	80,77	2,01	3,33
117	траєкторія	7,23	61,54	2,61	84,62	1,84	3,19
118	третій закон Ньютона	8,75	61,54	2,61	88,46	1,63	3,08
119	трикутник Стевіна	7,62	30,77	2,47	57,69	2,52	3,53
120	тягарці на блоці	6,73	53,85	2,67	76,92	2,15	3,43
121	умова рівноваги тіл	6,42	42,31	2,65	65,38	2,43	3,59
122	фізичний маятник	10,35	46,15	2,67	80,77	2,01	3,34
123	хвиля	6,58	50	2,68	73,08	2,26	3,51
124	центр інерції	14,46	38,46	2,61	84,62	1,84	3,19
125	центр мас	11,28	34,62	2,55	73,08	2,26	3,41
126	центр тяжіння	11,26	30,77	2,47	69,23	2,36	3,42
127	швидкість світла	13,52	46,15	2,67	88,46	1,63	3,13
128	швидкість тіла	9,89	57,69	2,65	88,46	1,63	3,11
129	шлях	5,84	61,54	2,61	80,77	2,01	3,29
130	штучні супутники зв'язку	13,12	42,31	2,65	84,62	1,84	3,23
		1021,99	6665	341,43	10058	268,46	434,34

Умовні позначення: t – критерій Стьюдента, K_{зе} – коефіцієнт засвоєння знань у експериментальних груп у відсотках, P_{ре} · 10⁻² – допустима помилка у експериментальних групах, K_{зк} – коефіцієнт засвоєння знань у контрольних групах у відсотках, P_{рк} · 10⁻² – допустима помилка у контрольних групах, P_α · 10⁻² – середня допустима помилка.

Таблиця Д.2.

**Показники знань учнів за результатами експериментального вивчення
молекулярної фізики та термодинаміки**

№ п/п	Назва елементів знань	t	K _{зк} , %	P _{рк₂} · 10 ⁻	K _{зе} , %	P _{ре} · 10 ⁻²	P _{α₂} · 10 ⁻
1	абсолютна температура	3,14	46,15	2,67	57,69	2,52	3,67
2	абсолютний нуль температури	4,25	50	2,68	65,38	2,43	3,62
3	агрегатні стани речовини	4,55	61,54	2,61	76,92	2,15	3,38
4	адіабатний процес	6,41	38,46	2,61	61,54	2,48	3,60
5	аморфне тіло	9,04	23,08	2,26	53,85	2,54	3,40
6	анізотропія	11,69	19,23	2,11	57,69	2,52	3,29
7	вимірювання швидкості руху молекул	4,22	46,15	2,67	61,54	2,48	3,65
8	вологість повітря	6,58	50	2,68	73,08	2,26	3,51
9	гігрометр	4,32	53,85	2,67	69,23	2,36	3,56
10	два способи зміни внутрішньої енергії	9,18	50	2,68	80,77	2,01	3,35
11	двигун внутрішнього згоряння	10,65	50	2,68	84,62	1,84	3,25
12	дослід Штерна	6,41	38,46	2,61	61,54	2,48	3,60
13	Другий закон термодинаміки	5,33	46,15	2,67	65,38	2,43	3,61
14	закон Бойля-Маріотта	4,25	50	2,68	65,38	2,43	3,62
15	закон Гей-Люссака	9,18	50	2,68	80,77	2,01	3,35
16	закон Дальтона	9,99	30,77	2,47	65,38	2,43	3,47
17	закон Шарля	6,73	53,85	2,67	76,92	2,15	3,43
18	змочування	10,35	46,15	2,67	80,77	2,01	3,34
19	ідеальний газ	6,42	42,31	2,65	65,38	2,43	3,59
20	ізобара	9,48	53,85	2,67	84,62	1,84	3,25
21	ізотерма	9,18	50	2,68	80,77	2,01	3,35
22	ізохора	11,06	53,85	2,67	88,46	1,63	3,13
23	камера згоряння	6,48	46,15	2,67	69,23	2,36	3,56
24	капілярні явища	5,39	50	2,68	69,23	2,36	3,57
25	кипіння	4,74	65,38	2,55	80,77	2,01	3,25
26	кількість речовини	8,05	53,85	2,67	80,77	2,01	3,34
27	кількість руху	2,11	53,85	2,67	61,54	2,48	3,65
28	кількість теплоти	8,35	57,69	2,65	84,62	1,84	3,23
29	коефіцієнт корисної дії теплових машин	16,26	38,46	2,61	88,46	1,63	3,08
30	конденсація	5,49	53,85	2,67	73,08	2,26	3,50

Продовж. табл. Д.2

№ п/п	Назва елементів знань	t	K _{зк} , %	P _{рк₂} · 10 ⁻	K _{зе} , %	P _{ре} · 10 ⁻²	P _{α₂} · 10 ⁻
31	кристалічне тіло	5,33	46,15	2,67	65,38	2,43	3,61
32	критичний стан	10,07	26,92	2,38	61,54	2,48	3,44
33	макроскопічні параметри системи	9,04	23,08	2,26	53,85	2,54	3,40
34	маса атома	8,88	26,92	2,38	57,69	2,52	3,47
35	методи вимірювання вологості повітря	7,56	38,46	2,61	65,38	2,43	3,56
36	мікроскопічні параметри системи	14,67	15,38	1,93	61,54	2,48	3,15
37	молярна маса	11,69	19,23	2,11	57,69	2,52	3,29
38	монокристали	9,04	23,08	2,26	53,85	2,54	3,40
39	оборотні та необоротні процеси	9,99	30,77	2,47	65,38	2,43	3,47
40	основне рівняння МКТ	8,97	46,15	2,67	76,92	2,15	3,43
41	основні положення МКТ	13,12	42,31	2,65	84,62	1,84	3,23
42	пара насичена	9,18	50	2,68	80,77	2,01	3,35
43	пара ненасичена	7,60	42,31	2,65	69,23	2,36	3,54
44	пароутворення	8,83	42,31	2,65	73,08	2,26	3,48
45	перший закон термодинаміки	11,85	46,15	2,67	84,62	1,84	3,25
46	питома теплота плавлення тіла	6,94	57,69	2,65	80,77	2,01	3,33
47	поверхневий натяг	14,08	50	2,68	92,31	1,36	3,01
48	полікристали	6,50	30,77	2,47	53,85	2,54	3,55
49	полімери	10,23	23,08	2,26	57,69	2,52	3,38
50	потрійна точка	5,34	34,62	2,55	53,85	2,54	3,60
51	психрометр	5,49	53,85	2,67	73,08	2,26	3,50
52	рівняння Менделєєва-Клапейрона	11,38	38,46	2,61	76,92	2,15	3,38
53	рівняння стану ідеального газу	14,21	34,62	2,55	80,77	2,01	3,25
54	робота газу	9,99	30,77	2,47	65,38	2,43	3,47
55	розмір атома	14,08	30,77	2,47	76,92	2,15	3,28
56	розподіл Максвелла	11,69	19,23	2,11	57,69	2,52	3,29
57	Стала Авогадро	9,97	34,62	2,55	69,23	2,36	3,47
58	Стала Больцмана	15,68	30,77	2,47	80,77	2,01	3,19
59	статистичний підхід до пояснення теплових явищ	12,62	30,77	2,47	73,08	2,26	3,35
60	температура	6,94	57,69	2,65	80,77	2,01	3,33
61	температурні шкали	7,23	61,54	2,61	84,62	1,84	3,19
62	теплові явища	8,75	61,54	2,61	88,46	1,63	3,08
63	теплоємність	6,73	53,85	2,67	76,92	2,15	3,43

Продовж. табл. Д.2

№ п/п	Назва елементів знань	t	K _{зк} , %	P _{рк, 2} · 10 ⁻	K _{зе} , %	P _{ре, 2} · 10 ⁻²	P _{α, 2} · 10 ⁻
64	термодинамічна рівновага	7,56	38,46	2,61	65,38	2,43	3,56
65	термодинамічний підхід до пояснення теплових явищ	5,30	38,46	2,61	57,69	2,52	3,63
66	термодинамічний стан системи	4,22	38,46	2,61	53,85	2,54	3,64
67	тиск парціальний	11,32	26,92	2,38	65,38	2,43	3,40
68	точка роси	8,97	46,15	2,67	76,92	2,15	3,43
69	Універсальна газова стала	5,49	53,85	2,67	73,08	2,26	3,50
70	фазові переходи	12,76	23,08	2,26	65,38	2,43	3,32
71	цикл Карно	6,50	30,77	2,47	53,85	2,54	3,55
		605,06	2973	181,50	5012	159,31	241,50

Умовні позначення: t – критерій Стьюдента, K_{зе} – коефіцієнт засвоєння знань у експериментальних груп у відсотках, P_{ре} · 10⁻² – допустима помилка у експериментальних групах, K_{зк} – коефіцієнт засвоєння знань у контрольних групах у відсотках, P_{рк} · 10⁻² – допустима помилка у контрольних групах, P_{ср} · 10⁻² – середня допустима помилка.

Таблиця Д.3

Показники знань учнів за результатами експериментального вивчення електродинаміки

№ п/п	Назва елементів знань	t	K _{зк} , %	P _{рк, 2} · 10 ⁻²	K _{зе} , %	P _{ре, 2} · 10 ⁻²	P _{α, 2} · 10 ⁻²
1	активний опір	5,30	42,31	2,65	61,54	2,48	3,63
2	вимушенні електромагнітні коливання	7,56	38,46	2,61	65,38	2,43	3,56
3	відносна магнітна проникність	4,21	42,31	2,65	57,69	2,52	3,66
4	газовий розряд	10,02	38,46	2,61	73,08	2,26	3,45
5	генератор змінного струму	6,42	42,31	2,65	65,38	2,43	3,59
6	діелектрики	6,44	34,62	2,55	57,69	2,52	3,59
7	діелектрична проникність	8,76	38,46	2,61	69,23	2,36	3,51
8	електризація	6,58	50	2,68	73,08	2,26	3,51
9	електричне поле	11,06	53,85	2,67	88,46	1,63	3,13
10	електричний заряд	5,39	50	2,68	69,23	2,36	3,57
11	електроемність	17,79	34,62	2,55	88,46	1,63	3,03
12	електромагнітна хвиля	10,02	38,46	2,61	73,08	2,26	3,45
13	електромагнітне поле	3,26	57,69	2,65	69,23	2,36	3,54
14	електрорушійна сила	8,83	42,31	2,65	73,08	2,26	3,48

Продовж. табл. Д.3

№ п/п	Назва елементів знань	t	K _{зк} , %	P _{рк} , ·10 ⁻²	K _{зе} , %	P _{ре} , ·10 ⁻²	P _α , ·10 ⁻²
15	енергія конденсатора	19,47	30,77	2,47	88,46	1,63	2,96
16	енергія магнітного поля	8,83	42,31	2,65	73,08	2,26	3,48
17	закон Джоуля-Ленца	8,97	46,15	2,67	76,92	2,15	3,43
18	закон електромагнітної індукції	7,84	50	2,68	76,92	2,15	3,44
19	закон Кулона	9,18	50	2,68	80,77	2,01	3,35
20	закон Ома для ділянки кола	10,12	69,23	2,47	96,15	0,98	2,66
21	закон Ома для повного кола	6,58	50	2,68	73,08	2,26	3,51
22	закони Фарадея	7,69	46,15	2,67	73,08	2,26	3,50
23	змінний електричний струм	11,28	34,62	2,55	73,08	2,26	3,41
24	коливальний контур	5,33	46,15	2,67	65,38	2,43	3,61
25	конденсатор	2,09	50	2,68	57,69	2,52	3,68
26	лінії магнітного поля	5,49	53,85	2,67	73,08	2,26	3,50
27	лінії напруженості	7,56	34,62	2,55	61,54	2,48	3,56
28	магнітна індукція	6,42	42,31	2,65	65,38	2,43	3,59
29	магнітне поле	7,60	42,31	2,65	69,23	2,36	3,54
30	напівпровідники	10,02	38,46	2,61	73,08	2,26	3,45
31	напруженість електричного поля	7,69	46,15	2,67	73,08	2,26	3,50
32	парамагнетики	9,97	34,62	2,55	69,23	2,36	3,47
33	питомий опір	5,84	61,54	2,61	80,77	2,01	3,29
34	повний опір кола	8,35	57,69	2,65	84,62	1,84	3,23
35	потенціал електричного поля	7,69	46,15	2,67	73,08	2,26	3,50
36	потік магнітної індукції	5,39	50	2,68	69,23	2,36	3,57
37	потужність електричного струму	5,49	53,85	2,67	73,08	2,26	3,50
38	правила Кірхгофа	8,74	34,62	2,55	65,38	2,43	3,52
39	правило Ленца	8,76	38,46	2,61	69,23	2,36	3,51
40	різниця потенціалів	11,28	34,62	2,55	73,08	2,26	3,41
41	самоіндукція	10,35	46,15	2,67	80,77	2,01	3,34
42	сила Ампера	12,68	34,62	2,55	76,92	2,15	3,34
43	сила Лоренца	8,83	42,31	2,65	73,08	2,26	3,48
44	сила струму	9,18	50	2,68	80,77	2,01	3,35
45	температурний коефіцієнт опору речовини	7,69	46,15	2,67	73,08	2,26	3,50
46	термоелектронна емісія	6,48	46,15	2,67	69,23	2,36	3,56
47	трансформатор	8,83	42,31	2,65	73,08	2,26	3,48
48	ферромагнетики	5,33	46,15	2,67	65,38	2,43	3,61
49	шкала електромагнітних коливань	6,73	53,85	2,67	76,92	2,15	3,43
50	явище самоіндукції	8,83	42,31	2,65	73,08	2,26	3,48
		410,21	2238	131,57	3635	111,04	172,50

Умовні позначення: t – критерій Стюдента, $K_{зе}$ – коефіцієнт засвоєння знань у експериментальних групах у відсотках, $P_{ре} \cdot 10^{-2}$ – допустима помилка у експериментальних групах, $K_{зк}$ – коефіцієнт засвоєння знань у контрольних групах у відсотках, $P_{рк} \cdot 10^{-2}$ – допустима помилка у контрольних групах, $P_{ср} \cdot 10^{-2}$ – середня допустима помилка.

Таблиця Д.4.

**Показники знань учнів за результатами
експериментального вивчення оптики**

№ п/п	Назва елементів знань	t	$K_{зк}, \%$	$P_{рк}, \cdot 10^{-2}$	$K_{зе}, \%$	$P_{ре}, \cdot 10^{-2}$	$P_{ср}, \cdot 10^{-2}$
1	абсолютний показник заломлення	12,62	30,77	2,47	73,08	2,26	3,35
2	внутрішній фотоефект	12,76	23,08	2,26	65,38	2,43	3,32
3	волоконна оптика	6,50	30,77	2,47	53,85	2,54	3,55
4	джерела світла	5,39	50	2,68	69,23	2,36	3,57
5	приймачі світла	7,69	46,15	2,67	73,08	2,26	3,50
6	дисперсія світла	8,97	46,15	2,67	76,92	2,15	3,43
7	дифракційна ґратка	6,42	42,31	2,65	65,38	2,43	3,59
8	дифракція світла	12,62	30,77	2,47	73,08	2,26	3,35
9	дослід Лебедєва	7,69	46,15	2,67	73,08	2,26	3,50
10	досліди Столетова	7,60	42,31	2,65	69,23	2,36	3,54
11	Ефект Комптона	8,88	26,92	2,38	57,69	2,52	3,47
12	закон Брюстера	2,08	46,15	2,67	53,85	2,54	3,69
13	закон відбивання світла	6,11	65,38	2,55	84,62	1,84	3,15
14	інтерференція світла	7,60	42,31	2,65	69,23	2,36	3,54
15	інтерферометр Майкельсона	12,64	26,92	2,38	69,23	2,36	3,35
16	квантові властивості світла	11,46	23,08	2,26	61,54	2,48	3,36
17	квантові генератори	7,62	30,77	2,47	57,69	2,52	3,53
18	корпускулярно-хвильовий дуалізм світла	4,22	38,46	2,61	53,85	2,54	3,64
19	лінза	10,65	50	2,68	84,62	1,84	3,25
20	люмінісценція	8,78	30,77	2,47	61,54	2,48	3,50
21	маса і енергія фотона	7,56	38,46	2,61	65,38	2,43	3,56
22	оптична сила лінзи	4,42	57,69	2,65	73,08	2,26	3,48
23	оптичні прилади та їх застосування	15,90	34,62	2,55	84,62	1,84	3,15
24	плоске та сферичне дзеркала	6,58	50	2,68	73,08	2,26	3,51
25	побудова зображень, одержаних за допомогою лінз	7,60	42,31	2,65	69,23	2,36	3,54
26	повне внутрішнє відбивання	14,06	26,92	2,38	73,08	2,26	3,28

Продовж. табл. Д.4

№ п/п	Назва елементів знань	t	K _{зк} , %	P _{рк} , ·10 ⁻²	K _{зе} , %	P _{ре} , ·10 ⁻²	P _α , ·10 ⁻²
27	поглинання і розсіювання світла	9,97	34,62	2,55	69,23	2,36	3,47
28	поляризація світла	6,41	38,46	2,61	61,54	2,48	3,60
29	поширення світла в різних середовищах	6,42	42,31	2,65	65,38	2,43	3,59
30	принцип Гюйгенса	13,31	15,38	1,93	57,69	2,52	3,18
31	принцип Гюйгенса-Френеля	10,47	19,23	2,11	53,85	2,54	3,31
32	проходження світла крізь призму	8,76	38,46	2,61	69,23	2,36	3,51
33	рівняння фотоефекту	11,32	26,92	2,38	65,38	2,43	3,40
34	розподільна здатність оптичних приладів	6,42	42,31	2,65	65,38	2,43	3,59
35	спектроскоп	9,97	34,62	2,55	69,23	2,36	3,47
36	стала Планка	8,97	46,15	2,67	76,92	2,15	3,43
37	тиск світла	11,28	34,62	2,55	73,08	2,26	3,41
38	умова максимуму	9,99	30,77	2,47	65,38	2,43	3,47
39	формула дифракційної ґратки	8,76	38,46	2,61	69,23	2,36	3,51
40	формула тонкої лінзи	8,97	46,15	2,67	76,92	2,15	3,43
41	фотоефект	14,06	26,92	2,38	73,08	2,26	3,28
		369,47	1535	103,7	2796	95,73	141,13

Умовні позначення: t – критерій Стьюдента, K_{зе} – коефіцієнт засвоєння знань у експериментальних груп у відсотках, P_{ре} ·10⁻² – допустима помилка у експериментальних групах, K_{зк} – коефіцієнт засвоєння знань у контрольних групах у відсотках, P_{рк} ·10⁻² – допустима помилка у контрольних групах, P_{ср} ·10⁻² – середня допустима помилка.

Таблиця Д.5.

Показники знань учнів за результатами експериментального вивчення атомної та квантової фізики

№ п/п	Назва елементів знань	t	K _{зк} , %	P _{рк} , ·10 ⁻²	K _{зе} , %	P _{ре} , ·10 ⁻²	P _α , ·10 ⁻²
1	Альфа- і бета-розпади	8,88	26,92	2,38	57,69	2,52	3,47
2	атомне ядро	5,41	30,77	2,47	50	2,55	3,55
3	види радіоактивного випромінювання	10,47	19,23	2,11	53,85	2,54	3,31
4	випромінювання світла атомами	9,99	30,77	2,47	65,38	2,43	3,47
5	елементарні частинки	7,56	38,46	2,61	65,38	2,43	3,56
6	енергетичні стани атома	7,69	46,15	2,67	73,08	2,26	3,50
7	енергія зв'язку атомного ядра	5,30	42,31	2,65	61,54	2,48	3,63
8	закон радіоактивного розпаду	5,39	50	2,68	69,23	2,36	3,57

Продовж. табл. Д.4

№ п/п	Назва елементів знань	t	K _{зк} , %	P _{рк} , ·10 ⁻²	K _{зе} , %	P _{ре} , ·10 ⁻²	P _α , ·10 ⁻²
9	ізотопи	8,74	34,62	2,55	65,38	2,43	3,52
10	ланцюгова реакція поділу ядер урану	11,46	23,08	2,26	61,54	2,48	3,36
11	методи реєстрації йонізуючого випромінювання	9,29	19,23	2,11	50	2,55	3,31
12	нуклони	10,81	15,38	1,93	50	2,55	3,20
13	отримання і застосування радіонуклідів	6,44	34,62	2,55	57,69	2,52	3,59
14	період напіврозпаду	9,29	19,23	2,11	50	2,55	3,31
15	поглинання світла атомами	12,76	23,08	2,26	65,38	2,43	3,32
16	постулати Бора	11,26	30,77	2,47	69,23	2,36	3,42
17	принцип Паулі	10,07	26,92	2,38	61,54	2,48	3,44
18	радіоактивність	14,08	30,77	2,47	76,92	2,15	3,28
19	рентгенівське випромінювання	11,85	46,15	2,67	84,62	1,84	3,25
20	спектральний аналіз	5,39	50	2,68	69,23	2,36	3,57
21	спонтанний поділ ядер	12,62	30,77	2,47	73,08	2,26	3,35
22	способи вивільнення ядерної енергії	7,62	30,77	2,47	57,69	2,52	3,53
23	стійкість ядер	11,32	26,92	2,38	65,38	2,43	3,40
24	термоядерні реакції	12,68	34,62	2,55	76,92	2,15	3,34
25	ядерна енергетика та екологія	1,04	50	2,68	53,85	2,54	3,70
26	ядерна модель атома	10,35	46,15	2,67	80,77	2,01	3,34
27	ядерний реактор	7,56	34,62	2,55	61,54	2,48	3,56
28	ядерні реакції	6,44	34,62	2,55	57,69	2,52	3,59
29	ядерні сили	7,62	30,77	2,47	57,69	2,52	3,53
		259,36	958	71,31	1842	69,72	99,72

Умовні позначення: t – критерій Стьюдента, K_{зе} – коефіцієнт засвоєння знань у експериментальних груп у відсотках, P_{ре} · 10⁻² – допустима помилка у експериментальних групах, K_{зк} – коефіцієнт засвоєння знань у контрольних групах у відсотках, P_{рк} · 10⁻² – допустима помилка у контрольних групах, P_{ср} · 10⁻² – середня допустима помилка.

Додаток Е

Будова лабораторної установки для дослідження явища дисперсії

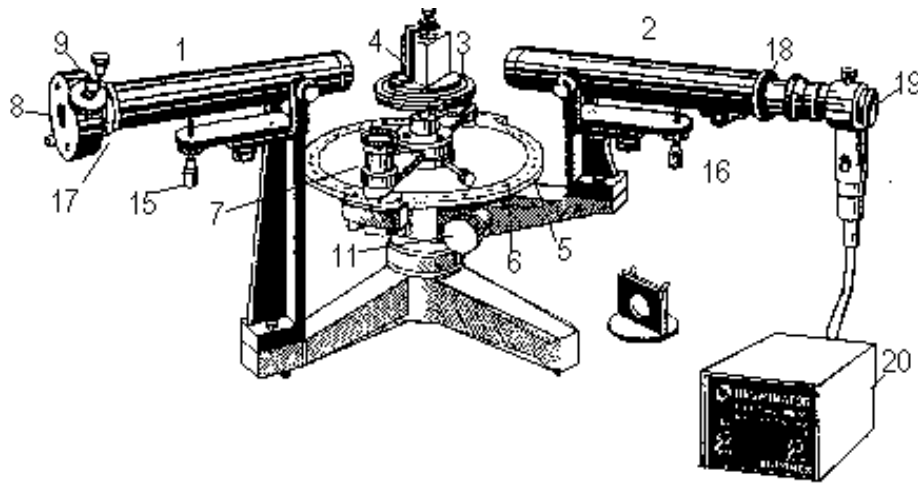


Рис. Е.1. Експериментальна установка

Прилади та матеріали: 1 – коліматор; 2 – зорова труба; 3 – столик для установки спектрального приладу; 4 – спектральний прилад; 5 – проградуєований обертовий диск; 6 – відлікова шкала; 7 – лупа для підрахунку показів; 8 – щілина коліматора; 9 – регулювання ширини щілини; 10 – окуляр; 11 – стопорний гвинт; 12 – гвинт регулювання висоти; 13 – стопорний гвинт зоровий труби; 14 – регулювання тонкого налаштування коліматора; 15 – гвинт регулювання коліматора по висоті; 16 – гвинт регулювання зорової труби по висоті; 17 – регулювання різкості коліматора; 18 – регулювання різкості зорової труби; 19 – досліджувана лампа; 20 – джерело живлення лампи.

Додаток Ж. Складові експериментальної компетентності

Таблиця Ж.1

Складові експериментальної компетентності

Проектно-технологічна компетентність
здатність до аналізу і синтезу фізичних явища
здатність до організації планування експерименту
Грунтовні базові знання з механіки
грунтовні уміння працювати з приладами з механіки,
навички постановки дослідження
готовність до розв'язання проблем механічних явищ
Інформаційно-комунікаційна компетентність
<i>створювати інформаційні об'єкти з механіки та управляти ними</i>
<i>комп'ютерні уміння управляти експериментом</i>
<i>уміння управляти інформацією</i>
<i>висувати, перевіряти навчально-пізнавальні гіпотези</i>
Предметна компетентність
здатність до застосування знань з механіки на практиці
володіння дослідницькими уміннями
готовність навчатись впродовж життя
здатність адаптування до нових ситуацій
здатність породжувати нові ідеї (креативність)
має навички лідерства в постановці дослідів
здатність самостійно ставити експеримент
розробка та управління проектом експерименту
критичність мислення
турбота про якість постановки дослідів
прагнення досягти успіху в дослідженні
наявність ціннісних орієнтацій механічних явища

Додаток 3

Характеристики гелієвого випромінювання

Таблиця 3.1

Характеристики гелієвого випромінювання

Колір лінії	Довжина хвилі, нм	Перехід	Відносна інтенсивність
1. Червоний	706,5	$3^3s \rightarrow 2^1p$	5
2. Червоний	667,8	$3^1d \rightarrow 2^1p$	6
3. Червоний	656,0	парагелій	4 -6
4. Жовтий	587,6	$3^3d \rightarrow 2^3p$	10
5 Зелений	504,8	$4^1s \rightarrow 2^1p$	2
6. Зелений	492,2	$4^1d \rightarrow 2^1p$	4
7. Голубий	471,3	$4^3s \rightarrow 2^3p$	3
8. Голубий	447,1	$4^3d \rightarrow 2^3p$	6
9. Голубий	438,8	$5^1d \rightarrow 2^1p$	3
10. Фіолетовий	414,4	$6^1d \rightarrow 2^1p$	2
11. Фіолетовий	412,1	$5^3s \rightarrow 2^3p$	3
12. Фіолетовий	402,6	$5^3d \rightarrow 2^3p$	5
13. Фіолетовий	396,5	$4^1p \rightarrow 2^1i$	4
14. Фіолетовий	388,9	$3^3p \rightarrow 2^3i$	10

Додаток К.

Експертна оцінка методичного забезпечення навчального фізичного експерименту засобами вимірювального комплексу «РНУWE» (фізика)

Додаток К.1

Перелік навчальних закладів, в яких проведено дослідження експериментального навчального середовища

Таблиця К.1.

Перелік навчальних закладів, в яких проведено дослідження експериментального навчального середовища

№	Назва навчального закладу	Область	Примітка
1	«Навчально-виховне об'єднання №6 «Спеціалізована загальноосвітня школа I-III ступенів, центр естетичного виховання «Натхнення» Кіровоградської міської ради	Кіровоградська	
2	Клинцівської загальноосвітньої школи I-III ступенів Кіровоградської районної ради	Кіровоградська	
3	Добровеличківської спеціалізованої загальноосвітньої школи-інтернат I-III ступенів Кіровоградської обласної ради	Кіровоградська	
4	Злинської загальноосвітньої школи №2 I-III ступенів Маловисківської районної ради	Кіровоградська	
5	Злинської загальноосвітньої школи №1 I-III ступенів Маловисківської районної ради	Кіровоградська	
6	Петрівської загальноосвітньої школи I-III ступенів Новоукраїнської ради	Кіровоградська	
7	Стецівського навчально-виховного комплексу «Дошкільний навчальний заклад загальноосвітня школа I-III ступенів» Чигиринської районної ради	Кіровоградська	
8	Помічянської загальноосвітньої школи I-III ступенів №3 Добровеличківської районної державної адміністрації	Кіровоградська	

Продовж. табл. К.1.1

№	Назва навчального закладу	Область	Примітка
9	Гнатівської загальноосвітньої школи I-III ступенів Добровеличківської районної державної адміністрації	Кіровоградська	
10	Помічнлянської загальноосвітньої школи I-III ступенів №2 Добровеличківської районної державної адміністрації	Кіровоградська	
11	Чорнопольського навчально-виховного комплексу «Загальноосвітня школа I-III ступенів – Дошкільний навчальний заклад» Добровеличківської районної державної адміністрації	Кіровоградська	
12	Богданівської загальноосвітньої школи I-III ступенів №1 ім. І.Г.Ткаченка Знам'янської районної ради	Кіровоградська	
13	Маловисківської загальноосвітньої школи I-III ступенів Маловисківської районної ради	Кіровоградська	
14	Липовеньківської загальноосвітньої школи I-III ступенів Голованівської районної ради	Кіровоградська	
15	Рівнянської загальноосвітньої школи I-III ступенів №2 Новоукраїнської районної ради	Кіровоградська	

Додаток К.2

Анкета експерта

АНКЕТА ЕКСПЕРТА

Назва установи _____

Прізвище, ім'я, по-батькові _____

Посада _____

Вчений ступінь, звання _____

Науково-педагогічний стаж _____

Місце проведення експертизи _____

I. Визначте оцінку відносної важливості кожної з вимог окремо в балах від 0 до 100 щодо методики формування експериментальних компетентностей старшокласників при запровадженні новітнього обладнання «PHUWE» у навчально-виховний процес.

ВИМОГИ	Оцінка відносної важливості			
	Методичне забезпечення виконання лабораторних робіт з механіки із новітнім обладнанням «РНУВЕ»	Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з оптики, термодинаміки та атомної фізики із новітнім обладнанням «РНУВЕ»	Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з електрики та магнетизму із новітнім обладнанням «РНУВЕ»	Посібник користувача комплексу «Фізичне обладнання для виконання дослідів з механіки»
Дидактичні				
Інформаційні				
Науково-технічні				
Відповідності змісту навчального матеріалу				

II. Підкресліть необхідні числові значення у шкалі оцінок джерел аргументації з даної проблеми.

Джерело аргументації	Ступінь впливу джерела		
	Висока	Середня	Низька
Проведено теоретичний аналіз	0,3	0,2	0,1
Виробничий досвід	0,5	0,4	0,2
Узагальнення робіт вітчизняних авторів	0,05	0,05	0,05
Узагальнення робіт зарубіжних авторів	0,05	0,05	0,05
Особисте знайомство зі станом справ за кордоном	0,05	0,05	0,05
Інтуїція	0,05	0,05	0,05

III. Вкажіть ступінь знайомства з обговорюваною проблемою за шкалою: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Підпис _____

ДЯКУЄМО ЗА УЧАСТЬ В ЕКСПЕРТИЗИ!

Зворотній бік анкети

До методичного комплексу входять:

1. Методичне забезпечення виконання лабораторних робіт з механіки із новітнім обладнанням «РНУВЕ»: *подано методичні рекомендації щодо виконання лабораторних робіт з механіки із новітнім обладнанням.*

2. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з оптики, термодинаміки та атомної фізики із новітнім обладнанням «РНУВЕ»: *розкриває зміст лабораторних робіт з оптики, термодинаміки та атомної фізики у відповідності до діючої програми шкільного курсу фізики.*

3. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з електрики та магнетизму із новітнім обладнанням «РНУВЕ»: *розкриває зміст фронтальних робіт з даного розділу фізики у відповідності до діючої програми.*

4. В посібнику користувача комплексу «Фізичне обладнання для виконання дослідів з механіки» наведено методичні основи виконання фізичних дослідів з механіки.

ДОДАТОК К. 3.

Експертні оцінки та їх ранги, щодо відносної важливості вимог до методики формування експериментальних компетентностей старшокласників при запровадженні новітнього обладнання «РНУВЕ» у навчально-виховний процес

Таблиця К.3.1

Експертні оцінки та їх ранги								
Методичне забезпечення виконання лабораторних робіт з механіки із новітнім обладнанням «РНУВЕ»								
№ з\п	Дидактичні вимоги	R_1	Інформаційні вимоги	R_2	Науково-технічні вимоги	R_3	Відповідність змісту навчального матеріалу	R_4
1	95	2,5	92	2	98	2	90	3
2	85	2	90	2	100	2	80	4
3	90	1,5	95	1	99	2,5	100	1,5
4	100	2	93	1,5	99	2	93	2
5	90	1,5	83	2	97	1,5	100	1
6	80	2,5	85	2,5	99	2	100	2,5
7	85	3	75	3	95	3	93	2,5
8	95	3	85	3	97	2,5	87	2
9	90	1	79	2,5	99	2,5	99	2
10	100	2	100	3	98	2	85	1,5
11	75	3	79	4	98	2,5	95	1,5
12	100	2,5	100	2	95	3	100	1,5
13	100	1	89	3,5	95	3	95	1
14	80	4	100	2	98	2,5	100	2,5
15	70	3	94	3	99	3	93	1,5
16	92	1	70	4	98	2	100	2
17	100	1	80	2,5	99	3	90	2
18	80	3	80	4	95	3	90	2,5
19	100	1	86	4	96	2,5	91	2
20	100	1,5	79	3	98	3	98	2
21	100	1	84	2	98	2	100	1
22	84	1	100	2	99	3	93	2,5
23	100	1	83	3	99	2,5	90	2,5
24	90	2,5	91	3	99	2,5	100	2
25	100	2,5	100	1	99	3	90	1
26	89	2	95	2	95	4	100	2
27	90	1,5	79	3	100	3	94	1,5

Продовж. табл.К.3.1

№ з\п	Дидактичні вимоги	R_1	Інформаційні вимоги	R_2	Науково-технічні вимоги	R_3	Відповідність змісту навчального матеріалу	R_4
28	92	1	100	1	95	3	90	2,5
29	100	1	90	2,5	97	4	100	2,5
30	94	3	95	4	99	2,5	100	2
31	100	1	90	3	96	2,5	99	1,5
32	87	2	79	3	96	1	100	1
33	95	3	100	1	95	4	100	3
34	80	2,5	80	1	99	3	98	1
35	89	3	78	3	100	2	100	2
36	80	2	83	3	98	3	92	2
37	80	2,5	84	3	99	2	91	1,5
38	85	2	87	2,5	99	3	100	1
39	79	3	79	3	97	3	99	2
40	79	3	90	3	98	2,5	92	2
41	80	3	87	4	98	2	100	1
42	100	3	80	3	99	2,5	95	2,5
43	78	2,5	94	3	90	2	90	2
44	70	3	90	2	100	2	80	1
45	98	2,5	96	2,5	97	3	92	1
46	75	2	100	3	99	2,5	100	2
47	85	3	99	3	98	3	98	1,5
48	80	2,5	83	3	97	1	90	2
49	100	1	93	4	100	2	92	2
50	89	2,5	91	2,5	99	4	98	2
51	95	3	80	3	100	2,5	92	1
52	85	3	88	3	97	3	93	2,5
53	78	2,5	100	1	99	3	95	2
54	90	2,5	79	3	95	2,5	83	2
55	83	2,5	85	2,5	99	2	90	2,5
56	85	3	100	1	99	4	100	2
57	99	1	92	2	97	3	95	2
58	94	2,5	92	2,5	95	2,5	99	3
59	89	2,5	98	2	97	1	95	3
60	77	3	94	2,5	99	2	95	2,5
61	89	2,5	95	1,5	100	2	100	1,5
62	95	1	87	2	97	2	95	2
63	78	3	100	2,5	98	3	89	3
64	90	1,5	100	1	98	2	90	3
65	100	1	86	3	100	2	100	2,5
66	100	1	94	2	100	2,5	90	2
67	93	1,5	90	3	93	4	100	1
68	88	1	85	3	99	3	98	1,5
69	86	1,5	90	2	100	2,5	93	2,5
70	90	1	91	2	98	1	100	2
71	85	2	90	2	98	3	90	2

Продовж. табл.К.3.1

№ з/п	Дидактичні вимоги	R_1	Інформаційні вимоги	R_2	Науково-технічні вимоги	R_3	Відповідність змісту навчального матеріалу	R_4
72	83	2	95	2	97	2	86	2,5
73	96	2,5	90	2,5	100	1,5	93	1,5
74	100	1,5	99	2,5	98	2,5	92	1,5
	6603	156	6614	187	7239	187,5	6995	145
Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з оптики, термодинаміки та атомної фізики із новітнім обладнанням «РНУВЕ»								
№ з/п	Дидактичні вимоги	R_1	Інформаційні вимоги	R_2	Науково-технічні вимоги	R_3	Відповідності змісту навчального матеріалу	R_4
1	82	2	92	2,5	97	3	100	3
2	70	3	84	3	98	3	100	1
3	100	2,5	100	2,5	98	2,5	90	2
4	95	2,5	94	2	98	2,5	89	1,5
5	85	3	93	2	100	1,5	95	1,5
6	80	3	93	3	98	3	100	1,5
7	80	3	77	3	99	2	85	4
8	72	3	74	3	99	3	90	1,5
9	85	4	80	2	98	2,5	100	1,5
10	92	2	100	2	99	2,5	90	2
11	93	2,5	90	2,5	99	3	100	2
12	90	2,5	80	2,5	99	3	90	3
13	100	3	90	2	99	2,5	95	2,5
14	100	2,5	74	3	99	3	100	1,5
15	83	3,5	90	2,5	99	4	80	3
16	90	2	80	2	98	3	100	1
17	80	2,5	90	2	98	3	95	3
18	90	2	85	2,5	100	3	90	2,5
19	75	3	90	3	99	2,5	94	1,5
20	91	2,5	89	3	98	2,5	100	2
21	85	2,5	79	3,5	99	3	89	1,5
22	92	2	95	3	98	2	100	2
23	92	1,5	90	2,5	99	3,5	99	1,5
24	93	3	90	2,5	97	3	99	2
25	100	1,5	96	2,5	99	2,5	91	2,5
26	91	2,5	100	2	97	4	89	1,5
27	89	2	90	2,5	97	2	100	2
28	100	1,5	98	1	99	2,5	100	1,5
29	94	2	100	1	95	2	95	2
30	98	1	95	2	94	4	99	1
31	96	3	90	3	95	2,5	88	1,5

Продовж. табл. К.3.1

№ з/п	Дидактичні вимоги	R_1	Інформаційні вимоги	R_2	Науково-технічні вимоги	R_3	Відповідності змісту навчального матеріалу	R_4
32	80	4	79	3	99	3	100	1
33	85	3	84	2,5	99	3	97	2
34	100	2	90	2,5	99	2,5	100	2,5
35	100	1,5	94	1,5	99	1,5	100	2
36	92	2,5	89	3	99	2	90	2
37	90	4	84	2	98	2	98	1,5
38	90	2,5	95	1,5	98	2	100	1
39	84	3	86	4	98	3	97	2
40	90	2	85	3,5	99	1,5	90	2,5
41	85	3	93	2	98	2,5	81	2
42	87	2,5	96	1,5	97	3	86	1,5
43	80	2	96	2	91	1	97	1,5
44	75	4	89	3	100	2,5	99	2
45	84	3	88	3	98	3	93	1,5
46	90	2	90	2,5	98	2,5	100	2
47	100	2	100	2	99	1,5	99	1,5
48	88	3	100	3	99	2,5	98	2
49	89	2	90	2,5	99	2,5	100	2
50	94	2	80	3	99	3	90	1
51	100	2	86	1	97	3,5	95	1,5
52	80	4	90	1,5	100	1,5	100	2
53	85	3	85	2,5	99	2	100	2,5
54	93	2,5	89	2,5	99	2	98	1,5
55	100	1	95	2,5	99	2	90	2,5
56	80	4	85	1,5	98	3	89	2
57	75	3	98	1,5	99	2,5	100	2
58	90	2,5	83	2,5	100	2	95	1
59	87	1	87	2	99	2,5	94	2,5
60	87	3	94	2	98	3	90	2,5
61	76	3	90	2,5	98	2,5	100	1,5
62	90	2	93	2,5	98	1,5	89	1
63	85	2,5	90	3	100	1,5	94	2
64	82	3	89	3	98	2,5	92	1
65	70	3	93	2,5	100	1	90	2,5
66	82	3	89	2	99	2,5	98	2
67	89	2,5	92	2,5	100	2	94	1,5
68	93	3	100	1	99	2,5	100	1
69	86	3	100	1,5	100	1,5	100	2
70	93	2,5	89	2,5	99	1,5	90	1,5
71	89	3	85	2	98	3	95	1,5
72	78	3	80	2,5	99	2,5	100	1

Продовж. табл. К.3.1

№ з\п	Дидактичні вимоги	R ₁	Інформаційні вимоги	R ₂	Науково-технічні вимоги	R ₃	Відповідність змісту навчального матеріалу	R ₄
73	75	2,5	100	2,5	99	1	97	2
74	82	3	88	1,5	100	1,5	100	2,5
	6493	191,5	6646	174,5	7280	181,5	7037	137
Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з електрики та магнетизму із новітнім обладнанням «РНУВЕ»								
1	100	2	95	2,5	98	3	93	2,5
2	90	2,5	95	1,5	98	2	100	2
3	80	3	90	3	98	3	87	2
4	90	1,5	75	3	99	3	100	1
5	88	2	80	2	96	2,5	100	2
6	90	2,5	86	1,5	95	2,5	90	2,5
7	94	2	93	2,5	99	2	100	1
8	94	2	100	1,5	99	1,5	100	1,5
9	92	2,5	100	1,5	99	3	90	2
10	85	3	86	3	99	4	95	1,5
11	80	4	75	4	99	3,5	80	3
12	89	2,5	91	3	95	2,5	100	1
13	100	2	85	2,5	95	2	100	1,5
14	91	2	90	2,5	95	2	99	2
15	85	2,5	80	2	100	2,5	100	1,5
16	70	3	77	3	99	3	100	2
17	72	3	80	2,5	99	3,5	85	4
18	100	1,5	75	3	99	3	80	3,5
19	90	2,5	90	2,5	99	1,5	96	2
20	77	1,5	85	2	95	1	87	2
21	80	2	90	2	99	3	80	2,5
22	85	2	88	1,5	95	2,5	90	2
23	80	2,5	92	2	99	3	100	1
24	86	2	100	2	95	3	100	1,5
25	90	2	89	2	95	1	95	2,5
26	92	3	95	2,5	98	2	98	2,5
27	89	3	90	2	98	3	99	1,5
28	100	2	94	2	100	3	100	1,5
29	90	2,5	89	3	95	2	100	1
30	90	2	100	2	98	1,5	80	3
31	100	1	90	3	95	2,5	97	2,5
32	100	2	100	2	98	2	85	2
33	90	1	90	1,5	100	1,5	95	1,5
34	91	2	100	1,5	97	2	97	1,5
35	89	3	90	2	98	1,5	89	4
36	87	2,5	91	3	100	1	80	1,5
37	89	3	90	2,5	96	1	89	2
38	85	1,5	100	1,5	99	1,5	90	1

Продовж. табл.К.3.1

№ з\п	Дидактичні вимоги	R_1	Інформаційні вимоги	R_2	Науково-технічні вимоги	R_3	Відповідність змісту навчального матеріалу	R_4
39	100	2	95	2	99	2	100	2
40	90	2,5	90	2	99	1,5	100	1
41	94	2	89	3	99	1,5	99	1,5
42	90	2,5	90	2,5	100	2	89	1
43	100	3	84	1,5	99	2	98	1,5
44	78	3	90	2,5	99	1,5	97	1
45	82	2,5	95	2,5	98	2	90	2
53	79	3,5	85	3	100	1	97	1,5
54	80	2	82	2	100	1	90	3
55	78	2	94	1,5	99	2,5	100	1,5
56	84	3	92	1,5	99	2	95	2,5
57	97	1,5	90	2	99	3	85	3
58	90	2,5	88	1,5	99	1,5	90	2,5
59	84	2	86	3	99	2	100	1
60	90	2	80	1,5	98	1	100	1,5
61	100	1	100	2	98	2	90	2
62	100	3	92	2,5	100	2	99	1
63	90	1,5	80	3	99	3	100	2
64	90	2	85	3	98	1,5	100	1
65	95	2	85	2	99	3	89	2
66	100	1,5	80	2,5	97	3	90	2,5
67	98	2	90	1,5	99	2	90	2,5
68	90	3	86	2	98	3	87	3
69	100	2,5	91	1	99	3	90	2
70	79	3	86	2,5	97	3,5	100	1,5
71	86	2,5	90	2	97	2,5	88	2
72	80	3,5	100	1,5	95	2	90	2
73	86	3	90	2,5	100	1,5	100	1
74	83	3	84	3	96	2	92	1,5
	6604	170,5	6628	163	7188	165,5	6916	143,5
Посібник користувача комплекту «Фізичне обладнання для виконання дослідів з механіки»								
1	90	3,5	90	2,5	99	1,5	90	2,5
2	80	3	76	3	97	3	90	1,5
3	100	1	84	3	98	3	100	2
4	90	2	100	2	99	2,5	100	2
5	100	1	90	2,5	98	2,5	90	2
6	90	1,5	80	3	99	3	90	2
7	75	4	75	3	98	3	80	3
8	85	3	70	2	99	4	95	1
9	90	2,5	80	1,5	98	2	100	2
10	95	2	100	3	100	2,5	90	2
11	90	3	100	2	100	2	100	2

Продовж. табл.К.3.1

№ з\п	Дидактичні вимоги	R_1	Інформаційні вимоги	R_2	Науково-технічні вимоги	R_3	Відповідність змісту навчального матеріалу	R_4
12	80	3	90	1	99	2	85	3
13	95	2,5	100	1,5	99	1	75	2,5
14	100	1,5	90	2	99	3	100	1
15	90	2,5	85	4	98	2	80	3
16	80	1	90	3	99	2	100	1
17	90	2	60	3	98	1,5	90	3
18	90	2	80	3	98	2	78	1
19	100	1	90	2	99	3	100	2
20	90	2,5	85	2,5	99	3	80	1,5
21	95	1,5	90	2,5	99	2,5	80	3
22	88	2	75	1,5	98	2,5	87	2,5
23	90	2	70	1	97	1,5	85	2,5
24	88	1,5	95	2	99	2	100	1,5
25	90	1	87	4	99	1,5	90	1
26	100	2	90	2,5	99	1,5	100	1
27	95	1,5	90	1	99	1,5	94	3
28	90	2,5	90	2	99	3	89	1
29	85	1	78	3	98	3	100	2
30	90	2	93	1,5	100	3	80	2,5
31	100	1	100	2	100	2,5	85	1,5
32	100	2,5	95	1,5	100	2	85	3
33	98	1,5	92	2	99	2,5	100	1
34	89	3	89	3	100	3	89	2
35	80	3,5	85	2,5	100	3	89	2
36	85	3	87	2,5	99	2,5	100	1
37	85	3	90	3	100	2,5	95	1,5
38	90	2,5	94	2,5	100	2,5	80	2,5
39	100	1	90	3	99	3	90	2
40	100	1	100	2	100	2,5	100	1
41	100	2	100	2,5	98	3	89	2,5
42	96	1,5	80	2,5	98	3,5	100	2
43	90	2,5	95	1	99	2,5	100	1
44	85	3	84	2	99	3	90	2
45	78	3	90	1	98	3	100	2,5
46	90	2,5	85	2	100	3	80	3
47	100	2	90	2	99	2,5	95	2,5
48	80	4	84	2,5	98	3	95	1,5
49	85	1,5	100	1	99	3	100	1
50	85	3	90	2,5	98	2,5	100	2
51	80	3	80	2	98	2,5	98	1,5
52	100	1	95	2,5	97	1,5	94	1,5

Продовж. табл.К.3.1

№ з\п	Дидактичні вимоги	R_1	Інформаційні вимоги	R_2	Науково-технічні вимоги	R_3	Відповідність змісту навчального матеріалу	R_4
53	91	1,5	90	1	100	3	90	3
54	100	2	100	2	100	1,5	79	2
55	98	1,5	91	1,5	97	3	80	3
56	100	1,5	85	1	99	2,5	100	1
57	90	2	100	2,5	100	2	99	1
58	95	2	99	1	99	2	100	2
59	89	3	80	3	99	1	90	2,5
60	90	2	95	1,5	98	3,5	100	1
61	90	2	79	2	97	3	95	2
62	89	3	90	1	99	3	90	2
63	86	2	95	2	99	2,5	100	1
64	80	3,5	100	2	99	3	90	2
65	100	2	76	2,5	99	1,5	95	1,5
66	90	2	90	3	99	3	100	1
67	90	1,5	95	2,5	100	2	100	2
68	85	1,5	90	3	99	2,5	90	1,5
69	95	1	87	2,5	99	3	87	2
70	90	1,5	95	2	98	3	90	1
71	100	2	80	3	99	2,5	90	2
72	92	1,5	78	3	99	4	89	1
73	90	1	74	2	99	2,5	88	2
74	100	1,5	89	2,5	97	2	100	1,5
	6737	154	6526	164,5	7321	185,5	6814	138,5

ДОДАТОК К.4

Дані про визначення коефіцієнта конкордації експертних оцінок

Таблиця К.4.1

Методичне забезпечення виконання лабораторних робіт з механіки із новітнім обладнанням «РНУВЕ»

№ з\п	R_1	R_2	R_3	R_4	L_1	T_1	T_i	№ з\п	R_1	R_2	R_3	R_4	L_1	T_1	T_i
1	2,5	2	2	3	1	0	0	38	2	2,5	3	1	0	2	6
2	2	2	2	4	0	2	6	39	3	3	3	2	1	2	6
3	1,5	1	2,5	1,5	1	2	6	40	3	3	2,5	2	1	2	6
4	2	1,5	2	2	1	0	0	41	3	4	2	1	0	2	6
5	1,5	2	1,5	1	0	2	6	42	3	3	2,5	2,5	1	2	6
6	2,5	2,5	2	2,5	1	2	6	43	2,5	3	2	2	0	0	0
7	3	3	3	2,5	1	3	24	44	3	2	2	1	1	2	6
8	3	3	2,5	2	1	3	24	45	2,5	2,5	3	1	1	2	6

Продовж. табл. К.4.1

№ з\п	R_1	R_2	R_3	R_4	L_1	T_1	T_i	№ з\п	R_1	R_2	R_3	R_4	L_1	T_1	T_i
9	1	2,5	2,5	2	1	2	6	46	2	3	2,5	2	1	2	6
10	2	3	2	1,5	0	2	6	47	3	3	3	1,5	1	2	6
11	3	4	2,5	1,5	1	2	6	48	2,5	3	1	2	1	2	6
12	2,5	2	3	1,5	1	2	6	49	1	4	2	2	1	2	6
13	1	3,5	3	1	1	2	6	50	2,5	2,5	4	2	0	0	0
14	4	2	2,5	2,5	1	2	6	51	3	3	2,5	1	1	2	6
15	3	3	3	1,5	1	3	24	52	3	3	3	2,5	1	2	6
16	1	4	2	2	0	0	0	53	2,5	1	3	2	1	2	6
17	1	2,5	3	2	1	2	6	54	2,5	3	2,5	2	2	4	12
18	3	4	3	2,5	0	0	0	55	2,5	2,5	2	2,5	0	0	0
19	1	4	2,5	2	0	2	6	56	3	1	4	2	1	2	6
20	1,5	3	3	2	1	2	6	57	1	2	3	2	1	2	6
21	1	2	2	1	1	3	24	58	2,5	2,5	2,5	3	2	4	12
22	1	2	3	2,5	1	2	6	59	2,5	2	1	3	0	0	0
23	1	3	2,5	2,5	0	0	0	60	3	2,5	2	2,5	2	4	12
24	2,5	3	2,5	2	1	2	6	61	2,5	1,5	2	1,5	0	3	24
25	2,5	1	3	1	1	2	6	62	1	2	2	2	2	4	12
26	2	2	4	2	1	2	6	63	3	2,5	3	3	2	4	12
27	1,5	3	3	1,5	1	2	6	64	1,5	1	2	3	1	2	6
28	1	1	3	2,5	1	2	6	65	1	3	2	2,5	2	4	12
29	1	2,5	4	2,5	1	3	24	66	1	2	2,5	2	1	2	6
30	3	4	2,5	2	0	0	0	67	1,5	3	4	1	1	2	6
31	1	3	2,5	1,5	1	3	6	68	1	3	3	1,5	2	4	12
32	2	3	1	1	1	2	6	69	1,5	2	2,5	2,5	1	2	6
33	3	1	4	3	1	2	6	70	1	2	1	2	1	2	6
34	2,5	1	3	1	1	3	24	71	2	2	3	2	1	3	24
35	3	3	2	2	1	2	24	72	2	2	2	2,5	1	2	6
36	2	3	3	2	1	2	6	73	2,5	2,5	1,5	1,5	1	2	6
37	2,5	3	2	1,5	0	0	0	74	1,5	2,5	2,5	1,5	1	0	0

Таблиця К.4.2

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з оптики, термодинаміки та атомної фізики із новітнім обладнанням «PHYWE»

№ з\п	R_1	R_2	R_3	R_4	L_1	T_1	T_i	№ з\п	R_1	R_2	R_3	R_4	L_1	T_1	T_i
1	2	2,5	3	3	1	0	0	38	2,5	1,5	2	1	2,5	3	24
2	3	3	3	1	1	2	6	39	3	4	3	2	3	2	6

Продовж. табл. К.4.2

№ з\п	R_1	R_2	R_3	R_4	L_1	T_1	T_i	№ з\п	R_1	R_2	R_3	R_4	L_1	T_1	T_i
3	2,5	2,5	2,5	2	1	2	6	40	2	3,5	1,5	2,5	2	3	24
4	2,5	2	2,5	1,5	1	2	6	41	3	2	2,5	2	3	0	0
5	3	2	1,5	1,5	2	4	12	42	2,5	1,5	3	1,5	2,5	0	0
6	3	3	3	1,5	1	3	24	43	2	2	1	1,5	2	2	6
7	3	3	2	4	2	4	12	44	4	3	2,5	2	4	2	6
8	3	3	3	1,5	1	3	24	45	3	3	3	1,5	3	2	6
9	4	2	2,5	1,5	1	2	6	46	2	2,5	2,5	2	2	2	6
10	2	2	2,5	2	1	2	6	47	2	2	1,5	1,5	2	0	0
11	2,5	2,5	3	2	1	2	6	48	3	3	2,5	2	3	2	6
12	2,5	2,5	3	3	2	4	12	49	2	2,5	2,5	2	2	0	0
13	3	2	2,5	2,5	1	2	6	50	2	3	3	1	2	2	6
14	2,5	3	3	1,5	0	4	12	51	2	1	3,5	1,5	2	0	0
15	3,5	2,5	4	3	1	2	6	52	4	1,5	1,5	2	4	3	12
16	2	2	3	1	1	2	6	53	3	2,5	2	2,5	3	0	0
17	2,5	2	3	3	0	0	0	54	2,5	2,5	2	1,5	2,5	2	6
18	2	2,5	3	2,5	2	4	12	55	1	2,5	2	2,5	1	2	6
19	3	3	2,5	1,5	1	2	6	56	4	1,5	3	2	4	0	0
20	2,5	3	2,5	2	1	2	6	57	3	1,5	2,5	2	3	2	6
21	2,5	3,5	3	1,5	2	4	12	58	2,5	2,5	2	1	2,5	2	6
22	2	3	2	2	2	4	12	59	1	2	2,5	2,5	1	2	6
23	1,5	2,5	3,5	1,5	0	0	0	60	3	2	3	2,5	3	4	12
24	3	2,5	3	2	1	2	6	61	3	2,5	2,5	1,5	3	2	6
25	1,5	2,5	2,5	2,5	0	2	6	62	2	2,5	1,5	1	2	2	6
26	2,5	2	4	1,5	0	0	0	63	2,5	3	1,5	2	2,5	3	24
27	2	2,5	2	2	1	3	24	64	3	3	2,5	1	0	0	0
28	1,5	1	2,5	1,5	2	4	12	65	3	2,5	1	2,5	2	4	12
29	2	1	2	2	1	2	6	66	3	2	2,5	2	1	2	6
30	1	2	4	1	1	2	6	67	2,5	2,5	2	1,5	1	2	6
31	3	3	2,5	1,5	2	4	12	68	3	1	2,5	1	1	3	24
32	4	3	3	1	1	2	6	69	3	1,5	1,5	2	0	0	0
33	3	2,5	3	2	0	0	0	70	2,5	2,5	1,5	1,5	1	2	6
34	2	2,5	2,5	2,5	2	4	12	71	3	2	3	1,5	1	2	6
35	1,5	1,5	1,5	2	1	2	6	72	3	2,5	2,5	1	1	2	6
36	2,5	3	2	2	1	2	6	73	2,5	2,5	1	2	1	2	6
37	4	2	2	1,5	1	2	6	74	3	1,5	1,5	2,5	0	0	0

Таблиця К.4.3

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з електрики та магнетизму із новітнім обладнанням «РНУВЕ»

№ з\п	R_1	R_2	R_3	R_4	L_1	T_1	T_i	№ з\п	R_1	R_2	R_3	R_4	L_1	T_1	T_i
1	2	2,5	3	2,5	1	2	6	38	1,5	1,5	1,5	1	1	0	0
2	2,5	1,5	2	2	1	4	12	39	2	2	2	2	1	2	6
3	3	3	3	2	1	2	6	40	2,5	2	1,5	1	0	0	0
4	1,5	3	3	1	2	4	12	41	2	3	1,5	1,5	0	2	6
5	2	2	2,5	2	1	2	6	42	2,5	2,5	2	1	1	2	6
6	2,5	1,5	2,5	2,5	1	0	0	43	3	1,5	2	1,5	0	0	0
7	2	2,5	2	1	1	2	6	44	3	2,5	1,5	1	1	2	6
8	2	1,5	1,5	1,5	1	2	6	45	2,5	2,5	2	2	1	2	6
9	2,5	1,5	3	2	1	2	6	46	2	1	3	1,5	1	2	6
10	3	3	4	1,5	1	3	24	47	2,5	1,5	2,5	3	1	2	6
11	4	4	3,5	3	1	2	6	48	2,5	2	2	4	2	4	12
12	2,5	3	2,5	1	1	2	6	49	2	1,5	2,5	2,5	0	0	0
13	2	2,5	2	1,5	1	2	6	50	1,5	2,5	2,5	2	1	2	6
14	2	2,5	2	2	2	4	12	51	2	2,5	1,5	1	1	3	24
15	2,5	2	2,5	1,5	1	2	6	52	2	2	3	1,5	1	2	6
16	3	3	3	2	1	2	6	53	3,5	3	1	1,5	0	0	0
17	3	2,5	3,5	4	0	0	0	54	2	2	1	3	0	0	0
18	1,5	3	3	3,5	1	2	6	55	2	1,5	2,5	1,5	2	4	12
19	2,5	2,5	1,5	2	2	4	12	56	3	1,5	2	2,5	0	0	0
20	1,5	2	1	2	1	2	6	57	1,5	2	3	3	1	2	6
21	2	2	3	2,5	0	0	0	58	2,5	1,5	1,5	2,5	1	2	6
22	2	1,5	2,5	2	0	0	0	59	2	3	2	1	1	2	6
23	2,5	2	3	1	1	2	6	60	2	1,5	1	1,5	0	0	0
24	2	2	3	1,5	0	0	0	61	1	2	2	2	1	2	6
25	2	2	1	2,5	0	0	0	62	3	2,5	2	1	1	2	6
26	3	2,5	2	2,5	2	4	12	63	1,5	3	3	2	0	0	0
27	3	2	3	1,5	0	0	0	64	2	3	1,5	1	2	4	12
28	2	2	3	1,5	1	2	6	65	2	2	3	2	1	2	6
29	2,5	3	2	1	0	0	0	66	1,5	2,5	3	2,5	1	2	6
30	2	2	1,5	3	0	0	0	67	2	1,5	2	2,5	1	2	6
31	1	3	2,5	2,5	1	2	6	68	3	2	3	3	0	0	0
32	2	2	2	2	1	2	6	69	2,5	1	3	2	1	2	6
33	1	1,5	1,5	1,5	1	3	24	70	3	2,5	3,5	1,5	0	0	0
34	2	1,5	2	1,5	1	3	24	71	2,5	2	2,5	2	1	2	6
35	3	2	1,5	4	0	0	0	72	3,5	1,5	2	2	1	3	24
36	2,5	3	1	1,5	0	0	0	73	3	2,5	1,5	1	1	3	24
37	3	2,5	1	2	0	0	0	74	3	3	2	1,5	0	0	0

Таблиця К.4.4

Посібник користувача комплекту «Фізичне обладнання для виконання дослідів з механіки»

№ з\п	R_1	R_2	R_3	R_4	L_1	T_1	T_i	№ з\п	R_1	R_2	R_3	R_4	L_1	T_1	T_i
1	3,5	2,5	1,5	2,5	1	3	24	38	2,5	2,5	2,5	2,5	1	3	24
2	3	3	3	1,5	1	2	6	39	1	3	3	2	1	2	6
3	1	3	3	2	1	2	6	40	1	2	2,5	1	1	3	24
4	2	2	2,5	2	1	3	24	41	2	2,5	3	2,5	0	0	0
5	1	2,5	2,5	2	2	4	12	42	1,5	2,5	3,5	2	0	0	0
6	1,5	3	3	2	1	3	24	43	2,5	1	2,5	1	1	2	6
7	4	3	3	3	2	4	12	44	3	2	3	2	1	2	6
8	3	2	4	1	1	3	24	45	3	1	3	2,5	1	2	6
9	2,5	1,5	2	2	1	2	6	46	2,5	2	3	3	1	2	6
10	2	3	2,5	2	1	2	6	47	2	2	2,5	2,5	0	0	0
11	3	2	2	2	1	2	6	48	4	2,5	3	1,5	1	2	6
12	3	1	2	3	2	4	12	49	1,5	1	3	1	0	0	0
13	2,5	1,5	1	2,5	1	2	6	50	3	2,5	2,5	2	0	0	0
14	1,5	2	3	1	0	2	6	51	3	2	2,5	1,5	0	0	0
15	2,5	4	2	3	1	2	6	52	1	2,5	1,5	1,5	1	3	12
16	1	3	2	1	1	2	6	53	1,5	1	3	3	0	0	0
17	2	3	1,5	3	0	0	0	54	2	2	1,5	2	1	2	6
18	2	3	2	1	2	4	12	55	1,5	1,5	3	3	1	2	6
19	1	2	3	2	1	2	6	56	1,5	1	2,5	1	0	0	0
20	2,5	2,5	3	1,5	1	2	6	57	2	2,5	2	1	1	2	6
21	1,5	2,5	2,5	3	2	4	12	58	2	1	2	2	1	2	6
22	2	1,5	2,5	2,5	2	4	12	59	3	3	1	2,5	1	2	6
23	2	1	1,5	2,5	0	0	0	60	2	1,5	3,5	1	1	2	6
24	1,5	2	2	1,5	1	2	6	61	2	2	3	2	1	2	6
25	1	4	1,5	1	0	0	0	62	3	1	3	2	0	0	0
26	2	2,5	1,5	1	0	0	0	63	2	2	2,5	1	1	3	24
27	1,5	1	1,5	3	1	3	24	64	3,5	2	3	2	0	0	0
28	2,5	2	3	1	2	4	12	65	2	2,5	1,5	1,5	2	4	12
29	1	3	3	2	1	2	6	66	2	3	3	1	1	2	6
30	2	1,5	3	2,5	1	2	6	67	1,5	2,5	2	2	1	2	6
31	1	2	2,5	1,5	2	4	12	68	1,5	3	2,5	1,5	1	3	24
32	2,5	1,5	2	3	1	2	6	69	1	2,5	3	2	0	0	0
33	1,5	2	2,5	1	0	0	0	70	1,5	2	3	1	1	2	6
34	3	3	3	2	2	4	12	71	2	3	2,5	2	1	2	6
35	3,5	2,5	3	2	1	2	6	72	1,5	3	4	1	1	2	6
36	3	2,5	2,5	1	1	2	6	73	1	2	2,5	2	1	2	6
37	3	3	2,5	1,5	1	2	6	74	1,5	2,5	2	1,5	0	2	6

ДОДАТОК К.5

Дані про визначення компетентності експертів

Таблиця К.5.1

Дані про визначення компетентності експертів

№ п\п	Джерело аргументації						Коеф. аргум. K_a	Коеф.з найм. K_z	Коеф. комп. K_k
	1	2	3	4	5	6			
1	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
2	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
3	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
4	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
5	0,3	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7	0,8	0,75
6	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
7	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
8	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7
9	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
10	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
11	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
12	0,3	0,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
13	0,2	0,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7	0,6	0,65
14	0,3	0,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
15	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
16	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,9	0,85
17	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,3	0,6
18	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
19	0,3	0,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7
20	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
21	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
22	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	1	0,95
23	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,9	0,85
24	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
25	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7
26	0,2	0,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7	0,6	0,65
27	0,1	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,5	0,75
28	0,3	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7	0,9	0,8
29	0,1	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,8
30	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
31	0,2	0,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7	0,8	0,75
32	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
33	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
34	0,3	0,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
35	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
36	0,2	0,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7	0,9	0,6
37	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
38	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	1	0,9
39	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
40	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,5	0,7
41	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
42	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
43	0,3	0,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
44	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
45	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8

Продовж. табл.К. 5.1

№ з\п	Джерело аргументації						Коеф. аргум. K_a	Коеф.з найм. $K_з$	Коеф. комп. $K_к$
	1	2	3	4	5	6			
46	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,9	0,85
47	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
48	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
49	0,3	0,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
50	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,6	0,75
51	0,1	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7	0,8	0,75
52	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
53	0,2	0,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7	0,9	0,8
54	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
55	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
56	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
57	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
58	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
59	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,6	0,75
60	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
61	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
62	0,3	0,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,9	0,85
63	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,6	0,75
64	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,5	0,65
65	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
66	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
67	0,2	0,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7	0,8	0,75
68	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
69	0,4	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,7	0,85
70	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
71	0,2	0,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7	0,7	0,7
72	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
73	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
74	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,9

Додаток К.6.

Відомості про експертів, які брали участь в педагогічному експерименті

Таблиця К.6.1

Відомості про експертів, які брали участь в педагогічному експерименті

№ з/п	П.І.П.	Вчений ступінь	Місце роботи, посада	Науково-педагогічний стаж роботи (років)
1.	Бузько Вікторія Леонідівна	Канд. пед.наук	Комунальний заклад «Навчально-виховне об'єднання №6 «Спеціалізована загальноосвітня школа I-III ступенів, центр естетичного виховання «Натхнення» Кіровоградської міської ради, вчитель фізики, астрономії та природознавства	18
2.	Величко Степан Петрович	Доктор пед.наук	Кіровоградський державний педагогічний університет ім. В. Винниченка, зав. кафедрою фізики та методики її викладання, професор	47
3.	Вовкотруб Віктор Павлович	Доктор пед.наук	Кіровоградський державний педагогічний університет ім. В. Винниченка, професор кафедри фізики та методики її викладання	42
4.	Волков Юрій Іванович	Доктор фіз.-мат.наук	Кіровоградський державний педагогічний університет ім. В. Винниченка, професор, зав. кафедрою математики	55
5.	Волчанський Олег Володимирович	Канд.фіз.-мат.наук	Кіровоградський державний педагогічний університет ім. В. Винниченка, доцент кафедри фізики та методики її викладання	26
6.	Гуртовий Юрій Валерійович	Канд.фіз.-мат.наук	Кіровоградський державний педагогічний університет ім. В. Винниченка, доцент кафедри прикладної математики, статистики та економіки	10
7.	Дробін Андрій Анатолійович	Канд. пед.наук	Кіровоградський професійний ліцей побутового обслуговування, викладач фізики та математики	5
8.	Єфіменко Світлана Миколаївна	Канд. пед.наук	Покровська загальноосвітня школа I-III ступенів Кіровоградської райдержадміністрації, вчитель трудового навчання	5

Продовж. табл. К.6.1

№ з/п	П.І.П.	Вчений ступінь	Місце роботи, посада	Науково-педагогічний стаж роботи (років)
9.	Заболотний Володимир Федорович	Доктор пед.наук	Вінницький державний педагогічний університет, зав. кафедрою фізики та методики її викладання, професор	40
10.	Задорожна Оксана Володимирівна	Канд. пед.наук	Кіровоградська льотна академія Національної академії України, старший викладач кафедри фізико-математичних дисциплін	5
11.	Ізюмченко Людмила Володимирівна	Канд.фіз.-мат. наук	Кіровоградський державний педагогічний університет ім. В. Винниченка, доцент кафедри математики	30
12.	Ковальов Юрій Григорович	Канд. тех.наук	Кіровоградська льотна академія Національної академії України, старший викладач кафедри фізико-математичних дисциплін	9
13.	Ковальов Сергій Григорович	Канд. пед.наук	Публічне акціонерне товариство «Науково-виробниче підприємство «Радій»	5
14.	Коновал Олександрович Андрійович	Доктор пед.наук	Криворізьський державний педагогічний університет ім. В. Винниченка, зав. кафедрою фізики та методики її навчання, професор	47
15.	Кононенко Сергій Олексійович	Канд.пед.наук	Кіровоградський державний педагогічний університет ім. В. Винниченка, доцент кафедри ЗТД та методики трудового навчання	21
16.	Корецька Вікторія Олександрівна	Канд.пед.наук	Кіровоградський державний педагогічний університет ім. В. Винниченка, старший викладач кафедри прикладної математики, статистики та економіки	15
17.	Кузьменко Ольга Степанівна	Канд. пед. наук	Кіровоградська льотна академія Національної академії України, старший викладач кафедри фізико-математичних дисциплін	7
18.	Лазаренко Дмитро Сергійович	Канд. пед. наук	Кіровоградська загальноосвітня школа №1 Кіровоградської міської ради, вчитель фізики та інформатики	7

Продовж. табл. К.6.1

№ з/п	П.І.П.	Вчений ступінь	Місце роботи, посада	Науково-педагогічний стаж роботи (років)
19.	Матвійчук Олексій Васильович		Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», старший викладач кафедри загальної фізики та фізики твердого тіла	15
20.	Нарадовий Володимир Володимирович		Кіровоградський державний педагогічний університет ім. В. Винниченка, асистент викладача кафедри прикладної математики, статистики та економіки	7
21.	Пустовий Олег Миколайович		Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г.Шевченка, старший викладач кафедри фізики та астрономії	23
22.	Рябець Сергій Іванович	Канд.тех.наук	Кіровоградський державний педагогічний університет ім. В. Винниченка, доцент кафедри ЗТД	25
23.	Савченко Віталій Федорович	Канд. пед.наук	Чернігівський національний педагогічний університет, професор, завідувач кафедри педагогіки, психології та методик навчання фізики й математики	49
24.	Сиротюк Володимир Дмитрович	Доктор пед.наук	Національний педагогічний університет, зав. кафедрою теорії та методики навчання фізики та астрономії, професор	32
25.	Сірик Едуард Петрович	Канд.пед.наук	Кіровоградський державний педагогічний університет ім. В. Винниченка, доцент кафедри фізики та методики її викладання	17
26.	Слободяник Ольга Володимирівна	Канд.пед.наук	Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПНУ, старший науковий співробітник	8
27.	Стадніченко Світлана Миколаївна	Канд.пед.наук	Кіровоградський національний технічний університет, доцент кафедри медико-біологічної фізики та інформатики	16

Продовж. табл. К.6.1

№ з/п	П.І.П.	Вчений ступінь	Місце роботи, посада	Науково-педагогічний стаж роботи (років)
28.	Терещук Сергій Іванович	Канд.пед.наук	Уманський державний педагогічний університет, доцент кафедри фізики і астрономії та методики їх викладання	20
29.	Чижська Тетяна Григорівна		Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», старший викладач кафедри загальної фізики та фізики твердого тіла	20
30.	Чинчой Олександр Олександрович	Канд.пед.наук	Кіровоградський державний педагогічний університет ім. В. Винниченка, доцент кафедри фізики та методики її викладання	23
31.	Чубар Василь Васильович	Канд.пед.наук	Кіровоградський державний педагогічний університет ім. В. Винниченка, доцент кафедри ЗТД та методики трудового навчання	44
32.	Шарко Валентина Дмитрівна	Доктор пед.наук	Херсонський державний педагогічний університет, зав. кафедрою фізики та методики її навчання, професор	43

Таблиця К.6.2

Відомості про експертів з курсів підвищення кваліфікації вчителів фізики при Кіровоградському обласному інституті післядипломної педагогічної освіти ім. В.О. Сухомлинського

№ з/п	П.І.П.	Місце роботи	Стаж роботи	Категорія	Посада
1.	Берега Наталія Андріївна	Олександрівський навчально-виховний комплекс №3 «Загальноосвітній навчальний заклад І-ІІІ ступенів - ДНЗ»	25	вища	вчитель математики та фізики
2.	Бойчук Сергій Якимович	Богданівська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів №1 Знам'янської районної ради	32	вища	Директор школи, вчитель фізики

Продовж. табл. К.6.2

№ з/п	П.І.П	Місце роботи	Стаж роботи	Категорія	Посада
3.	Буряк Юрій Володимирович	Кіровоградський обласний навчально-виховний комплекс (гімназія-інтернат-школа мистецтв)	22	вища	вчитель фізики та інформатики
4.	Гончарова Ірина Володимирівна	Клинцівська загальноосвітня школа I-III ступенів, Кіровоградської районної державної адміністрації	5	друга	вчитель фізики та математики
5.	Григор'єва Надія Петрівна	Знам'янська загальноосвітня школа I-III ступенів №3 Знам'янської міської ради	30	вища	вчитель фізики
6.	Григор'єва Юлія Анатоліївна	Федорівський навчально-виховний комплекс "Загальноосвітня школа I-III ступенів - дошкільний навчальний заклад" Кіровоградської районної державної адміністрації	3	спеціаліст	вчитель фізики та математики
7.	Денисов Денис Олександрович	Кіровоградський обласний навчально-виховний комплекс (гімназія-інтернат-школа мистецтв)	6	друга	вчитель фізики
8.	Жуган Олена Альфредівна	Балахівська загальноосвітня школа I-III ступенів Петрівської районної державної адміністрації	20	вища	вчитель фізики
9.	Заєць Тетяна Анатоліївна	Дмитрівська загальноосвітня школа I-III ступенів №2 Знам'янської районної ради	25	вища	вчитель фізики
10.	Король Андрій Валерійович	Троянська загальноосвітня школа I-III ступенів Голованівської районної ради	6	друга	вчитель фізики
11.	Лебідь Ірина Володимирівна	Мечиславська загальноосвітня школа I-III ступенів Ульяновської районної ради	15	друга	вчитель фізики
12.	Литовка Тетяна Павлівна	Новоукраїнська загальноосвітня школа I-III ступенів №4 Новоукраїнської міської ради	32	вища	вчитель фізики
13.	Лопушанський Михайло Олексійович	Хашуватська загальноосвітня школа I-III ступенів Гайворонської районної ради	22	вища	вчитель фізики
14.	Марченко Володимир Іванович	Володимирівська загальноосвітня школа I-III ступенів Петрівської районної державної адміністрації	30	вища	вчитель фізики

Продовж. табл.К.6.2

№ з/п	П.І.П	Місце роботи	Стаж роботи	Категорія	Посада
15.	Мірошниченко Олександр Іванович	Кіровоградський обласний навчально-виховний комплекс (гімназія-інтернат-школа мистецтв)	10	друга	вчитель фізики
16.	Мороз Ольга Сергіївна	Златопільська гімназія м.Новомиргорода Новомиргородської районної ради	35	вища	вчитель фізики
17.	Муромцева Ганна Василівна	Державний вищий навчальний заклад «Кіровоградський будівельний коледж»	15	друга	вчитель фізики
18.	Найденко Леонід Іванович	Павлишська загальноосвітня школа I-III ступенів № 1, Онufrівської районної державної адміністрації	35	вища	вчитель фізики
19.	Нечипуренко Тетяна Анатоліївна	Маловисківська загальноосвітня школа I-III ступенів №4 Маловисківської районної державної адміністрації	9	друга	вчитель математики та фізики
20.	Пляка Сергій Миколайович	Кіровоградський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти ім. В.О.Сухомлинського	11	перша	методист
21.	Покотило Світлана Валеріївна	Войнівська загальноосвітня школа I-III ступенів Олександрійської районної ради	30	вища	вчитель фізики
22.	Остаповець Ольга Ігорівна	Новопразький НВК, Олександрійської райдержадміністрації	34	вища	вчитель фізики
23.	Папета Сергій Миколайович	Знам'янська загальноосвітня школа I-III ступенів № 2 Знам'янської міської ради	29	вища	вчитель фізики
24.	Позивай Ольга Андріївна	Чегеліївська загальноосвітня школа I-III ступенів Петрівської районної державної адміністрації	30	вища	вчитель фізики
25.	Пустинніков Федір Ігорович	Варварівська загальноосвітня школа I-III ступенів Долинської районної державної адміністрації	4	спеціаліст	директор школи, вчитель фізики
26.	Правий Олександр Вікторович	Користівський навчально-виховний комплекс ім. А.П.Гайдара Олександрійської районної ради	11	друга	вчитель фізики
27.	Плічко Лариса Олександрівна	Онufrіївська загальноосвітня школа I-III ступенів Онufrіївської районної державної адміністрації	22	вища	вчитель фізики

Продовж. табл.К.6.2

№ з/п	П.І.П	Місце роботи	Стаж роботи	Категорія	Посада
28.	Приймак Тамара Федосіївна	Оситнязька загальноосвітня школа I-III ступенів Кіровоградської районної державної адміністрації	38	вища	вчитель фізики
29.	Ружин Раїса Миколаївна	Новомиргородська загальноосвітня школа I-III ступенів № 2 Новомиргородської міської ради	34	вища	вчитель фізики
30.	Рябоконт Василь Іванович	Лебединська загальноосвітня школа I-III ступенів Голованівської районної ради	33	вища	вчитель фізики
31.	Скороход Світлана Вікторівна	Помічнянська загальноосвітня школа I-III ступенів №1 Добровеличківської районної ради	30	вища	вчитель фізики
32.	Солдатенко Віктор Анатолійович	Дмитрівська загальноосвітня школа I-III ступенів №2 Знам'янської районної ради	14	перша	вчитель фізики
33.	Степанов Максим Вікторович	Трепівська загальноосвітня школа I-III ступенів Знам'янської районної ради	15	перша	вчитель фізики
34.	Талашкевич Олег Михайлович	Новоукраїнська загальноосвітня школа I-III ступенів №8 Новоукраїнської міської ради	32	вища	вчитель фізики
35.	Ткаченко Андрій Валерійович	Нечаївська загальноосвітня школа I-III ступенів Компаніївської районної державної адміністрації	15	перша	вчитель фізики
36.	Тимошенко Вікторія Володимирівна	Новомиргородська загальноосвітня школа I-III ступенів № 1 Новомиргородської міської ради	6	друга	вчитель фізики
37.	Турчина Людмила Григорівна	Степанівська загальноосвітня школа I-III ступенів Устинівської районної державної адміністрації	25	вища	вчитель математики, фізики
38.	Чабаненко Володимир Іванович	Новогригорівська Перша загальноосвітня школа I-III ступенів Долинської районної державної адміністрації	10	друга	вчитель фізики
39.	Шахненко Ольга Федорівна	Долинська загальноосвітня школа I-III ступенів №1 Долинської районної державної адміністрації	15	перша	вчитель фізики та математики

Продовж. табл.К.6.2

40.	Шеховцова Ліна Дмитрівна	Комунальний заклад «Навчально-виховне об'єднання «Спеціалізо-ваний загальноосвітній заклад I ступеня «Гармонія» - Гімназія імені Тараса Шевченка	32	вища	вчитель фізики та астроно- мії
41.	Юрченко Юрій Юрійович	Гурівська загальноосвітня школа I-III ступенів Долинської районної державної адміністрації	4	спеці- аліст	вчитель фізики
42.	Яцук Сергій Павлович	Пантазіївська загальноосвітня школа I-III ступенів Знам'янської районної ради	35	вища	дирек- тор школи вчитель фізики

Додаток Л. Довідки впровадження результатів дослідження



Україна

Рівнянська загальноосвітня школа І–ІІІ ступенів № 2
Новоукраїнської районної ради Кіровоградської області

27160, с. Рівне, вул. Держинського, 228, тел. 4–13–85, E-mail: school2rivne@i.ua

08.05.2015 № 44
на № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
Слюсаренка Віктора Володимировича на тему
«Методика формування експериментальних компетентностей
старшокласників з використанням вимірювального комплексу
на уроках фізики»

Цю довідку ми видаємо Слюсаренку Віктору Володимировичу, що засвідчує про проведення у Рівнянській ЗШ І–ІІІ ступенів №2 Новоукраїнської районної ради Кіровоградської області протягом 2014-2015 навчального року педагогічного експерименту з впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників на уроках фізики.

Перед проведення педагогічного експерименту Слюсаренко В. В. провів консультації із вчителем фізики нашого навчального закладу та надав методичне забезпечення, а саме методичні рекомендації щодо виконання лабораторних робіт із механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, а також з електрики і магнетизму й квантової фізики.

Участь в педагогічному експерименті брали 32 учнів старших класів. Впровадження методики відбулося під керівництвом вчителя фізики Олійника Івана Миколайовича.

У результаті впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників на уроках фізики стало удосконалення умінь і навичок роботи з фізичним обладнанням в умовах стрімкого розвитку науки та оновлення фізичних кабінетів, підвищення якості знань учнів, а також розуміння доцільності поєднання віртуального та реального фізичних експериментів.

Директор школи



С.О. Луговська



УКРАЇНА
 ПОМІЧНЯНСЬКА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА
 I-III СТУПЕНІВ №2
 ДОБРОВЕЛИЧКІВСЬКОЇ РАЙОННОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
 КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ 27030, Кіровоградська область,
 Добровеличківський район, м. Помічна, вул. Кірова, 211т. (05253) 27-1-20 ідентифікаційний код
 37287164

вих. №58 від 27.05.2015 року

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
 з теми «**Методика формування експериментальних компетентностей
 старшокласників з використанням вимірювального комплексу на
 уроках фізики**», проведеного Слюсаренком Віктором Володимировичем

У Помічлянській загальноосвітній школі I – III ступенів № 2 Добровеличківської районної державної адміністрації Кіровоградської області протягом 2014-2015 навчального року проводився педагогічний експеримент з впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників на уроках фізики. Експеримент проводився при участі вчителя фізики Горелік Ірини Володимирівни.

В експерименті прийняли участь учні 10 та 11 класів (39 учнів).

Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителів фізики були проведені консультації з використання методики, розглянуті критерії оцінювання навчальних досягнень учнів.

Для формування експериментальних компетентностей старшокласників учителям були запропоновані розробки інструкцій до виконання фізичних дослідів та лабораторних робіт з різних розділів фізики.

Після використання запропонованої Слюсаренком В.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 випускників.

Директор школи



Ю.Д.Трибко

**СТЕЦІВСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО- ВИХОВНИЙ КОМПЛЕКС
 “ДОШКІЛЬНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
 ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА І – ІІІ СТУПЕНІВ”
 ЧИГИРИНСЬКОЇ РАЙОННОЇ РАДИ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

пров. Шкільний 3, с.Стецівка, Чигиринський р-н, Черкаська обл., 20914 тел. 97-5-46, 97-5-41
 stetsivkaschool@ukr.net Код ЄДРПОУ 26322882

Від 08.05.15 № 52
 На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
 Слюсаренка Віктора Володимировича
 «Методика формування експериментальних компетентностей
 старшокласників з використанням вимірювального комплекту
 на уроках фізики»

В Стецівському НВК І-ІІІ ступенів Чигиринської районної ради Черкаської області протягом 2013-2014 та 2014-2015 навчальних років проводився педагогічний експеримент з впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників на уроках фізики.

Для проведення експерименту Слюсаренко В.В. надав посібник користувача комплекту «Фізичне обладнання для виконання дослідів з механіки» та методичне забезпечення для виконання лабораторних робіт з механіки, молекулярної фізики, електрики та магнетизму.

Участь в педагогічному експерименті брали 20 учнів 10-11 класів. Впровадження методики відбулося під керівництвом вчителя фізики Мякоти Валентини Володимирівни.

Результатом впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників з використанням вимірювального комплекту на уроках фізики є підвищення якості знань учнів, отримання вмій поєднання віртуального та реального експериментів, робота з різними видами інформації, удосконалення умінь і навичок завдяки оновлення фізичного обладнання. Слід відзначити поліпшення ставлення учнів до знань, як необхідної умови подальшої успішної життєдіяльності.

Директор школи :



/О.М.Сабадаш /



Україна

ПЕТРІВСЬКА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА I-II СТУПЕНІВ
НОВОУКРАЇНСЬКОЇ РАЙОННОЇ РАДИ
КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ

121127, с.Петрівка, вул. Перемоги, 32, ☎ 35-1-14

від 12.05 2015р.

№ 40

Довідка

про впровадження результатів наукового дослідження
Слюсаренка Віктора Володимировича на тему
«Методика формування експериментальних компетентностей
старшокласників з використанням вимірального комплексу
на уроках фізики»

Цю довідку ми видаємо Слюсаренку Віктору Володимировичу, що засвідчує про проведення у Петрівській ЗШ I-II ступенів Новоукраїнської районної ради Кіровоградської області протягом 2014-2015 навчального року педагогічного експерименту з впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників на уроках фізики.

Перед проведенням педагогічного експерименту Слюсаренко В.В. провів консультації із вчителем фізики нашого навчального закладу та надав методичне забезпечення, а саме методичні рекомендації щодо виконання лабораторних робіт із механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, а також з електрики і магнетизму й квантової фізики.

Участь в педагогічному експерименті брали 6 учнів старших класів.

Впровадження методики відбулося під керівництвом вчителя фізики Тимошевського Олександра Григоровича.

У результаті впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників на уроках фізики стало удосконалення умінь і навичок роботи з фізичним обладнанням в умовах стрімкого розвитку науки та оновлення фізичних кабінетів, підвищення якості знань учнів, а також розуміння доцільності поєднання віртуального та реального фізичних експериментів.

Директор школи



В.І.Бажанюк



УКРАЇНА
МАЛОВИСКІВСЬКА РАЙОННА РАДА
КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ
ЗЛИНСЬКА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА № 1 I-III ступенів
 вул. Комсомольська, 1, село Злинка, 26232, тел./факс (05258)36-2-51,
 e-mail: zlunka1@mail.ru Код ЄДРПОУ 26504353

Від 20.05.15 № 34

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
 Слюсаренка Віктора Володимировича на тему
 «Методика формування експериментальних компетентностей старшокласників
 з використанням вимірювального комплексу на уроках фізики», поданого на
 здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю
 13.00.02 – теорія і методика навчання (фізика)

У Злинській загальноосвітній школі № 1 I-III ступенів протягом 2014-2015 навчального року проводився педагогічний експеримент з впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників на уроках фізики.

Під час організації та проведення фізичного експерименту на уроках фізики вчителю був наданий комплекс методичних рекомендацій розроблених В.В. Слюсаренком, до якого ввійшли інструкції до виконання фізичних дослідів та лабораторних робіт з різних розділів фізики для учнів 9-11 класів. Протягом педагогічного експерименту для вчителя фізики систематично проводилися консультації з впровадження запропонованої методики.

До педагогічного експерименту були залучені учні 9-10-х класів (40 учнів). Впровадження методики відбулося під керівництвом вчителя фізики Шверненко Юрія Івановича.

Результатом використання запропонованої методики на уроках фізики стало підвищення якості сформованих експериментальних компетентностей старшокласників, підвищення інтересу до вивчення фізики, удосконалення умінь і навичок в умовах оновлення навчального фізичного експерименту та закріпилися навички практичного застосування знань з фізики у повсякденному житті.

Директор школи

Л.І. Максименко



УКРАЇНА
**ПОМІЧНЯНСЬКА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА І-ІІІ СТУПЕНІВ №3
 ДОБРОВЕЛИЧКІВСЬКОЇ РАЙОННОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
 КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

27030, Кіровоградська область, Добровеличківський район, м. Помічна, вул. Виноградна, 107
 тел. (05253) 27 2 27, факс (05253) 27 2 27, ел. пошта Pom NVK3@UKR.net

Big 21.05.2015 ~ 54

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
 з теми «**Методика формування експериментальних компетентностей
 старшокласників з використанням вимірювального комплексу на уроках
 фізики**», проведеного Слюсаренком Віктором Володимировичем

У Помічлянській загальноосвітній школі І-ІІІ ступенів №3 Добровеличківської райдержадміністрації Кіровоградської області протягом 2014-2015 навчального року проводився педагогічний експеримент з впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників на уроках фізики. Експеримент проводився при участі вчителів фізики Скороход Тетяни Юріївни та Смолянник Наталії Леонідівни.

В експерименті взяли участь учні 10 та 11 класів (61 учень).

Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителів фізики були проведені консультації з використання методики, розглянуті критерії оцінювання навчальних досягнень учнів.

Для формування експериментальних компетентностей старшокласників учителям були запропоновані розробки інструкцій до виконання фізичних дослідів та лабораторних робіт з різних розділів фізики.

Після використання запропонованої Слюсаренком В.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 випускників.



Директор школи

O.I. Baranov

О.І. Баранов



УКРАЇНА
ЧЕРВОНОПОЛЯНСЬКИЙ НВК
«ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА І-ІІІ СТУПЕНІВ –
ДОШКІЛЬНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД»
ДОБРОВЕЛИЧКІВСЬКОЇ РАЙОННОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
 27044, Кіровоградська область, Добровеличківський район, с. Червона Поляна, вул. Партизанська, 9, тел. 24-6-30
 Е – mail: zsh2012@mail.ru код ЄДРПОУ 33360533

Взіг 18.04.2015 № 38

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
 з теми **«Методика формування експериментальних компетентностей
 старшокласників з використанням вимірювального комплексу на
 уроках фізики»**, проведеного Слюсаренком Віктором Володимировичем

У Червонополянському НВК «загальноосвітня школа І – ІІІ ступенів – дошкільний навчальний заклад» Добровеличківської районної державної адміністрації Кіровоградської області протягом 2014-2015 навчального року проводився педагогічний експеримент з впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників на уроках фізики. Експеримент проводився при участі вчителів фізики Галіченка Сергія Васильовича та Олексієвець Катерини Сергіївни.

В експерименті прийняли участь учні 10 та 11 класів (10 учнів).

Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителів фізики були проведені консультації з використання методики, розглянуті критерії оцінювання навчальних досягнень учнів.

Для формування експериментальних компетентностей старшокласників учителям були запропоновані розробки інструкцій до виконання фізичних дослідів та лабораторних робіт з різних розділів фізики.

Після використання запропонованої Слюсаренком В.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 випускників.

Директор школи



Handwritten signature

О. В. Вергун



Міністерство науки і освіти України
Комунальний заклад «Навчально-виховне об'єднання № 6 «Спеціалізована загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів, центр естетичного виховання «Натхнення» Кіровоградської міської ради Кіровоградської області»
 вул. Тімірязєва, 63, м. Кіровоград, 25006, тел. (0522) 24-09-74
 e-mail: school6kr@gmail.com Код ЄДРПОУ 017942

Вих. № 423 від 18.05.2015р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
 Слюсаренка Віктора Володимировича на тему
 «Методика формування експериментальних компетентностей
 старшокласників з використанням вимірювального комплексу
 на уроках фізики»

Цю довідку ми видаємо Слюсаренку Віктору Володимировичу, що засвідчує про проведення у НВО № 6 «СЗШ І-ІІІ ступенів, ЦЕВ «Натхнення» Кіровоградської міської ради Кіровоградської області» протягом 2014-2015 навчального року педагогічного експерименту з впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників на уроках фізики.

Перед проведенням педагогічного експерименту Слюсаренко В. В. провів консультації із вчителем фізики нашого навчального закладу та надав методичне забезпечення, а саме методичні рекомендації щодо викладання лабораторних робіт із механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, а також з електрики і магнетизму й квантової фізики.

Участь в педагогічному експерименті брали 22 учня старших класів. Впровадження методики відбулося під керівництвом вчителя Бузько Вікторії Вікторівни.

У результаті впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників на уроках фізики стало удосконалення умінь і навичок роботи з фізичним обладнанням в умовах стрімкого розвитку науки та оновлення фізичних кабінетів, підвищення якості знань учнів, а також розуміння доцільності поєднання віртуального та реального фізичних експериментів.

В.о.директора



Л.Б.Бойко

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-

№ 41 від 17.04.2015

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
 Слюсаренка Віктора Володимировича
 «Методика формування експериментальних компетентностей
 старшокласників з використанням вимірювального комплексу
 на уроках фізики»

У Богданівській ЗОШ І-ІІІ ступенів № 1 Знам'янського району протягом 2014-2015 навчального року був проведений педагогічний експеримент із впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників на уроках фізики.

Участь в даному педагогічному експерименті брали 40 учнів 9-10-х класів. Впровадження методики відбулося під керівництвом вчителя фізики Бойчука Сергія Якимовича.

Відзначимо, що з вчителем фізики нашої школи перед виконання педагогічного експерименту були проведені консультації щодо впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників.

Результатом впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників з використанням вимірювального комплексу на уроках фізики є покращення рівня сприймання навчального матеріалу, що поєднаний з фізичним експериментом, отримання спеціалізованих вмінь виконання віртуального експерименту, удосконалення умінь і навичок виконання фізичного експерименту та рівня формування експериментальних компетентностей старшокласників.

Директор школи



С. Я. Бойчук

Липовеньківська загальноосвітня школа І—ІІ ступенів
 провулок Попова, 1 с. Липовеньке Голованівського району
 Кіровоградської області, 26552, тел./факс 0 (5252) 42740,
 e-mail: lupovenke.school@ukr.net
 Код ЄДРПОУ 33350965

~ 34 виг 15.04.2015р

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
 Слюсаренка Віктора Володимировича
**«Методика формування експериментальних компетентностей
 старшокласників з використанням вимірювального комплексу
 на уроках фізики»**

Протягом 2013-2015 навчального року в Липовеньківській загальноосвітній школі І – ІІ ступенів проводився педагогічний експеримент з впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників на уроках фізики.

Участь в педагогічному експерименті брали 5 учнів 9 – го класу. Впровадження методики відбулося під керівництвом вчителя фізики Калугіної Тетяни Олександрівни.

З вчителем фізики були проведені консультації щодо впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників перед проведенням педагогічного експерименту.

Результатом впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників з використанням вимірювального комплексу на уроках фізики є покращення рівня сприймання навчального матеріалу, що поєднаний з фізичним експериментом, отримання спеціалізованих вмінь виконання віртуального експерименту, удосконалення умінь і навичок виконання фізичного експерименту.

Директор школи



Н.О. Деркач

ЗЛИНСЬКА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА № 2 I-III ступенів
Маловисківської районної ради Кіровоградської області
 вул. Жовтнева 238, с. Злинка, 26232, Маловисківський р-н, Кіровоградська обл.
 тел.3-62-84 Zlunka2@i.ua Код ЄДРПОУ 26504347

Вих. № 45 від 13.05.2015 р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
 Слюсаренка Віктора Володимировича на тему
 «Методика формування експериментальних компетентностей старшокласників
 з використанням вимірювального комплексу
 на уроках фізики»

У продовж 2013-2015 років на базі Злинської ЗШ № 2 I-III ступенів проводився педагогічний експеримент відповідно до теми дисертаційного дослідження Слюсаренка Віктора Володимировича «Методика формування експериментальних компетентностей старшокласників з використанням вимірювального комплексу на уроках фізики».

До педагогічного експерименту були залучені 14 учнів 10-11-х класів. Впровадження методики відбулося під керівництвом вчителя фізики Тасенко Світлана Дмитрівна.

Під час організації та проведення фізичного експерименту на уроках фізики вчителю був наданий комплекс методичних рекомендацій розроблених В.В. Слюсаренком, до якого увійшли інструкції до виконання фізичних дослідів та лабораторних робіт з різних розділів фізики для учнів 9-11 класів. Протягом педагогічного експерименту для вчителя фізики систематично проводилися консультації по впровадженню запропонованої методики.

У ході експерименту виявлено, що застосування запропонованої методики сприяло підвищенню пізнавальної діяльності учнів на уроках фізики, формуванню вміння ефективно використовувати час для виконання фізичного експерименту, удосконаленню загально навчальних умінь і навичок та наявності підвищення інтересу до навчання.

Директор школи



Ю.М. Безкровна



Україна

**ДОБРОВЕЛИЧКІВСЬКА СПЕЦІАЛІЗОВАНА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ
ШКОЛА-ІНТЕРНАТ І-ІІІ СТУПЕНІВ
КІРОВОГРАДСЬКА ОБЛАСНА РАДА**

вул. Шевченка, 112, смт. Добровеличківка, Кіровоградська область, 27000
тел.8(05253) 5-12-43, e-mail: dv_internat@ukr.net

№ 52 від 08.05.2015р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
з теми **«Методика формування експериментальних компетентностей
старшокласників з використанням вимірювального комплексу на
уроках фізики»**, проведеного Слюсаренком Віктором Володимировичем

У Добровеличківській спеціалізованій загальноосвітній школі-інтернат І-ІІІ ступенів Кіровоградської обласної ради протягом 2014-2015 навчального року проводився педагогічний експеримент з впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників на уроках фізики. Експеримент проводився при участі вчителя фізики Галіченко Тамари Володимирівни. В експерименті прийняли участь учні 10 та 11 класів (42 учні).

Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителів фізики були проведені консультації з використання методики, розглянуті критерії оцінювання навчальних досягнень учнів.

Для формування експериментальних компетентностей старшокласників учителям були запропоновані розробки інструкцій до виконання фізичних дослідів та лабораторних робіт з різних розділів фізики.

Після використання запропонованої Слюсаренком В.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 випускників.

Директор школи



[Handwritten signature]

К.Б. Ковальська



УКРАЇНА
ГНАТІВСЬКА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА І-ІІІ СТУПЕНІВ
ДОБРОВЕЛИЧКІВСЬКОЇ РАЙОННОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ

вул.Шкільна, 26, с.Гнатівка,добровеличківський район, Кіровоградська область, 27025,
 тел..(05253)23332, e-mail:allamizy@ukr.net, код в ЄДРПОУ 33360575

Вих. ~ 48 від 02.05.2015р

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
 з теми **«Методика формування експериментальних компетентностей
 старшокласників з використанням вимірювального комплексу на уроках
 фізики»**, проведеного Слюсаренком Віктором Володимировичем

У Гнатівській загальноосвітній школі І – ІІІ ступенів Добровеличківської районної державної адміністрації Кіровоградської області протягом 2014-2015 навчального року проводився педагогічний експеримент з впровадження методики формування експериментальних компетентностей старшокласників на уроках фізики. Експеримент проводився при участі вчителя фізики Росула Івана Тимофійовича .

В експерименті прийняли участь учні 10 та 11 класів (24 учнів).

Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителів фізики були проведені консультації з використання методики, розглянуті критерії оцінювання навчальних досягнень учнів.

Для формування експериментальних компетентностей старшокласників учителям були запропоновані розробки інструкцій до виконання фізичних дослідів та лабораторних робіт з різних розділів фізики.

Після використання запропонованої Слюсаренком В.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 випускників.

Директор школи :



А.Мізецька



УКРАЇНА

Клинцівська загальноосвітня школа I - III ступенів
Кіровоградської районної державної адміністрації
Кіровоградський район, село Клинці, провулок Шкільний, 1, телефон 31 - 37 - 53

№ 34 від 20.05.2015

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження з теми
«Методика формування експериментальних компетентностей старшокласників
з використанням вимірювального комплексу на уроках фізики», проведеного
Слюсаренком Віктором Володимировичем

Дана довідка підтверджує, що протягом 2014-2015 років у Клинцівській
ЗОШ I-III ступенів Кіровоградської районної державної адміністрації
проводився педагогічний експеримент з впровадження методики формування
експериментальних компетентностей старшокласників з використанням
вимірювального комплексу на уроках фізики.

Перед початком педагогічного експерименту були проведенні консультації
з вчителем фізики нашого навчального закладу з впровадження запропонованої
методики. Для роботи вчитель фізики отримав всі потрібні методичні
рекомендації. Участь в даному педагогічному експерименті взяли учні 9-11
класів (всього 34 учня).

Результатом роботи з упровадження експериментальної методики
формування експериментальних компетентностей старшокласників на уроках
фізики стало підвищення якості навчання учнів, спостерігалася тенденція до
зростання інтересу до вивчення фізики як експериментальної науки. По
закінченню педагогічного експерименту вчитель фізики виявив бажання у
подальшій роботі використовувати методичні матеріали розроблені
В.В. Слюсаренком.

Директор школи



Шиманська І.М.



Україна

Маловисківська загальноосвітня школа № 4 I-III ступенів
Маловисківської районної ради Кіровоградської області

вул. 40 років Жовтня, 17, м. Мала Виска, 26200, тел. 5-32-42
e-mail: 4shkola-mv@ukr.net Код ЄДРПОУ 26504318

Від 20.05.15р № 41

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
Слюсаренка Віктора Володимировича на тему
«Методика формування експериментальних компетентностей старшокласників
з використанням вимірального комплекту
на уроках фізики», проведеного в 2013-2015 роках

Видана Слюсаренку Віктору Володимировичу в тому, що протягом 2013-2015 років учителем фізики Маловисківської ЗШ № 4 I-III ступенів Маловисківської районної ради Кіровоградської області ради Нечипуренко Тетяною Анатоліївною впроваджувалась методика формування експериментальних компетентностей старшокласників з використанням вимірального комплекту на уроках фізики.

Відзначимо, що у педагогічному експерименті брали участь учні 10-х класів (33 учня).

Перед проведенням педагогічного експерименту для вчителя фізики були проведенні консультації з використання розробленої методики, розглянуті критерії оцінювання навчальних досягнень при виконанні певних експериментальних завдань.

Ефективність запропонованої методики підтверджена позитивними зрушеннями за наступними показниками: якість знань старшокласників, оволодіння навичками організації та планування власної навчальної діяльності, здатність до самоконтролю та оцінювання, самоаналіз власних умінь і навичок при виконанні фізичного експерименту. Завдяки запропонованій методиці організації і проведенні навчального фізичного експерименту підвищився рівень знань учнів з фізики, інтерес до вивчення навчального предмету.

Директор школи



М.Белов