Міністерство освіти і науки України
Кіровоградський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка

На правах рукопису

САЛЬНИК Ірина Володимирівна

УДК 37.02:372.853+53.08

ІНТЕГРАЦІЯ РЕАЛЬНОГО ТА ВІРТУАЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ В СТАРШІЙ ШКОЛІ

13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика)

Дисертація
на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук

Науковий консультант:
Величко Степан Петрович
доктор педагогічних наук, професор

Кіровоград – 2016

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень 5
ВСТУП 6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІНТЕГРАЦІЇ РЕАЛЬНОГО ТА ВІРТУАЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ СТАРШОЇ ШКОЛИ 21
1.1. Аналіз підходів до визначення віртуально орієнтованого навчального середовища з фізики 21
1.2. Психолого-педагогічні основи запровадження реального та віртуального в процесі навчання фізики учнів старшої школи 37
1.3. Синергетичний підхід як сучасна тенденція розвитку фізичної освіти 52
1.4. Тенденції розвитку системи навчального фізичного експерименту старшої школи 72
1.5. Особливості пізнавально-пошукової діяльності учнів з фізики у віртуально орієнтованому навчальному середовищі 89
Висновки до розділу 1 107
РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ РОЗРОБКИ МОДЕЛІ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ СТАРШОЇ ШКОЛИ 110
2.1. Віртуально орієнтоване навчальне середовище з фізики як основа моделі методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи ... 110
2.2. Теоретичні основи синергетичної моделі процесу навчання фізики в старшій школі 126
2.3. Синергетичний підхід до розвитку системи навчального фізичного експерименту 140

2.4. Методологічні та гносеологічні основи комплексного використання віртуального та реального у системі навчального фізичного експерименту старшої школи 154
2.5. Концептуальні положення інтеграції реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі 165
Висновки до розділу 2 180
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИЧНА СИСТЕМА НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ СТАРШОЇ ШКОЛИ НА ЗАСАДАХ ІНТЕГРАЦІЇ РЕАЛЬНОГО ТА ВІРТУАЛЬНОГО 183
3.1. Комплекти навчального обладнання в системі навчального фізичного експерименту старшої школи 183
3.2. Цифрові навчальні комплекти в системі шкільного фізичного експерименту 197
3.3. Комплексний підхід до використання інформаційно-комунікаційних технологій та реальних досліджень учнів у навчальному фізичному експерименті старшої школи 216
3.4. Дидактичні основи інтеграції віртуального та реального в системі навчального фізичного експерименту старшої школи 227
3.5. Методична системи навчального фізичного експерименту старшої профільної школи на засадах інтеграції реального та віртуального 235
Висновки до розділу 3 260
РОЗДІЛ 4. РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ІНТЕГРОВАНОГО НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ СТАРШОЇ ШКОЛИ 263
4.1. Методичні підходи до використання віртуального та реального в системі навчального експерименту з фізики старшої школи 263
4.2. Навчально-методичний комплекс експериментального вивчення оптики та атомної фізики 285
4.2.1. Методичні особливості та матеріально-технічне забезпечення навчального фізичного експерименту з хвильової оптики 286

4.2.2. Методичні особливості навчального фізичного експерименту з квантової оптики та атомної фізики 298
4.3. Реалізація методичних підходів до інтеграції реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі 303
4.3.1. Демонстраційний експеримент на засадах інтеграції реального та віртуального 306
4.3.2. Поєднання реального та віртуального експерименту в процесі виконання фронтальних лабораторних робіт учнів 319
4.3.3. Комплексне використання реального та віртуального експерименту в процесі виконання робіт фізичного практикуму 330
Висновки до розділу 4 340
РОЗДІЛ 5. ОРГАНІЗАЦІЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ПЕРЕВІРКИ НОВОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ СТАРШОЇ ШКОЛИ 343
5.1. Планування, організація та проведення педагогічного експерименту 344
5.2. Аналіз результатів експериментального навчання 364
5.3. Експертна оцінка пропонованого навчально-методичного комплексу експериментального вивчення хвильової оптики 380
Висновки до розділу 5 385
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 387
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 393
ДОДАТКИ 443

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ВР – віртуальна реальність

ЕЗНП – електронні засоби навчального призначення

ЗНЗ – загальноосвітній навчальний заклад

ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології

НВП – навчально-виховний процес

НФЕ – навчальний фізичний експеримент

ШФЕ – шкільний фізичний експеримент

ВСТУП

Модернізація сучасної системи освіти України у відповідності до вимог суспільства потребує розробки нових засобів формування всебічно розвиненої особистості, здатної не лише використовувати здобуті знання у своїй діяльності, а й постійно їх поповнювати. Об’єм інформації, необхідної для плідної праці та життя освіченої людини, постійно зростає, що вимагає умінь самостійно орієнтуватися у всезростаючих інформаційних потоках, сприймати їх системно, здійснюючи критичний аналіз.

Про необхідність пошуку нових підходів до навчально-виховного процесу наголошується у «Національній стратегії розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки», де головною метою освіти визначається виховання людини інноваційного типу мислення й культури, проектування акмеологічного освітнього простору з урахуванням інноваційного розвитку освіти, запитів особистості, потреб суспільства і держави.

Одночасно в Концепції профільного навчання в старшій школі визначена мета освіти, яка полягає в забезпеченні умов для якісної освіти старшокласників у відповідності з їхніми індивідуальними нахилами, можливостями, здібностями і потребами, забезпечення професійної орієнтації учнів на майбутню діяльність, формування інтелектуального та культурного потенціалу як найвищої цінності нації.

Особлива роль у вирішенні поставлених перед освітою завдань належить фізиці, оскільки вона як наука, має велике значення в суспільному розвитку та формуванні наукового потенціалу країни. Процеси, що відбуваються в економіці України, збільшення кількості комплексних досліджень у науковій сфері, розвиток технологій, інтеграція України до світового освітнього простору значно вплинули на розширення функцій та значущості фізики на ринку освітніх послуг. Фізика, розкриваючи закони природи, розширює знання людини і в той же час є складовою частиною сучасного наукового

Навчальний експеримент є основою вивчення фізики. Без перебільшення можна стверджувати, що якість знань і практична підготовка учнів з фізики перебувають у прямій залежності від якості фізичного експерименту.

Питання розвитку та модернізації навчального фізичного експерименту знайшли своє відображення в працях Л. І. Анциферова, П. С. Атаманчука, О. І. Бугайова, В. О. Бурова, С. П. Величка, Г. М. Гайдучка, Ю. І. Діка, Л. Р. Калапуші, Є. В. Коршака, Д. Я. Костюкевича, В. Г. Нижника, Б. Ю. Миргородського, О. В. Сергєєва, В. І. Тищука, В. Г. Чепуренка, М. М. Шахмаєва, М. І. Шута та багатьох інших.

На сучасному етапі проблема навчального фізичного експерименту актуалізується внаслідок широкого запровадження в системі освіти взагалі, й зокрема у фізиці, інформаційно-комунікаційних технологій, які не лише впливають на зміст, форми та методи навчання фізики,але і змінюють саме середовище навчання, яке набуває ознак віртуально орієнтованого.

Проблемі використання інформаційних технологій у процесі навчання, зокрема й фізики, присвячено достатня кількість наукових та науково-методичних праць і досліджень (П. С. Атаманчук, В. Ю. Биков, І. Т. Богданов, С. П. Величко, Ю. В. Єчкало, М. І. Жалдак, Ю. О. Жук, В. Ф. Заболотний, О. І. Іваницький, В. О. Ізвозчиков, А. В. Касперський, В. Е. Краснопольський, Н. П. Литкіна, Р. В. Майер, Л. М. Наконечна, Ю. М. Орищин, А. Н. Петриця, Ю. П. Рева, Є. А. Самойлова, В. П. Сергієнко, А. М. Сільвейстр, О. М. Соколюк, Н. Л. Сосницька, С. П. Стецик, В. І. Сумський, І. О. Теплицький, М. І. Шут та інші). У цих роботах розглядаються різні аспекти проблеми. Загалом показано, що впровадження комп’ютерних технологій у практику навчання фізики є одним з напрямів підвищення ефективності навчального процесу. В той же час можемо констатувати, що не всі методичні питання, пов’язані з комп'ютеризацією навчання (і не лише фізики), розроблені досить детально, що ускладнює впровадження ІКТ у педагогічну практику, зокрема у систему навчального фізичного експерименту. Зокрема, в сучасних умовах з різних причин, як об’єктивних, так і суб’єктивних, спостерігається тенденція

витіснення реального фізичного експерименту комп'ютерним, зниженням його ролі та значущості, що є неприпустимим для фізики, як науки, що вивчає реальні явища та процеси природи. Виходячи з означеного, актуальності набуває питання віртуалізації процесу навчання фізики, яке обговорюється науковцями з точки зору розвитку віртуально орієнтованого навчального середовища. В той же час, методичні питання, пов'язані із проявом віртуальності в процесі експериментаторської діяльності з фізики учнів старшої школи, в науковій та методичній літературі не розглядалися.

Сучасний етап розвитку людської цивілізації та становлення суспільства знань актуалізує необхідність особистісного й професійного зростання людини, її залучення до освіти впродовж життя на основі підтримки та ідентифікації індивідуальних освітніх траєкторій. У сучасних умовах розрив між діяльністю системи освіти та суспільними очікуваннями від її реалізації фіксується вже не як розрив між вимогами та їх реалізацією, а як розрив між напрямом діяльності та очікуваним результатом. Криза освіти виявляється в катастрофічному розриві між змістом і результатом масової освіти, з одного боку, і вимогами до освіченої людини з боку професійних спільнот, економічних і соціальних інститутів – з іншого.

Подолати зорієнтованість традиційних освітніх систем на енциклопедичність освіти, надмірну інформаційну перевантаженість можливо за умови переходу до відкритої освіти як парадигми суспільства знань, головною метою якої є особистісний і професійний розвиток, надання можливості особистості для самоосвіти, підготовка особистості до успішної громадської, професійної самореалізації в умовах цивілізаційних змін.

Означені аспекти та нові завдання освіти вимагають застосування в широкому контексті інноваційних педагогічних технологій, найбільш перспективною з яких, на наш погляд, є синергетична.

Вивченню питань, пов'язаних із синергетикою, присвячені праці В. І. Андреєва, В. А. Аршинова, О. Є. Антонової, В. Г. Буданова, М. А. Весни, О. В. Вознюка, А. О. Ворожбитової, І. Г. Грабар, Б. Б. Кадомцева, С. П. Капіци,

О. Н. Князевої, С. П. Курдюмова, А. К. Лоскутова, В. С. Лутай, Н. М. Таланчук, О. Н. Федорової, О. В. Чалого, В. І. Шевченко та ін.

Особливого значення набуває синергетичний підхід до навчання фізики в старшій школі, зокрема й до системи навчального фізичного експерименту, де процес навчання відбувається відповідно до програм профільного навчання. Саме в старшій школі вагомого значення набуває самостійна експериментаторська діяльність учнів з фізики, яка дозволяє розвивати особистісний потенціал школярів, їх нестандартне мислення, творчі здібності.

Таким чином, на сучасному етапі розвитку фізичної освіти важливим є подальше вивчення проблеми розвитку системи навчального фізичного експерименту старшої школи з урахуванням тенденцій її комп'ютеризації та віртуалізації всього освітнього середовища, виявлення напрямів вдосконалення цієї системи на основі запровадження синергетичного підходу та інтеграції віртуального та реального.

Сучасний рівень усвідомлення низки названих аспектів, що мають місце в процесі навчання фізики й у системі навчального фізичного експерименту в старшій школі, дозволяє знайти ефективні та обґрунтовані підходи до їх вирішення у загальноосвітніх навчальних закладах і розробити сучасну методичну систему навчального фізичного експерименту старшої школи.

Вивчення процесів віртуалізації фізичної освіти, проблем створення віртуального орієнтованого навчального середовища та тенденцій розвитку системи начального фізичного експерименту, яка розвивається відповідно до вимог синергетичної парадигми, дозволило нам виявити **низку протиріч**, а саме:

- між тенденцією віртуалізації суспільства та системи освіти, яка на даному етапі відчутно розвивається і відводить людину від об'єктивної реальності, та необхідністю використання кожним учнем навчальних досягнень з фізики саме у реальному об'єктивно існуючому світі;

- між запитами суспільства до фізичної освіти, яка зорієнтована на перехід до інноваційної моделі і готує людину до життя в суспільстві знань та

традиційним підходом до процесу навчання фізики, що не в повній мірі забезпечує повноцінний розвиток особистості, придатної до життя та професійної діяльності в сучасному інформаційному суспільстві;

- між стрімким розвитком інформаційно-комунікаційних технологій із широким запровадженням їх у навчанні фізики, у системі навчального фізичного експерименту та фізикою як фундаментальною наукою, яка вивчає реальні об’єкти, явища, закони і закономірності й приклади практичного їх використання;

- між необхідністю формування в процесі навчання фізики цілісної системи знань про природні явища і процеси та невідповідністю цим вимогам сучасної системи навчального фізичного експерименту старшої школи;

- між неухильним розвитком фізичного експерименту, що враховує синергетичний підхід, та неповною відповідністю цим вимогам існуючої системи навчального фізичного експерименту для забезпечення розвивального навчання у сучасній старшій школі;

- між необхідністю одночасного використання в системі навчального фізичного експерименту реальних дослідів і віртуального експерименту та відсутністю науково - обґрунтованої методики їх взаємопов’язаного і взаємообумовленого запровадження в процесі навчання.

Окреслені проблеми вимагають обґрунтування теоретичних засад побудови та відповідної розробки такої моделі методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи, яка забезпечить інтеграцію її віртуальної та реальної складових у відповідності до вимог сучасної синергетичної парадигми освіти, що і зумовило актуальність теми дисертаційного дослідження ***«Інтеграція реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі»***.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Напрямок дослідження обрано відповідно до тематичного плану наукових досліджень кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка і є

складовою теми «Шляхи підвищення ефективності навчально-виховного процесу з фізики в школі і ВНЗ» (протокол №5 від 08.12.2011 р.) та досліджень, що проводяться Науковим центром розробки засобів навчання Інституту ІТЗН НАПН України, що функціонує при цій кафедрі, зокрема, в рамках держбюджетних тем «Дидактичні засади формування комп'ютерно орієнтованого навчального середовища» (держ. реєстр. №0100U002033), «Науково-методичне забезпечення використання у дидактичному процесі засобів навчання нового покоління» (держ. реєстр. №0100U002034) та «Розвиток фундаментальної підготовки вчителів фізики в умовах інтеграції теоретичної та експериментальної складових» (держ. реєстр. №0112U002180), а також спільної роботи наукового центру із Гомельським державним університетом ім.Ф.Скоріни (Білорусь) за держбюджетною темою «Инновационные системы и технологии преподавания физико-математических дисциплин в вузе и средней школе» (держ. реєстр. НИОК(Т)В за №20112328 від 05.08.2011 р.), де автором розроблявся та опрацьовувався навчально-методичний комплекс експериментального вивчення оптики та атомної фізики (комплект «Оптична міні-лава», комплекти сучасного обладнання з вивчення оптичного випромінювання та методичне забезпечення до нього), теоретичні основи синергетичного підходу в процесі навчання фізики і в системі навчального фізичного експерименту та розроблялася методична система навчального фізичного експерименту.

Тема дисертаційного дослідження затверджена Вченою радою Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (протокол № 4 від 28 жовтня 2013 року) та узгоджена в Міжвідомчій раді з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук в Україні (протокол № 9 від 26.11.2013 р.).

Об'єкт дослідження – процес навчання фізики в старшій профільній школі.

Предмет дослідження – взаємозв'язок реального та віртуального у системі навчального фізичного експерименту старшої школи.

Мета дослідження: теоретичне обґрунтування і створення методичної системи навчального фізичного експерименту в старшій школі на засадах інтеграції його реальної та віртуальної складових та з урахуванням вимог системно-синергетичного підходу в освіті для забезпечення єдності теоретичного та емпіричного в процесі формування цілісної системи знань.

Для досягнення мети дослідження планувалося розв’язати такі **завдання**:

1. Провести аналіз понять «віртуальність» і «віртуальна реальність» в історико-філософському та психолого-педагогічному аспектах, виявити їхню сутність і особливості використання цих понять в методиці навчання фізики. Дослідити передумови створення віртуального орієнтованого навчального середовища та його вплив на пізнавально-пошукову діяльність учнів старшої школи, обґрунтувати та запропонувати структуру віртуально орієнтованого навчального середовища з фізики як основу методичної системи навчального фізичного експерименту.

2. Визначити психолого-педагогічні особливості використання інформаційно-комунікаційних технологій в системі навчального фізичного експерименту старшої школи. Провести системний аналіз та визначити дидактичні, методологічні, психолого-педагогічні основи інтеграції віртуального та реального в системі навчального фізичного експерименту старшої школи.

3. Виявити та теоретично обґрунтувати напрями практичної реалізації синергетичного підходу у контексті функціонування системи навчального фізичного експерименту.

4. Теоретично обґрунтувати та запропонувати засади, що обумовлюють інтеграцію реального та віртуального у системі навчального фізичного експерименту старшої школи. На основі пропонованих засад розробити, обґрунтувати та запропонувати модель системи навчального фізичного експерименту старшої школи, що передбачає інтеграцію віртуального та реального.

5. З урахуванням синергетичного підходу до навчального експерименту, запропонувати сучасну методичну систему навчального фізичного експерименту старшої школи.

6. З метою доведення ефективності розробленої методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи розробити навчально-методичний комплекс експериментального вивчення окремих питань шкільного курсу фізики та провести його експериментальну перевірку.

З метою реалізації завдань дослідження використовувався комплекс таких **теоретичних та емпіричних методів дослідження**:

- *аналіз* наукової літератури – для вивчення філософських, соціологічних, психолого-педагогічних та науково-методичних досліджень, навчальних програм, підручників і навчальних посібників, нормативних документів у царині освіти з проблеми організації педагогічного процесу в старших класах загальноосвітніх навчальних закладів з метою виокремлення проблем та напрямів модернізації шкільної фізичної освіти й, зокрема системи навчального фізичного експерименту, у відповідності до нової парадигми освіти та у зв’язку із запровадженням інформаційно-комунікаційних технологій; *аналіз, синтез, узагальнення* – для визначення понятійного апарату дослідження, формулювання його концептуальних положень і висновків, вивчення змістового наповнення шкільного курсу фізики та системи навчального фізичного експерименту, визначення системи наукових фактів курсу фізики старшої школи та розподіл їх у відповідності до визначеної класифікації, виявлення взаємозв’язків віртуального і реального та методичних особливостей їх реалізації в системі навчального фізичного експерименту старшої профільної школи, виявлення та узагальнення особливостей запровадження синергетичного підходу до системи навчального фізичного експерименту, виявлення структурних елементів системи віртуально орієнтованого середовища з фізики та системи навчального фізичного експерименту, визначення найбільш доцільної побудови моделі системи навчального фізичного експерименту з урахуванням взаємозв’язків віртуальної

та реальної складових;

- *моделювання* – для розробки обґрунтованої функціональної моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи, що ґрунтується на інтеграції реальної та віртуальної складових цієї системи й використовує основні положення синергетичного підходу, а також змісту навчально-методичного забезпечення функціонування цієї моделі в процесі навчання фізики;

- *спостереження* навчального процесу з фізики в старших класах загальноосвітніх навчальних закладів з метою визначення закономірностей та методичних особливостей запровадження інформаційно-комунікаційних технологій в системі навчального фізичного експерименту;

- *анкетування, бесіда* – з метою визначення проблем та виявлення напрямів запровадження системи навчального фізичного експерименту на основі взаємозв'язків реального та віртуального; *тестування* – на етапі визначення педагогічної ефективності пропонованої моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи для виявлення рівня опанування учнями системою емпіричних, теоретичних знань та визначення загального рівня навчальних досягнень;

- *педагогічний експеримент* – для перевірки ефективності нової моделі системи навчального фізичного експерименту на основі взаємозв'язку віртуального та реального та навчально-методичного комплексу експериментального вивчення хвильової оптики; *експертне оцінювання* – з метою оцінки педагогічної ефективності навчально-методичного комплексу експериментального вивчення хвильової оптики;

- *методи математичної статистики* – на етапі обробки результатів комплексного педагогічного експерименту для встановлення кількісних та якісних залежностей між явищами та процесами, що досліджувались, обґрунтування та встановлення правомірності висновків, сформульованих на основі результатів дослідження.

Наукова новизна виконаного дослідження полягає у тому, що:

•*вперше запропоновано* теоретичні та методичні засади інтеграції реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі;

•*вперше запропоновано* синергетичний підхід до системи навчального фізичного експерименту старшої школи та напрями практичної реалізації синергетичних принципів у контексті функціонування цієї системи;

•*вперше запропоновано* функціональну модель методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи на засадах інтеграції віртуальної та реальної його складових;

•*вперше запропоновано* методичну систему навчального фізичного експерименту старшої профільної школи на основі інтеграції реальної та віртуальної його складових та з урахуванням вимог синергетичного підходу;

•*вперше теоретично та методично обґрунтовано* освітні можливості інтеграції віртуального та реального в системі навчального фізичного експерименту та *запропоновано* методичні прийоми, що сприяють посиленню ролі емпіричної складової в пізнавальній діяльності учнів;

• *удосконалено:*

– методичні підходи до комплексного запровадження в системі навчального фізичного експерименту реального та віртуального;

– зміст, структуру та методику організації та проведення навчального фізичного експерименту з використанням навчального обладнання та інформаційно-комунікаційних технологій, орієнтованих на формування цілісної системи фізичних знань й узагальнених експериментаторських умінь;

– методичні можливості фізичного експерименту старшої школи в умовах віртуально орієнтованого навчального середовища у напрямах інтерактивності, індивідуалізації, адаптивності;

– системно-синергетичний підхід в контексті формування віртуально орієнтованого освітнього середовища як фактору поліпшення його структурної та функціональної ефективності;

• *дістали подальшого розвитку:*

– напрями розвитку системи навчального фізичного експерименту через поєднання навчального обладнання із засобами інформаційно-комунікаційних технологій та створення інтегрованих навчально-методичних комплексів;

– принцип зв'язку емпіричного та теоретичного знання через взаємопов'язане комплексне використання віртуального та реального експерименту в старшій школі.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що створено та впроваджено в навчально-виховний процес загальноосвітніх навчальних закладів:

– методичні підходи до запровадження системи навчального фізичного експерименту, що ґрунтуються на інтеграції реального експерименту та інформаційно-комунікаційних технологій;

– навчально-методичний комплекс експериментального вивчення хвильової оптики, до складу якого входить комплект приладів для проведення реальних дослідів «Оптична міні-лава» та цифровий навчальний комплект, що містить набір електронних додатків (анімації, відео, рисунки, кросворди, список корисних посилань для вчителя фізики), посібники для проведення навчального експерименту з оптики, інструкції – презентації для учнів, набір тестів для перевірки знань учнів (тести готовності, тести засвоєння, тести узагальнення);

– навчально-методичний комплекс експериментального вивчення квантової оптики та атомної фізики, до складу якого входить комплект приладів для проведення реальних дослідів, цифровий навчальний комплект та методичне забезпечення у вигляді посібника для проведення навчального експерименту, інструкції – презентації для учнів, набір тестів для перевірки знань учнів;

– навчально-методичний посібник «Оптична міні-лава та інтегрований навчальний експеримент» у 2-х частинах (рекомендований Вченою радою Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка, протокол №3 від 29.10.2007 р.(частина 1), протокол

№4 від 26.10.2015 р.(частина 2);

– навчально-методичний посібник «Інтегрований навчальний експеримент з квантової оптики та атомної фізики» (рекомендований Вченою радою Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка, протокол №4 від 26.10.2015 р.);

– 44 демонстраційних досліди, 16 фронтальних лабораторних робіт та 19 робіт фізичного практикуму, що передбачають запровадження синергетичного підходу до їх виконання, на основі нового комплекту обладнання «Оптична міні-лава» та сучасного обладнання для вивчення оптичного випромінювання; запропоновано 14 експериментальних задач та 45 навчальних проектів для реалізації їх в процесі навчання фізики;

– програму факультативного курсу «Еволюція складних систем» для 10-11 класів.

Розроблені компоненти навчально-методичного комплексу для реалізації фізичного експерименту старшої школи на основі інтеграції реального та віртуального його складових можуть бути спроектовані на навчально-виховний процес основної школи з урахуванням психолого-педагогічних особливостей учнів певної вікової групи, а також використані в системі підготовки вчителів фізики у педагогічних вищих навчальних закладах.

Результати дисертаційного дослідження впроваджено у практику роботи загальноосвітніх навчальних закладів м.Кіровограда, Кіровоградської та Черкаської областей, м.Харкова: Комунального закладу «Педагогічний ліцей Кіровоградської міської ради» (довідка №335, від 18.12.2015), Комунального закладу «Навчально-виховне об’єднання природничо-економіко-правовий ліцей – спеціалізована школа І-ІІІ ступенів №8 – позашкільний центр Кіровоградської міської ради» (довідка №553, від 18.12.2015), Кіровоградської гімназії нових технологій навчання (довідка №469, від 20.11.2015), Маловисківської ЗОШ №3 І-ІІІ ст. Кіровоградської області (довідка №301 від 19.11.2015), Тарасівського навчально-виховного комплексу «ЗОШ І-ІІІ ст. – дошкільний навчальний заклад» Новгородківської районної ради Кіровоградської області (довідка №286

від 27.11.2015), Смілянської ЗОШ І-ІІІ ст. №14 Черкаської області (довідка №319 від 27.11.2015), Леськівської ЗОШ І-ІІІ ст. Черкаської районної ради Черкаської області (довідка №292 від 02.12.2015), Харківської гімназії №14 Харківської міської ради (довідка №325 від 19.12.2015), Харківської ЗОШ №51 І-ІІІ ст. Харківської міської ради.

Особистий внесок здобувача у працях, виконаних у співавторстві:

– у працях [81, 83, 84] автору належить опрацювання досліджень та розробка методичної системи навчального фізичного експерименту з оптики та атомної фізики на основі нового комплекту, розробка теоретичних основ віртуального та реального у вивченні оптики, безпосередня участь у розробці та впровадженні методичних рекомендацій щодо використання в процесі навчання фізики навчально-методичного комплексу експериментального вивчення оптики.;

– [87] – автором розроблялися тестові завдання до розділів «Хвильова оптика», «Квантова фізика», «Атомна і ядерна фізика»;

– [331, 320] – автором здійснене визначення концептуальних положень проблеми дослідження та їх теоретичне обґрунтування, участь у підготовці методичного забезпечення;

– [322] – сформульовані теоретичні положення, запропоновані авторські підходи до визначення віртуального як технологій навчання;

– [334, 347] – здійснене теоретичне обґрунтування та розробка моделей;

– [317] – здійснена конкретизація теоретичних положень запровадження інформаційних технологій в навчальному експерименті з механіки;

– у працях [326, 350] автору належить теоретичне обґрунтування реалізації в системі навчального фізичного експерименту сучасних підходів з урахуванням нових функцій, що виконує експеримент у старшій школі.

– у праці [332] виділені методичні підходи та конкретні напрями запровадження інформаційно-комунікаційних технологій в процес навчання

фізики та у системі навчального фізичного експерименту.

Апробація результатів дослідження. Основні результати дослідження доповідались на науково-практичних конференціях різного рівня:

міжнародних: «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (м.Кіровоград, 2011-2015 р.), «Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній та вищій школі» (м.Херсон, 2012 р., 2013 р.), «Физическое образование: проблемы и перспективы развития» (г.Москва, 2014 г.), «Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю» (м.Кам'янець – Подільський, 2015 р.), «Перша міжнародна конференція з адаптивних технологій управління навчанням. ATL – 2015» (м.Одеса, 2015 р.), «Проблеми математичної освіти. ПМО – 2015» (м.Черкаси, 2015 р.), «Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі» (м.Кривий Ріг, 2012 р., 2013 р.), «Сучасна вища освіта: реалії, проблеми, перспективи» (м.Кременчук, 2015 р.), «Modern problems of education and science» (м.Будапешт, січень 2014 р.), «Pedagogy of 21st century: teaching in the world of constant information flow» (м.Будапешт, серпень 2014 р.), «Стратегія якості в промисловості та освіті» (м.Варна, 2015 р.);

всеукраїнських: «Засоби реалізації сучасних технологій навчання» (м.Кіровоград, 2001-2003, 2005 р.), «Методичні особливості викладання фізики на сучасному етапі» (м.Кіровоград, 2004 р.), «Сучасні проблеми дидактики фізики» (м.Кіровоград, 2006-2008 р.), «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (м.Кіровоград, 2009-2010 р.), «Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі» (м.Кривий Ріг, 2010 р.), «Управління якістю підготовки майбутніх вчителів фізики та трудового навчання» (м.Кам'янець – Подільський, 2008 р.), «Чернігівські методичні читання з фізики» (м. Чернігів, 2002, 2007, 2012, 2015 р.), «Сучасні тенденції розвитку природничо-математичної освіти» (м.Херсон, 2002 р.), «Інформаційно-комунікаційні технології навчання» (м.Умань, 2014 р.), «Інформаційні технології у професійній діяльності» (м.Рівне, 2015 р.),

«Психолого-педагогічні та політичні проблеми у трансформаційних процесах українського суспільства» (м.Кременчук, 2014 р.), «Проблеми сучасного підручника» (м.Київ, 2014 р.);

регіональній: «Роль освіти для економічного, соціального та культурного розвитку» (м.Кіровоград, 2003 р.);

на Міжнародному інтернет-семінарі «Хмарні технології в освіті» (м.Кривий Ріг, 2013 р.); *міжнародній інтернет – конференції* «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании - 2014» (проект SWorld).

З метою обговорення та оцінки створене автором навчальне обладнання та пропонована методична система були представлені на методичному семінарі кафедри фізики та методики її викладання КДПУ ім.В.Винниченка (м.Кіровоград) та Всеукраїнському семінарі в НПУ ім.М.П.Драгоманова "Актуальні питання методики вивчення фізики та астрономії в середній та вищій школі" (м.Київ), на курсах підвищення кваліфікації вчителів фізики в обласному ІППО імені Василя Сухомлинського (м. Кіровоград).

Основні результати дослідження опубліковані у 62 наукових працях, серед них: одна монографія; 4 навчальних посібники; 3 навчально-методичні посібники; 30 статей у виданнях, зареєстрованих ВАК України як фахові з педагогічних наук, з яких 22 одноосібні; 9 статей у наукових періодичних виданнях інших держав або наукометричних виданнях України, з яких 6 одноосібні. До праць, які додатково відображають результати дослідження належать 4 статті та 11 тез доповідей у збірниках наукових праць і матеріалах конференцій.

Кандидатська дисертація на тему "Графічний метод дослідження природних явищ у шкільному курсі фізики" захищена у 2000 році. Матеріали кандидатської дисертації у даному дослідженні не використовувались.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІНТЕГРАЦІЇ РЕАЛЬНОГО ТА ВІРТУАЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ СТАРШОЇ ШКОЛИ

1.1. Аналіз підходів до визначення віртуально орієнтованого навчального середовища з фізики

В останні десятиліття виникли нові підходи в науці та освіті (синергетика, екологія, ергономіка та інші), з'явилися інформаційні технології, які не тільки спричинили появу нових професій, а й змінили практичну діяльність людини в багатьох галузях. Однією з нових світоглядних систем, які отримали свій розвиток останнім часом, є віртуалістика, яка дозволяє концептуалізувати з різних позицій (філософських, культурних, соціальних, психологічних, педагогічних, природничо-наукових і т.д.) віртуальність, зробити її предметом наукових досліджень та практичних перетворень. Розуміння цього поняття дозволить знайти правильні методологічні підходи до визначення віртуально орієнтованого навчального середовища, що є актуальним з огляду на тему нашого дослідження.

Саме поняття "віртуальний" набуло свого поширення без уточнення його змісту. Це призвело до того, що з часом змістовий спектр дефініції виявився ще більш розмитим. З одного боку, віртуальне вживають синонімом уявного, умовного, удаваного, фіктивного, симулятивного, можливого, потенційного, або такого, що не підлягає спостереженню, з іншого – дійсного, фактичного, актуального, візуально представленого.

За короткий термін (останні 10–15 років) поняття "віртуальний" та "віртуальна реальність" набули міждисциплінарного статусу. Їх використовують не лише у квантовій механіці, комп'ютерних науках, ергономіці, але й у психології, педагогіці, медицині, соціології.

Широке використання як у науці, так і в повсякденному житті, цих понять, їх смислова поліфонія, складність і неоднозначність феноменів віртуального і віртуальної реальності висувають проблему їх всебічного обґрунтування.

Віртуальність в її широкому розумінні і різноманітних проявах властива в тій чи іншій мірі будь-яким видам пізнавальної діяльності: науковій, філософській, художній, естетичній та ін.(І.А.Ачкурін [34], І.А.Ніколаєв [275], М.Б.Садиков [315]). З культурних позицій розглядається безліч віртуальних реальностей, що народжуються в процесі дії на наші органи чуття: музична; віртуальність, що створюється запахами; зорова; віртуальність, пов’язана з комп’ютерами, телебаченням, образотворчим мистецтвом (Р.А.Нуруллін [283]). Феномен віртуальності також активно обговорюється у філософській літературі як спосіб буття системних і тотальних властивостей; у контексті онтологічної невизначеності і позбавленості основних предикатів дійсного буття, тобто спостереження того, що в реальності не спостерігається (С.С.Хоружій [404]); в рамках категоріальних рядів «матеріальне – ідеальне» (Т.А.Кирик [197]); як носій психологічного і антропологічного аспектів, з метою оцінки можливостей віртуальної психології і віртуальної людини (Н.А.Носов [280-282]); досліджуються етапи становлення віртуальної культури, культурологічні і аксіологічні аспекти віртуальності (І.А.Акчурін, Л.П.Тімофєєва [390]); вивчається зв'язок віртуальності і творчості (Р.А.Браже); з’ясовується гносеологічна природа і методологічні функції віртуальної реальності (Б.К.Лєбєдєв [234]); досліджуються уявлення про віртуальність в точних науках і віртуальні витоки життя (В.Д.Ерекаєв [438], К.Х.Хайруллін [401]); обговорюється виникнення Homo Virtualis, людини, орієнтованої на віртуальність (Л.П.Тімофєєва [390]); досліджується зв'язок віртуальної реальності з феноменом комп’ютеризації; конструюються концепції віртуальних технологій; оцінюються неминучі негативні впливи феномена віртуальності, зокрема, інтернетоманія та віртуальна наркоманія.

Педагогіка як наука, що безпосередньо пов’язана з усіма тенденціями в розвитку суспільства, реагує на зміни та новації, що відбуваються в усіх компонентах соціальних систем, не могла залишити поза увагою поняття «віртуального» та його зв'язок з освітніми процесами.

В педагогіці розглядаються різні аспекти віртуальності, перш за все пов’язані з процесами комп’ютеризації навчання та створення віртуально орієнтованого навчального середовища: проблеми проектування автоматизованих навчальних систем і спеціальних навчальних предметних середовищ, заснованих на технологіях віртуальної реальності (І.В. Роберт [308], Т.О. Сергєєва та ін.); питання створення умов для формування інформаційної культури й креативності особистості в процесі організації навчання в інформаційно-освітніх середовищах (Л.І. Долинер [144], І.Г. Захарова [169], К.Г. Кречетникова [222], Е.С. Полат [296]); організація та управління навчальною діяльністю в комп’ютерно орієнтованому середовищі (П.С. Атаманчук [31, 33], В.Ю. Биков [51, 53], М.І. Жалдак [153, 155]); інтегративні підходи до створення засобів нових інформаційних технологій (С.П. Величко [80, 86, 88, 90], В.В. Гриншкун [129], В.П. Мозолін [263] та ін.); розробка теоретичних питань відкритої освіти й дистанційних освітніх технологій (А.А. Андрєєв [6, 7], Н.О. Корсунська [213], В.М. Кухаренко [228], Ю.А. Пасічник, Е.С. Полат [296], В.П. Тихомиров, Е.В. Ширшов [426]); організація навчальної діяльності у комп’ютерно орієнтованому навчальному середовищі та проектування інформаційно-освітнього середовища (Ю.О. Жук [158-161], В.Ф. Заболотний [162], О.І. Іваницький [182, 183], О.П. Пінчук [293, 294], О.М. Соколюк [285]) та інші.

Саме поняття віртуальності не є новим. Зокрема у філософії воно має історію, практично порівняну з історією існування самої філософії та й науки взагалі. Виникнення проблематики віртуальності в західноєвропейській філософії пов'язано з формуванням об'єктивного ідеалізму Платона, згідно якого оточуюча нас дійсність – це всього лише ілюзія, що є проявом Абсолюту, або дійсної реальності, недоступної для пізнання.

Важливу роль поняття “віртуальний” відіграє у середні віки. Поняття “virtus” вживається для позначення способу присутності абсолютного в одиничному, унікальному, й одночасно несутнісної наявності індивідуального у першосущому. Тобто, за допомогою цього поняття здійснюється взаємозв’язок реального з усіма формами його існування, які не можуть бути представлені актуально. Все в усьому вважається присутнім віртуально: Абсолют у створеному; прості речі в складних; форми, сутності більш низького рівня через збереження якостей, що їм властиві, у формах більш досконалих. Присутність Абсолютного в індивідуальному виражена не наявністю, а ефективністю, дієвістю, креативністю, що за умови високої інтенсивності здатні привести до першого початку, до Абсолюту.

Присутність унікального індивіда у першій сутності, в свою чергу, виражена в здатності останньої містити у собі не тільки сутнісні, загальні властивості всіх родів і видів, індивідів, але й властивості, що розділяють індивідів, надають їм унікальну неповторність. Завдяки використанню поняття “virtus” Ф. Аквінським, І. Скотом переосмислюються аристотелівські категорії “можливість” і “дійсність”, “форма” і “матерія”, а також проблеми індивідуалізації, зв’язку універсального та унікального. Крім того, поняття “virtus” використовують для позначення вищої духовної здібності та здібності до пізнання, для позначення сили, дієвості, креативності, можливості понятійного вираження випадкових властивостей, що розділяються, індивідуальної речі (С. Брабантський [74], Ф. Аквінський [279], І. Скот [446]). Віртуальним, спираючись на середньовічне розуміння, можна назвати і створений світ (Микола Кузанський [225]).

Незважаючи на досить багатий зміст поняття “віртуальний”, предметом спеціального розгляду в цей час воно не було.

У класичній філософії і науці внаслідок становлення механістичної картини світу зникає потреба у понятті “віртуальний”. Воно не узгоджується з механістичною картиною світу, де знімається питання про становлення, про

ступінь і спосіб буття та, відповідно, про різні рівні реальності. Проблема віртуального надовго випадає з розгляду.

Наука, що виникла в XVII ст., експериментально-математичне природознавство, яке сформувало «наукову картину світу», спробувало принципово виключити дуалізм та ієрархію різних реальностей. Проте віртуальність проникла у науку Нового часу і зіграла істотну роль завдяки варіаційним принципам під час пояснення переміщень у просторі.

У сферу філософського вживання поняття “віртуальний” потрапляє знову лише на початку XX століття. Через значну перерву в його використанні воно у більшості випадків втрачає той багатий зміст, яким наділялося у середні віки. Воно розглядається у контекстах діяльності свідомості і несвідомого, пов’язується зі світом уявлень (А. Бергсон [45]), зі смисловою багатозначністю понять і тексту та багатозначністю їхнього прочитання, тобто сприйняття людиною літературних творів (Р. Інгарден [447]). Можливим стає розгляд віртуального як особливого роду реальності (наприклад, Двійника театру), буття і пояснення причин його існування (А. Арто [440]).

Уявлення про віртуальність у класичній фізиці, як, втім, і уявлення про віртуальні частинки в квантовій фізиці XX ст., не надали істотного впливу на його загальний розвиток. Вплив ідей віртуальності став помітним зі створенням комп'ютерів, інформаційних технологій, з появою мережі Інтернет. Зростання актуальності його використання обумовлюється винятково розвитком технологій віртуальної реальності – засобів імітації, за допомогою яких людина може одержати відчуття псевдореальності штучно створеного середовища. Саме ефективність, поліфункціональність імітаційних технологій разом з незвичайністю словосполучення “віртуальна реальність” стали поштовхом до актуалізації поняття “віртуальний”, стрімкого розширення сфери його вживання; поштовхом концептуального оформлення ідеї “віртуальної реальності” у різних галузях знання і діяльності людини. Увага до феномену віртуального актуалізується як у тих наукових дисциплінах, в яких воно

існувало раніше (фізика), так і в тих, для яких воно абсолютно нове (логіка, соціологія, психологія, медицина, педагогіка).

Віртуальна реальність, як і об'єктивна, говорячи мовою філософів, дається людині через її відчуття, в її уяві. Проте, якщо об'єктивна реальність відображається людською уявою, то віртуальна реальність цілком і повністю є плодом такої уяви. Отже, віртуальна реальність — це реальність, яка може змінюватися завдяки нашій уяві, виникати тоді і там, коли і де ми побажаємо, щоб вона виникла.

Цілісного і комплексного уявлення про феномен віртуальної реальності, зважаючи на його новизну (ВР-технології набули розповсюдження лише наприкінці XX сторіччя), не існує.

Термін «віртуальна реальність» ввів Джарон Ланьєр. У 1984 році вперше в журналі «Scientific American» з'явилось його інтерв'ю про створення мови програмування Embrace, призначеної для навчання у світі віртуальної реальності. Саме це інтерв'ю стало початком використання терміну «віртуальна реальність», який і запропонував Ланьєр. За його означенням віртуальна реальність – це імерсивна та інтерактивна імітація реальних і вигаданих середовищ, тобто деякий ілюзорний світ, у який занурюється і з яким взаємодіє людина, причому створюється цей світ імітаційною системою, яка здатна формувати відповідні стимули в сенсорному полі людини та сприймати його реакції у відповідь в моторному полі у реальному часі. У фантастичній літературі віртуальна реальність є засобом спілкування людини з кіберпростором – деяким середовищем взаємодії людей і машин, що створюється в комп'ютерних мережах.

Віртуальною реальністю різні дослідники називають досить різні феномени, тому взяті окремо їх інтерпретації не дають ані узагальненого її визначення, ані вичерпного обґрунтування. Кожне з трактувань формується у рамках певної дослідницької парадигми і розглядає як віртуальні ті явища, що входять у поле досліджень цієї парадигми. Наприклад, у М. Носова концепція віртуальної реальності формується як теоретичне узагальнення досліджуваних

ним психологічних явищ [280]. Л. Мікешіна та М. Опенков дають визначення віртуальної реальності, ґрунтуючись на підході М. Носова, але розширюють його за рахунок включення явищ, що досліджуються епістемологією, проблем розуміння як збагнення істини, реальності [260]. Інтерпретація віртуальної реальності С. Хоружим формується в межах проблеми ісіхазму, що ним вивчається. Загальним для всіх цих концепцій у поясненні феномену віртуальної реальності є розуміння недостатності суб'єкт-об'єктного схематизму, лінійного причинно-наслідкового і просторово-часового її представлення, тобто врахування нелінійності процесів, що пов'язані з віртуальною реальністю та існування зворотного зв'язку, тобто суб'єкт-суб'єктної схеми взаємодії людини і віртуальної реальності [404]. З точки зору розв'язання завдань нашого дослідження можна стверджувати, що феномен віртуальної реальності, його вплив на процеси, що відбуваються в освіті, не розглядався, але означені вище властивості віртуальної реальності мають важливе значення для розвитку освітніх систем і розробки сучасних освітніх середовищ.

Д. Репкін у своїй статті «Віртуальна реальність» визначає останню як реальність, відмінну від дійсного, матеріального світу, основою якого будуть нематеріальні поняття – інформація, думки й образи [307]. Згідно з його концепцією, те, що може бути відчуте, пережите, сприйняте є реальністю для людини. Людина має справу не з речами, а з образами цих речей, які закарбувалися, як відбиток, на почуттях людини.

Підхід Д. Репкіна означає, що єдиної об'єктивної реальності може об'єктивно і не існувати. Це може означати те, що і константна, і віртуальна реальність за силою свого впливу на суб'єкт еквівалентні [307]. Цілком погоджуючись з основними ідеями автора про властивості віртуальної реальності, не можна не відзначити неправомірність відходу від зв'язку віртуальної реальності з інформаційними технологіями, особливо по відношенню до розуміння цього поняття в площині його використання в освіті.

Дещо інший підхід до визначення віртуальності дає О. Лутовінова у своїй роботі «Віртуальний дискурс: до визначення поняття» [244]. Вона протиставляє матеріальне та ідеальне на зразок того, як віртуальне протиставляється реальному. Автор розглядає реальність як щось дійсно існуюче, відчутне, тобто те, що можна почути, побачити, помацати. Віртуальність же, на думку О. Лутвінової, постає як сукупність інформації, думок і образів. Вона зазначає, що реальність – це факт, це те, що є «тут і зараз», а віртуальність в свою чергу потенціальна, як і всі її компоненти, можливі для реалізації «десь і колись». Таким чином, з точки зору О.Лутовінової, віртуальність глобальна, а реальність – локальна, суворо окреслена і визначена, має своє фізичне втілення й оточення. Дана концепція розроблялася О. Лутвіновою для опису віртуальності спілкування в соціальних мережах. Діалог на зразок «людина – ЕОМ» фігурує в її роботі як приклад головної відмінності електронної комунікації від усної чи документальної, проте, дана схема («людина – машина – людина») поступово розширюється для моделювання та пояснення такого феномену як віртуальний дискурс [244]. Деякі висновки даного дослідження, зокрема пояснення ролі і місця віртуальної реальності у взаємодії людини із засобами ІКТ, мають важливе значення для визначення місця і ролі віртуальної реальності в освітніх процесах.

С.Хоружий, на наш погляд, справедливо зазначав, що "у сфері комп'ютерних технологій та маскультури, культури року і кліпу ... перцептивний апарат людини весь перебудовується і налаштовується на віртуальність, входить в особливий віртуальний режим". Віртуальність – це недовтілена реальність. Вона є симптомом "енергетичного занепаду людини та світу – занепаду не кількісного, а якісного" [404, с.67]. Такі висновки С.Хоружого цілком підтверджуються тими процесами, які відбуваються в суспільстві і, зокрема, в освіті, коли дуже часто перебільшується роль ІКТ, які неправомірно замінюють традиційні підходи, що дають високі результати у навчанні. Тому, на нашу думку, є дуже важливим виявлення усіх особливостей віртуальної реальності, які вона проявляє в освітніх середовищах, її

взаємозв’язку з об’єктивною реальністю, обґрунтування сучасних підходів до процесу навчання в умовах, коли навчальне середовище стає віртуально орієнтованим.

Остаточне розуміння поняття віртуальної реальності неможливе без виявлення її продуцентів у різні періоди розвитку суспільства (рис.1.1). Можна виділити три основні періоди розвитку: доіндустріальний, індустріальний та новітній (постіндустріальний), у які різні об’єкти ставали джерелами виникнення віртуальної реальності.

Новітня епоха принесла в якості продуцента електронні засоби – мультимедіа як засіб передачі інформації (враховуючи Інтернет, мобільний зв'язок та ін.), що не змінюючи сутності інформативної частини, змінює форму її передачі. Новизна системи віртуальної реальності виражається в нових елементах комунікації. Інтерактивність стає ключовим принципом електронного спілкування, для здійснення якого використовуються різні графічні зображення, що дозволяють коротко передавати емоційний стан людини (смайли).



Рис. 1.1. Продуценти віртуальної реальності в різні періоди розвитку суспільства

Названі джерела віртуальної реальності мають спільні властивості, характерні для будь-якого виду віртуальної реальності, але кожен з них має і свої особливості.

Віртуальна реальність, незалежно від її "природи" (фізична, психологічна, соціальна, біологічна, технічна та інші), має наступні властивості: породження, актуальність, автономність, інтерактивність [282, с.13], які є характеристиками й віртуально орієнтованого навчального середовища.

Породженість. Віртуальна реальність продукується активністю якої-небудь іншої реальності, зовнішньої по відношенню до неї.

Актуальність. Віртуальна реальність існує актуально, тільки «тут і зараз», тільки поки активна реальність, що її породжує.

Автономність. У віртуальній реальності свій час, простір і закони існування (у кожній віртуальній реальності своя «природа»).

Інтерактивність. Віртуальна реальність може взаємодіяти з усіма іншими реальностями, у тому числі і з тією, що її породжує, як онтологічно незалежна від них.

Однією з перших історико – теоретичних робіт про віртуальну реальність стала книга американського журналіста Ф.Хемміта "Віртуальна реальність" (1993) [445].

Ф.Хемміт відзначив, що неузгодженість відповідних даних із перцептивною системою людини може призвести до дисонансу сприйняття, значущих дезорієнтацій і психонервових захворювань. Він також зафіксував серйозні труднощі в розвитку технологій віртуальної реальності, пов'язані, перш за все, з необхідністю створення комп'ютерів гігантської потужності для обробки графічних зображень. Проте ці технології знайшли найширше функціональне застосування насамперед у виробничому комп'ютерному дизайні, системах телеприсутності (дистанційного керування за допомогою телекамер), навчально-тренувальних системах. Освіта і розваги, на думку

Ф.Хемміта, з якою ми повністю погоджуємось, складають і тепер найбільш перспективні напрями застосування технологій віртуальної реальності.

В освіті системи віртуальної реальності мають дуже серйозні перспективи не лише у напрямі створення навчальних посібників, віртуальних лабораторних робіт, демонстрацій та інших електронних засобів начального призначення, а й *як основа віртуально орієнтованого навчального середовища.*

Для характеристики сучасного навчального середовища існує значна кількість термінів та їх різних означень. Серед них: відкрите навчальне середовище (open learning environment), середовище дистанційного навчання (distant learning environment), інтерактивне середовище (interactive environment), інформаційно-педагогічне середовище навчання, інформаційно-освітнє середовище, інформаційне середовище навчання, комп'ютерно орієнтоване навчальне середовище, віртуальне навчальне середовище, хмарно орієнтоване середовище та інші. Спільним для всіх зазначених понять і термінів є те, що в них йдеться про навчальне середовище, яке характеризується використанням мережевих та інформаційних технологій для підтримки процесу навчання.

Н. І. Клокар [199], М. А. Скиба [364] виокремлюють поняття "інформаційно-педагогічне середовище навчання" і трактують його як інформаційне середовище, у якому відбувається особистісно орієнтований процес навчання, що характеризується певними критеріями його оцінювання, чітким описом його результатів і методів їх досягнення.

Р. О. Павлюк у своєму дослідженні використовує термін "віртуальне педагогічне середовище", яке, на його думку, забезпечує процес творчої взаємодії учасників навчання, виступає засобом, що стимулює до розвитку творчої уяви, фантазії, тобто спрямоване на активізацію всіх креативних потенцій індивіда з подальшим їхнім розвитком [289].

Досить повний та детальний аналіз таких понять, на нашу думку, подано у праці Н. В. Сороко [374]. Зрозуміло, що як би не називалося нове середовище, воно пов'язане з процесами віртуалізації освіти, впровадженням різноманітних електронних засобів навчального призначення.

Оскільки комп'ютерні системи увійшли в навчальний процес досить давно (понад 30 років), то можна стверджувати, що проблемі використання інформаційних технологій у процесі навчання, зокрема фізики, присвячено достатня кількість наукових та науково-методичних праць і досліджень.

Останнім часом з'являються дослідження, присвячені віртуалізації освіти, в яких розглядаються різні прояви цього феномену [410]. Зокрема, наголошується, що віртуалізація освіти відкриває принципово нові можливості для вирішення двох найважливіших та найактуальніших проблем сучасності. До першої із зазначених проблем автори відносять підвищення *доступності* якісної освіти (у тому числі для осіб з обмеженими фізичними можливостями). До другої з таких проблем вони відносять проблему *неперервності* процесу освіти протягом усього людського життя, що вже сьогодні є загальновизнаною вимогою, яка проголошена в документах ЮНЕСКО (Policy Paper for Change and Development in Higher Education, 1995) та Європейського Союзу (Меморандум про неперервну освіту Комісії Європейського Союзу від 30 жовтня 2000 р.). Зрозуміло, що це не усі проблеми, які можна вирішити, запроваджуючи ІКТ у навчанні. Переваги віртуалізації освіти полягають і в тому, що така система дозволяє реалізувати можливості самоосвіти, забезпечує умови для якісної освіти у відповідності з індивідуальними можливостями, здібностями, нахилами і потребами учнів, створює найоптимальніші умови для їхньої самореалізації, що є вельми актуальним в аспекті реалізації сучасної синергетичної парадигми освіти.

Сутність процесу віртуалізації освіти детально розглянута нами у [321] та у додатку А.

У той же час слід зазначити, що віртуальна система не може бути визнана повноцінною, оскільки вона принципово не здатна повністю замінити особистий контакт учня і педагога, процеси їх особистого спілкування. Тому віртуалізація освітніх середовищ, науково обґрунтоване використання елементів технологічної системи віртуального навчання, на нашу думку, призведе до становлення принципово іншої системи освіти.

З огляду на зазначене можемо констатувати, що сучасний етап розвитку освіти характеризується не лише урізноманітненням та збільшенням кількості програмних засобів, які використовуються в навчальному процесі, а й створенням особливого освітнього середовища, яке співіснує з середовищем традиційного навчання, одночасно змінюючи його, розширюючи можливості, створюючи умови реалізації нових форм і методів навчання. Ми будемо називати його *віртуально орієнтоване навчальне середовище.*

Взагалі, віртуально орієнтоване навчальне середовище – поширений термін, на прикладі якого можна проілюструвати, що в це поняття або деякі синонімічні до нього поняття може вкладатися різний зміст.

Віртуально орієнтоване навчальне середовище розглядають як:

- програмно-телекомунікаційне середовище, що забезпечує єдиними технологічними засобами інформаційну підтримку й організацію навчального процесу, наукові дослідження, професійне консультування слухачів вищого навчального закладу [1];
- це частина педагогічної системи, що відображає певні її зв'язки й елементи. Під віртуальним інформаційно-освітнім середовищем розуміють інформаційно-освітній простір, побудований за допомогою інтеграції інформації на традиційних і електронних носіях, комп'ютерно-телекомунікаційних технологій взаємодії, що включають віртуальні бібліотеки, розподілені бази даних, оптимально структурований навчально-методичний комплекс і розширений апарат дидактики, у якому (середовищі) діють принципи нової педагогічної системи [292];
- це програмно-телекомунікаційне, віртуальне, педагогічне середовище з єдиними технологічними засобами ведення начального процесу, його інформаційною підтримкою і документуванням у середовищі Інтернет будь-якої кількості навчальних закладів, незалежно від професійної спеціалізації (рівня освіти, що пропонується), організаційно-правової форми і форми власності [99].

Отже, практично всі тлумачення даного терміну полягають у тому, що під віртуально орієнтованим навчальним середовищем розуміють програмне забезпечення або платформу, яка застосовується для надання освітніх послуг, інформаційної підтримки процесу навчання тощо.

Проблеми теоретичного обґрунтування та створення віртуально орієнтованого навчального середовища з фізики розглядали у своїх працях В.Ю. Биков [50, 51, 53], С.П. Величко [50, 80, 83, 91], А.М. Гуржій [132-135], О.М. Желюк [155, 156], Ю.О. Жук [50, 209, 285], І.В. Соколова [148, 209], П.К. Соколов [148, 209, 285], О.М. Соколюк [148, 209, 285], М.І. Шут [430, 431] та інші.

У дослідженнях цих авторів визначається, що сучасне навчальне середовище з фізики є віртуально орієнтованим. Віртуалізація навчального середовища пов’язана насамперед з широким застосуванням у процесі навчання фізики інформаційно-комунікаційних технологій.

Так, у дослідженні Ю.О. Жука [159] до складу такого навчального середовища включаються матеріальна та інформаційна складові, які мають безпосередній вплив як на організацію діяльності суб’єктів навчання, так і забезпечують можливість отримання результатів за конкретними, заздалегідь сформульованими завданнями.

В.Ю. Биков [53] дає поняття «хмаро орієнтованого навчального середовища» як ІКТ-середовища навчального закладу, в якому окремі дидактичні функції передбачають доцільне координоване та інтегроване використання сервісів і хмарних технологій.

Навчальне середовище розглядає в своєму дослідженні В. Д. Шарко [417]. До структури останнього науковець включає: інформаційну, матеріальну, технологічну, соціальну складові.

Структура віртуально орієнтованого навчального середовища визначає його внутрішню організацію, взаємозв’язок і взаємозалежність між його елементами.

Ми поділяємо думку Л.Ю. Благодаренко [56], що елементи (складові) навчального середовища виступають, з одного боку, як його атрибути, що визначають змістовну і матеріальну наповненість середовища, а, з іншого – 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.

Склад віртуально орієнтованого навчального середовища визначається і трактується з точки зору функцій складових системи та їх місця у технології навчання. Умовно виділяють інтелектуальне забезпечення (зміст навчання, система навчальних впливів, що реалізуються суб'єктами навчання – учителями і учнями) і матеріальне забезпечення (навчальні приміщення, засоби навчання, підручники тощо) [323].

До складу інтелектуального забезпечення відносять, зокрема, носії знань як суб'єкти (учитель, викладач), носії даних як ресурси (книга, електронні засоби навчального призначення тощо).

З точки зору управлінських підходів прийнято виділяти суб'єкт навчання, яким може бути: учень, студент, навчальна група, об'єкт управління – процес навчання і суб'єкт управління – вчитель. Такий підхід ґрунтується на розумінні процесу навчання як керованого, у 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, здійснюється 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 навчально-пошукової діяльності, можуть трактуватись як сигнали зворотного зв'язку, за результатами

інтерпретації яких (безпосередньої або опосередкованої) здійснюється управління цією діяльністю.

Реалізація навчального середовища практично неможлива без сукупності матеріальних об’єктів, які використовуються у діяльності учасників навчально-виховного процесу, деякі з яких набувають при цьому ознак засобів навчання і виховання. У цьому сенсі до поняття навчальне середовище прийнято відносити сукупність матеріальних об’єктів і зв’язків між ними, які утворюють систему, призначену для забезпечення навчальної діяльності суб’єктів навчання [230].

Віртуально орієнтоване навчальне середовище з фізики відкриває нові можливості для застосування інформаційних технологій у процесі навчання, задовольняючи умови розвивального навчання, враховує вимоги профільного навчання та ґрунтується на методологічних засадах діяльнісного, особистісно орієнтованого та компетентнісного підходів. Необхідною складовою такого середовища є навчальний фізичний експеримент та обладнання, що використовується для забезпечення навчального процесу, а також електронні засоби навчального призначення, до яких належать програмні засоби навчального призначення, електронні бази даних з відповідним наповненням (бібліотеки наочностей, довідники тощо) [133].

Необхідно враховувати, що пізнавальна діяльність школяра здійснюється в такому середовищі, структура й складові якого відображають сучасний рівень технологічного розвитку суспільства та уявлення організаторів навчального процесу, які домінують сьогодні. Віртуально орієнтоване навчальне середовище з фізики має свої специфічні властивості, оскільки у шкільному курсі фізики вивчається реальний навколишній світ на основі, перш за все, експериментальних методів. Віртуалізація дещо відводить учня від реальності, а навчальний експеримент взагалі стає ідеальним. Названі аспекти, на нашу думку, можуть бути повноцінно враховані в структурі нового навчального середовища з фізики, що передбачає інтеграцію віртуального та

реального навчального фізичного експерименту, якщо врахувати психолого-педагогічні особливості самого середовища та поведінки в ньому учня.

1.2. Психолого-педагогічні основи запровадження реального та віртуального в процесі навчання фізики учнів старшої школи

У зв'язку із процесами, що відбуваються в освіті, які пов'язані з віртуалізацією навчального середовища загальноосвітніх та вищих навчальних закладів, постає проблема з'ясування особливостей поводження людини в цьому просторі та виявлення впливу віртуальної реальності на психологічний стан людини.

У психології питання віртуальності почали розглядатися не так давно, проте достатньо швидко захопили інтерес фахівців.

Віртуальна психологія дуже молода галузь психології, її історія налічує близько десяти років. Базовою філософською ідеєю, на якій будується віртуальна психологія, є ідея поліонтичності, що передбачає розгляд психіки як сукупності онтологічно різнорідних реальностей, що не зводяться одна до одної.

Під реальністю будемо розуміти сукупність усього матеріального навколо нас, навколишній світ, що сприймається нашими органами чуття та незалежний від нашої свідомості.

Як було показано раніше, віртуальна реальність – не лише породження комп'ютерної епохи. Виходячи з означення терміну «віртуальний», уся література, образотворче мистецтво, кінематограф і, навіть, проекти машин, що виконані в кресленнях та розрахунках, але не втілені, є віртуальною реальністю.

Взагалі, віртуальну реальність визначають в залежності від того, в якій галузі проводиться дослідження. У рамках психології та педагогіки віртуальну реальність визначають як сферу діяльності, в якій взаємодія об'єктів опосередкована електронними носіями інформації, або як неможливе (уявне)

буття, яке існує актуально, але не є матеріальним (несубстанціальне) і тимчасовим.

Ідея віртуальності отримує все більш широке визнання в психології. Є багато конкретних понять, пов’язаних з віртуальністю: віртуальний об'єкт, віртуальний суб'єкт, віртуальний образ, віртуальний дисплей, віртуальний прототип, віртуальне поле зору і т.д.

Предметом віртуальної психології є психологічні характеристики людини в різних віртуальних світах і кібернетичних просторах; стереотипи і установки людей щодо діяльності, в якій взаємодія об'єктів опосередкована електронними носіями інформації; психологічна сутність такої сфери діяльності, а також освіта і виховання, опосередковані електронними носіями інформації.

Психологічна віртуальна реальність – це один з видів віртуальної реальності. Психологічна віртуальна реальність є віддзеркаленням в самообразі характеру актуалізації образу. [280, с. 56]

Самообраз, на відміну від образу володіє рефлективністю, тобто відображає в психіці її ж поточні стани.

У самообразі, на відміну від образу самого себе, поданий не весь зміст психіки (світогляд, самооцінка і т.д.), а тільки виконуваний акт діяльності, незалежно від того, чи є цей акт зовнішнім, чи психічним.

На відміну від віртуальної реальності, яка породжена та існує актуально, реальність, що її породжує та існує незалежно від віртуальної, називають константною реальністю.

У психологічній віртуальній реальності виділяються два режими її функціонування або, іншими словами, два стани віртуальної реальності: нормальний, ординарний, відповідний нормальному процесу актуалізації образу, який називають консуетальним режимом (від латинського consuetus: нормальний, звичайний), і незвичайний, екстраординарний, відповідний екстраординарному характеру процесу актуалізації образу, що називають віртуал.

Консуетальний режим – консуетал – той, в якому ми весь час перебуваємо, якщо не знаходимося у віртуальному режимі, тобто якщо образ актуалізується, з нашої точки зору, нормально, а діяльність здійснюється саме так, як вона повинна, на нашу думку, відбуватися. Консуетал – це такий же нормальний природний стан, як і тиск атмосферного стовпчика.

Інший режим психологічної віртуальної реальності – віртуал. Віртуал є одиницею віртуальності. Це своєрідний «квант» віртуальної реальності. Важливим моментом тут є саме «злиття» сприйняття віртуала зі сприйняттям повсякденної реальності. Людина мислить, переживає, знаходиться у віртуалі не як у власній суб'єктивній реальності, а як у реальності об'єктивній, тобто на цей час віртуальна реальність стає для нього константною.

Віртуал визначають як узагальнену назву для віртуальних подій, віртуальної реальності, сукупності віртуальних реальностей. Віртуал, на відміну від інших психічних похідних, таких як уява, характеризується тим, що людина сприймає і переживає його не як породження свого власного розуму, а як реальність.

Віртуал буває двох видів: гратуал (від латинського gratus – привабливий) та інгратуал (від латинського ingratus – непривабливий).

Гратуал – відчуття перебування у віртуальній реальності більш високого рівня, ніж константна реальність.

Інгратуал – відчуття перебування у віртуальній реальності нижчого рівня, ніж константна реальність.

Тут слід уточнити, що критерій «високий – низький» відповідає знаку інтенсивності гратуала або інгратуала. Якщо взяти консуетал за нульовий рівень, нульову ступінь, то можна виділити три ступеня інтенсивності гратуала (+1 , +2 , +3) і три ступеня інтенсивності інгратуала (-1 , -2 , -3). Полюси «+» і «-» вибрані не випадково: з посиленням інтенсивності гратуала переживання людини характеризуються як позитивні (відчуття піднесення, простоти виконання діяльності), а з посиленням інтенсивності інгратуала – як негативні (наростання тривоги, відчуття безсилля, труднощі виконання дій). Таким

чином, низький та високий рівень відповідають полюсам переживань (позитивний – негативний) при розгортанні даної віртуальної реальності. Це знаходить своє яскраве вираження, наприклад, в ігровій або навчальній діяльності. Якщо дитина задоволена своїми досягненнями у віртуальній грі, її позитивне ставлення до середовища, в якому вона знаходиться, посилюється. Дитина переходить у стан віртуал-гратуал. У випадку, коли дитина програє у грі або не може розв’язати поставлене завдання у віртуальному просторі, її емоційний стан відповідає віртуал-інгратуал.

Слід підкреслити, що консуетал – це не обов'язково спокійний стан. Консуетальним може бути будь-яке психічне переживання, яким би сильним або важливим воно не було. Справа не в інтенсивності, а в тому, що віртуал завжди переживається як вихід за рамки звичайного життя, а все, що не виходить за ці рамки, є консуетальним. Ще один важливий момент у розумінні консуетала – це відчуття «звичайності». У віртуальній реальності консуетал не є суворою протилежністю віртуала (такою є константна реальність). Суть полягає в тому, що коли людина досить добре оволодіває новою реальністю (гратуальною або інгратуальною), переживання стають консуетальними, а сама реальність – константною. Тобто, константна реальність – це об'єктивна звична реальність, в якій події переживаються людиною звичним чином, а консуетал – звичне переживання людини, яке в його суб'єктивному розумінні вважається «нормальним, звичайним».

Отже, психологічна віртуальна реальність буває двох видів: консуетал і віртуал, який, у свою чергу, поділяється на гратуал та інгратуал (рис.1.2).

М.Носов виділив 8 психологічних ознак віртуала [280]:

1. Неможливість звикнути. Скільки б разів дана подія (поява віртуала) не виникала, кожен раз вона сприймається, як незвичайна і незвична подія.

2. Спонтанність. Ніхто в своїх описах не говорить про точний момент виникнення даної події. Не існує часової межі «довіртуального» і «віртуального», «віртуального» і «післявіртуального» режиму. Віртуал виникає

несподівано і ненавмисно. Виникнення віртуала не підлягає контролю свідомістю і не залежить від волі (намірів та бажань) людини.

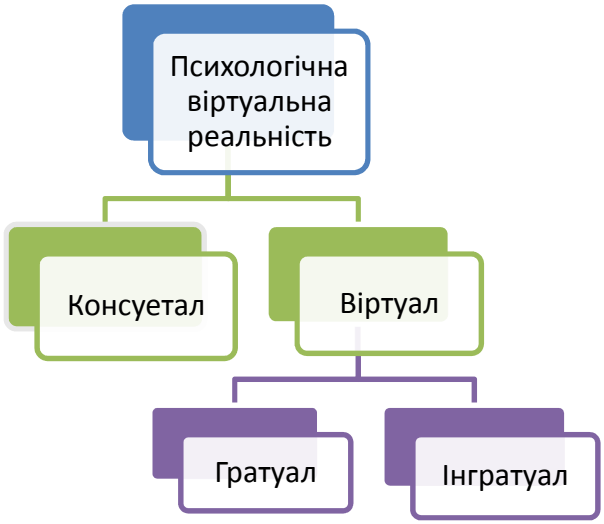


Рис. 1.2. Психологічне трактування віртуальної реальності

3. Фрагментарність. У людини, що знаходиться у віртуалі, з'являється відчуття якоїсь віддаленості, окремо частин свого тіла від себе (наприклад, льотчики кажуть, що руки не слухаються або ж навпаки, руки все роблять самі). Це так само може спостерігатися в режимах комп'ютерних ігор, коли гравець відчуває себе повноправно присутнім або його відчуття і переживання виносяться і фокусуються на персонажі гри, який зображений автономно.

4. Об'єктивність. Про що б людина не говорила – про зміни в ході діяльності, про наплив почуттів тощо – вона говорить про себе не як про активний початок, від якого виходять ці події, ці думки, ці дії, а як про об'єкт, якого охоплюють думки, переживання, дії, тобто нібито віртуал захоплює суб'єкта і огортає стимулами.

5. Зміна статусу реальності. У віртуалі людина виходить зі звичайної реальності і переходить в іншу, незвичну реальність, фактично це є набуття іншої тілесності. У гратуалі (привабливий віртуал) реальність, в якій людина діє, розширюється і сприймається як вельми приваблива. В інгратуалі (неприємний віртуал) людина замикається на якомусь окремому фрагменті власної діяльності, сприймаючи цю реальність як неприємну. Однак,

ґрунтуючись на постулатах наведених раніше, можна уточнити, що для самого суб'єкта реальність, що розгортається, має на якийсь час статус константної, а навколишній світ перебуватиме для суб'єкта в статусі своєрідної віртуальної реальності.

6. Зміна статусу особистості. У віртуалі людина зовсім інакше оцінює себе і свої можливості. У гратуалі у людини з'являється відчуття своєї могутності: можливості подолати всі перешкоди, звернути гори, відчуття «окриленості». В інгратуалі ж у людини з'являється відчуття свого безсилля, пригніченості.

7. Зміна статусу свідомості. У віртуалі змінюється характер функціонування свідомості. У гратуалі сфера діяльності людини розширюється. Людина легко охоплює та обробляє весь необхідний обсяг інформації. В інгратуалі сфера діяльності зменшується – інформація охоплюється і обробляється насилу. Люди, що перебувають у гратуалі, говорять про необмежену ясність свідомості, про загострення почуття прогнозування і т.п., тобто суб'єкт контролює віртуал (або думає, що контролює). Перебуваючи ж в інгратуалі, говорять про темноту та звуження свідомості, мислення стає в'язким, увага – розсіяною і т.п.

8. Зміна статусу волі. У віртуалі змінюється роль волі в діяльності людини. У гратуалі діяльність відбувається без вольових зусиль з боку людини, ніби мимоволі, діяльність стає самодіючою силою. В інгратуалі, навпаки, здійснення діяльності можливе тільки за напруги вольових зусиль, коли діяльність ніби "чинить опір", тіло людини "не слухається" і т.п. За деякими даними може виникати навіть м'язова напруга в тих ділянках тіла, які повинні були бути задіяні, якби ситуація була об'єктивно реальною.

Зрозуміло, що у віртуально орієнтованому навчальному середовищі необхідно враховувати виділені психологічні ознаки та створювати умови, за яких дитина буде відчувати себе у психологічному стані, що відповідає віртуал-гратуал, коли уся інформація отримується легко, без зусиль, сам процес отримання знань викликає задоволення. В той же час, оскільки стан віртуал є

неконтрольованим свідомістю і водночас привабливим, виникає необхідність контролю з боку вчителя за станом учнів та водночас регулювання віртуального та реального станів процесу навчання.

Таким чином, для характеристики та визначення віртуально орієнтованого навчального середовища можна використовувати 4 наведених раніше властивості віртуальної реальності і 8 психологічних властивостей віртуала

Залежно від характеру взаємодії людини з віртуальним середовищем, фахівці виділяють три її види: пасивну, дослідницьку та активну [210]. При роботі з пасивною віртуальною реальністю, користувач виступає в якості звичайного глядача, здатного отримувати інформацію, але не керувати нею. У навчальному середовищі з фізики прикладом такої віртуальної реальності є перегляд фільмів, презентацій, цікавих дослідів тощо. На відміну від пасивної, дослідницьке віртуальне середовище дозволяє переміщатися всередині нього. До такого середовища відносяться програмно-педагогічні засоби, або, як тепер їх називають, електроні засоби навчального призначення (ЕЗНП), віртуальні лабораторії, тестові програми. Активне середовище дає можливість взаємодіяти з ним, вносячи будь-які корективи в його роботу. Відповідно до загальної картини розвитку інформаційних технологій, третій вид поки ще залишається недоступним повною мірою системі освіти, але вже зараз багато аналітиків називають його основою, так званого, " цифрового майбутнього людства". На даний момент, частково до активних можна віднести такі навчальні системи, в яких використовуються можливості комп’ютерного 3D моделювання або штучного інтелекту. Автор книги "Дорога в майбутнє" Білл Гейтс висловлює повну впевненість в тому, що незабаром в школах з'явиться спеціальне обладнання для створення віртуальної реальності, що допоможе учням досліджувати об’єкти в будь-якій галузі знань у цікавій інтерактивній формі [118].

Віртуальні реальності також класифікують як умовні, прожективні і прикордонні. До умовного типу віртуальних реальностей можна віднести

систему, розроблену М.Крюгером, в якій зображення людини комбінується з комп'ютерною картинкою середовища [224]. Такі системи моделюють певні ситуації або дії (процеси). До прожективного класу віртуальних реальностей відносяться всі реальності, спроектовані, виходячи з деяких ідей. Наприклад, до класу прожективних віртуальних реальностей відносяться реальності, створені на основі наукових теорій. В якості прикладу можна навести роботу фахівців американської комп’ютерної компанії "Digital Equipment Corporation", які допомагають фізикам та хімікам моделювати сили молекулярного притягання і відштовхування. Своєю метою вчені поставили – розробити таку систему, яка дасть можливість, у прямому сенсі слова, руками відчути ці сили, будуючи об'ємні моделі молекул у віртуальному просторі.

Третій тип віртуальної реальності можна назвати прикордонним. Такі віртуальні реальності є поєднанням звичайної реальності з віртуальною. Їх створення дозволяє "розширювати свідомість" фахівця, озброюючи його "баченням" і знаннями, якими він не може володіти актуально тут і зараз. Саме такий тип віртуальної реальності, на нашу думку, є найбільш придатним для використання в навчально-виховному процесі з фізики і особливо у системі НФЕ.

Основний інструмент проникнення у віртуальну реальність кожна людина має від народження – це мозок і його сенсорні рецептори. Взаємодія у середовищі віртуальної реальності відбувається таким же чином, як і у справжній реальності – за допомогою систем репрезентації (сприйняття і передачі інформації). Віртуальна реальність максимально задіює роботу людських органів чуття, тому її іноді називають новою реальністю – штучною, створеною самою людиною за допомогою комп'ютерних інформаційних технологій.

Таким чином, натуральність віртуальної реальності для свідомості людини тим більш реалістична, чим переконливіше її компоненти впливають на свідомість людини, її нервову систему. Компоненти віртуальної реальності очевидні: це візуальна, аудіальна, тактильна інформація, до них можна віднести

ще відчуття рівноваги і орієнтацію. Всі перераховані компоненти є інструментарієм творців віртуального світу для генерування будь-якої можливої і принципово неможливої у реальному світі ситуації.

Технологію функціонування системи віртуальної реальності можна описати наступним чином. Мозок інтегрує всі одержувані ним сигнали від усіх рецепторів і зіставляє нові дані з тими, що вже є в нашій пам'яті. Конгруенція тут відіграє надзвичайно важливу роль – "трансльовані" дані повинні у певній пропорції відповідати вже наявній у свідомості інформації. Якщо не надавати цьому значення, то наслідки взаємодії із системою віртуальної реальності можуть бути непередбачуваними. Так, відтворюваний на екрані комп’ютера експеримент повинен відображати реальні прилади та установки, з якими учень вже працював на уроках фізики. В цьому випадку сам експеримент не буде здаватися нереалістичним.

Точність і повнота перенесення образу, наприклад, з ментального світу людини у світ віртуальної реальності, також залежить від його здібностей взаємодіяти в обох світах. Разом з тим, *загальне у предметів справжньої і віртуальної реальностей – це їх емпіричні якості, якими наділяє їх людська свідомість.*

Встановлено, що у ході пошуку концептуального вирішення будь-якого завдання розумовий процес здійснюється в більшості випадків на рівні образів, а не на рівні точних обчислень. Якоюсь мірою це нагадує повсякденну поведінку людини, яка є досить шаблонною, що, в свою чергу, суттєво розвантажує свідомість. Отже, *якщо розвантажити пам'ять, надавши свідомості можливість маніпулювати віртуальними зображеннями, пошук рішення буде істотно оптимізованим, а результати будуть менш стандартними.* В цьому криються можливості розвитку творчого мислення дітей засобами інформаційно-комунікаційних технологій.

Віртуальні образи дозволяють створити цілісну картину, яка сприймається і запам’ятовується людиною краще ніж «сухі» означення, формули і т.і. У начальному процесі з фізики така властивість віртуальної

реальності може бути використана в процесі вивчення різноманітних природних явищ і процесів, коли для засвоєння дитиною певних знань створюється цілісний образ, що поєднує у собі саме явище, його експериментальне дослідження, виявлені властивості, закон або закономірність.

В інформаційному відношенні образи є надзвичайно ємкою формою представлення навколишньої дійсності. У них знаходить місце інформація про просторово-часові, динамічні характеристики предметів, їх колір та форму. Складність процесу прийому та переробки інформації полягає в тому, щоб у заплутаній та неясній картині знайти чіткі ознаки певних фізичних подій, тобто побудувати образ цих подій таким, що має предметне значення. Отже, мова йде про складність процесу сприйняття інформації, яка може бути переведена у символічну, словесну форму.

Інформаційна насиченість зорових образів дуже велика. Порівняно зі слуховими або рухомими образами вони дозволяють миттєво охопити відношення між елементами реальної та уявної ситуації, тобто співставити реальні та віртуальні образи. При цьому використання багатомірних кодів (поєднання кольорів, форми, конфігурації та ін.) не викликають збільшення часу сприйняття порівняно з одномірними кодами [172]. Такі образи гарно зберігаються в пам’яті, оскільки володіють більшою асоціативною силою, ніж слова. Отже, використання систем віртуальної реальності у начально-виховному процесі з фізики дозволить розвантажити пам'ять, створити цілісні уявлення про явища та процеси, що вивчаються, а значить підняти рівень опанування фізичними знаннями.

Вивчення процесів прийому та переробки інформації показує, що людина володіє практично невичерпними резервами сприйняття. Проте ці резерви необхідно правильно використовувати, тобто створювати зовнішні засоби діяльності, розраховані на сильні, а не на слабкі сторони когнітивних процесів.

Віртуальна реальність впливає на всі органи чуття, уяву, творчі можливості й сприяє якісно новому розвитку інтелекту.

Уява ґрунтується на оперуванні конкретними чуттєвими образами або наочними моделями дійсності. Однак при цьому вона має риси опосередкованого, узагальненого пізнання, що об'єднує її з мисленням. Головна функція уяви полягає в ідеальній репрезентації результату діяльності до того, як його буде досягнуто реально, у передбаченні того, чого ще не існує [117]. Таким чином, вихід у віртуальний простір є однією з найважливіших характеристик уяви, особливо коли вона створює образи речей, достатньо віддалених від фактичної реальності, але разом з тим і таких, що можуть бути матеріалізовані у фактичній реальності внаслідок предметної діяльності людини. Водночас, оскільки уява міцно пов'язана з трансцендентальною апперцепцією, із безпосереднім схоплюванням речей та реалій, що сприймаються, віртуальне постає також пов'язаним і з трансцендентальним.

Уява є здатністю, котра дає змогу швидко, немовби в стані осяяння, виходити на найвіддаленіший образ-атрактор, миттєво здійснюючи перебір різних віртуальних можливостей і знаходячи практично оптимальне рішення. Висока епістеміологічна культура індивіда є основою оптимального пізнавального трансцендентального "силового поля", ефективної дії продуктивної уяви.

Однак при цьому залишається проблема критеріїв розрізнення реального та віртуального (уявного) досвіду, набутого в дійсному та ілюзорному світах. Адже фізична реальність теж не є універсально об'єктивною для усіх, вона опосередкована власною ментальною моделлю світу, яка, у свою чергу, пов'язана з життєвим досвідом людини. Саме тому процес і результат внутрішньої обробки спільного або близького за змістом досвіду, набутого у фізичній реальності, є настільки не схожим у людей різних за віком, фахом, статтю, національністю, релігією, іншими базовими ментальними властивостями. Цей висновок стосується безпосередньо і процесу навчання.

Для отримання найкращого результату навчально-виховний процес з фізики на основі використання ІКТ і систем віртуальної реальності повинен

будуватися з урахуванням особливостей процесу пізнання та умов, в яких знаходиться учень під час цього процесу.

З психологічної точки зору, для того, щоб бути ефективним, навчання повинно заволодіти, перш за все, увагою. На жаль, людський мозок влаштований таким чином, що системи, які керують увагою та відповідають за процес запам’ятовування, досить швидко втомлюються. Їм потрібно давати відпочинок, інакше вони гірше сприймають інформацію. З іншого боку такі системи досить швидко поновлюються, але в процесі навчання необхідно обов’язково враховувати стани втомленості (нудьги), шукати засоби стимулювання, для того, щоб процес отримання знань був ефективнішим.

Для такої стимуляції можна задіяти, наприклад, такі елементи, як взаємодія, образи, аналогії, зворотній зв'язок. У процесі навчання саме у віртуально орієнтованому середовищі можна задіяти одночасно образи, звуки, тексти, які працюють разом з метою збереження інформації за допомогою різних видів пам’яті. У результаті запам’ятовування буде краще.

Якщо навчання цікаве – воно буде ефективне. Якщо дитина не залучена до процесу вивчення матеріалу, не захопилася цим процесом в дійсності, навчання не відбудеться. За Ф. Дістервегом, будь-який метод поганий, якщо привчає учня до пасивності, і гарний, якщо пробуджує в ньому самодіяльність. Використання засобів ІКТ дозволяє включити в процес навчання науково-популярні фільми, Інтернет, ігрові елементи, які зроблять його легким, одночасно більш відкритим. Опитування за допомогою комп’ютера, розв’язування задач, написання рефератів та пошук інформації і, навіть, обробка результатів експериментів на екрані комп’ютера підвищує інтерес до навчання, оскільки сучасні діти досить гарно обізнані та мають сформовані відповідні навички роботи з різними програмними засобами та технологіями.

Дослідження, проведені в Британії, показали, що діти вміють краще користуватися ресурсами Всесвітньої мережі, ніж дорослі. Так, 61 % дітей допомагали освоювати Інтернет дорослим, в тому числі своїм батькам і вчителям. Отже, в сучасному навчальному середовищі адаптація дітей до

використання ІКТ відбувається значно швидше. Одночасно й вчителю не потрібно витрачати багато часу на ознайомлення з роботою того чи іншого електронного засобу. Зазначені аспекти можуть сприяти інтенсивному запровадженню ІКТ у навчально-виховний процес з фізики.

Дуже цікавий аспект вивчення віртуальної реальності – це специфіка її впливу на свідомість. У зв'язку з цим виникають питання: наскільки реальною є віртуальна реальність для користувача; де закінчується межа справжньої й починається дія віртуальної реальності у свідомості; якою свідомість бачить демаркаційну лінію між цими двома реальностями; чи існує тенденція до її зникнення в буквальному сенсі слова.

М.А.Носов відзначає, що є чимало людей, які не можуть розрізнити у себе в психіці, де у них віртуальне, а де реальне. У цьому сенсі небезпека психічних порушень закладена не у самому віртуальному середовищі, а у звичайному незнанні того, що в кожному з нас є об'єктивні психічні світи (віртуальні реальності) [280]. Такими внутрішніми штучними реальностями, наприклад, вважається перебування людина у стані осяяння, натхнення. Іншими словами*, творчість – це і є тимчасовий перехід у світ віртуальної реальності.*

Нами було проведене опитування, в якому взяло участь 77 осіб: з них 59 чоловіків, 18 жінок; найбільш численні вікові групи – 15-20 років (21 особа) і 21-25 років (31 особа), що мають незакінчену вищу (32 особи) і вищу освіту (29 осіб). Його метою було визначити, які з репрезентативних систем і в якій мірі задіяні в роботі з системами віртуальної реальності.

В результаті проведеного опитування ми отримали наступні дані: респонденти висловили практично повну одностайність у тому, що не бачать різниці між інформацією аудіального характеру, одержуваної як в об'єктивній, так і у віртуальній реальностях. Тобто, все, що впливає на органи слуху не відрізняється за ступенем впливу в обох випадках. Майже чверть респондентів заявила про те, що бачить відмінність у специфіці інформації візуального характеру. Картинки, створені у віртуальних світах дещо відрізняються від

реального світу. Але істотною ознакою відмінності більшість (45 %) все ж назвали кінестетичну інформацію. Іншими словами, у віртуальній реальності, практично для повного злиття зі справжньою реальністю, не вистачає тактильних відчуттів.

Безсумнівно, що занурення в середовище віртуальної реальності ставить ряд питань, які стосуються фізичного та психічного здоров'я людини. До кінця не зрозуміло, яким діям піддається людина (в першу чергу її очі і мозок) при тривалому зануренні у віртуальну реальність [210]. Актуальною психолого-педагогічною проблемою є комп’ютерна залежність. Найчастіше підвищена схильність до комп'ютерної залежності спостерігається у дітей, які мають конфліктні стосунки у сім'ї або у школі, чи не мають ніяких серйозних захоплень. У віртуальному світі вони знаходять віддушину і сприймають успіхи у грі або перебування в мережі за самоствердження.

Віртуальний світ дозволяє підлітку абстрагуватися від проблем психологічного характеру, що існують в реальному світі. Щоправда, відбувається це тільки під час перебування у віртуальній реальності, а реальний світ стає нецікавим і повним небезпек. Як наслідок – підліток прагне жити у віртуальному світі, де все дозволено, все можливо, де він встановлює правила.

Негативний вплив залежності від комп'ютера найбільше проявляється у соціальних якостях дитини, таких як бажання спілкуватися, відкритість, дружелюбність, почуття жалю. Якщо комп'ютерна залежність сильно виражена, то дитина стає соціально дезадаптованою, підвищується агресивність, поведінка приймає асоціальний характер. Дитина стає замкненою, емоційно холодною, не здатною контролювати свої вчинки і брати на себе відповідальність. Адекватна особистість може сформуватися лише в живому спілкуванні.

Отже, у суто психологічному аспекті не будь-який контакт з ідеальним у перетворювальній діяльності людини є водночас і виходом у віртуальну реальність, а лише такий, що пов’язаний з творчим піднесенням, творчим осяянням, самодобудовою цілісного образу, автопоезисом, як цей стан називали

У.Матурана та Ф.Варела [198]. *Віртуальне – це таке ідеальне, що пов'язане з інноваціями у пізнанні та діяльності людини*. Поступово таке віртуальне може бути оформленим у вигляді наукових положень, формул, художніх і поетичних образів, вираженим у певних ідеальних образах та певною мовою. У навчальному середовищі віртуальна реальність створюється завдяки запровадженню інформаційно-комунікаційних технологій й призводить до повнішого і точнішого розуміння уявлень про реальний світ та оточуюче реальне середовище.

В галузі вивчення психологічних особливостей використання інформаційних технологій накопичений досить великий матеріал. Такі дослідження проводились в рамках вивчення навчальної діяльності, формування окремих навичок роботи з комп'ютером. У дослідженнях [4, 15, 21, 27, 35, 67, 108, 109, 128, 295, 311 та ін.], присвячених безпосередньо психологічним особливостям комп'ютеризації був проведений аналіз позитивних та негативних сторін в мотиваційних, цілеутворювальних та операційних складових такої діяльності.

Однак, психолого-педагогічні проблеми використання інформаційних технологій у конкретних видах діяльності, наприклад у системі навчального фізичного експерименту, досліджені не в повному обсязі. На нашу думку, досить важливою залишається проблема визначення психолого-педагогічних основ інтеграції в навчанні віртуального і реального та їх впливу на формування в учнів якостей, які дозволять їм успішно адаптуватися в сучасних умовах, на розвиток їхніх інтелектуальних і творчих здібностей, уміння самостійно набувати нові знання, працювати з різними джерелами інформації.

Можемо констатувати, що сучасна система освіти є відкритою для впровадження у навчальний процес комп'ютерних технологій навчання, які базуються на програмних продуктах досить широкого призначення. Одночасно, нова парадигма освіти передбачає використання таких методів навчання, які дозволяють учневі не тільки опановувати деяку суму знань, а й розвивати свої особистісні якості, підвищувати інтелектуальний рівень, формувати предметні

та ключові компетентності. Впровадженню нових методичних підходів у процес навчання фізики сприяє синергетичний підхід, який дозволяє створити умови для всебічного розвитку особистості учня, розкрити його потенційні можливості, сформувати компетентності, необхідні в майбутній діяльності.

1.3. Синергетичний підхід як сучасна тенденція розвитку фізичної освіти

Сучасний період розвитку науки, у тому числі й педагогічної галузі, безпосередньо визначається становленням і стрімким розвитком не тільки віртуалістики, а й іншої міждисциплінарної галузі – синергетики, яка тісно пов’язана з першою. Синергетика пов'язана з відкриттям детермінованого хаосу, самоорганізації та фрактальних структур у системах найрізноманітнішої природи, віртуалістика – з відкриттям нетривіальних онтологічних об'єктів, що характеризуються недовтіленістю і невизначеністю існування. Обидва наукові напрями стали вельми популярними серед широкого кола дослідників. Гносеологічні і методологічні принципи та основи синергетики в даний час використовуються практично усіма галузями науки. У результаті становлення сучасної парадигми освіти глибоко вкорінилися в наукову свідомість уявлення про можливі види руху і розвитку, про форми просторових об'єктів, про онтологічні основи різних феноменів, а світ виявився набагато складнішим, ніж це уявлялося зовсім недавно.

Новий методологічний напрям – синергетика, нова галузь знань та одночасно світогляд, що знайшли своє відображення в теорії, принципах та закономірностях самоорганізації різноманітних систем, в тому числі й педагогічних.

Вивченню питань, пов’язаних із синергетикою, присвячені праці В.І. Аршинова [23-25], С.П. Капіци [190], О.М. Князевої [200-214], С.П. Курдюмова [203], А.Ю. Лоскутова [241], В.С. Лутай [242, 243], Г. Ніколіс [276], І. Стенгерс [298], В.І. Шевченко [425] та ін.; *теорії самоорганізації з*

педагогічної точки зору – О.Є. Антонової [14], М.В. Богуславського [60], О.В. Вознюка [106, 107], А.О. Ворожбитової [110], Л.Я. Зоріної [174, 175], Л.І. Новікової [278], І.Р. Пригожина [298, 299], М.В. Федули [396], О.В. Чалого [412], Ю.В. Шароніна [419], С.С. Шевелевої [421, 422] та ін.; *педагогічної синергетики* – В.І. Андреєва [8, 9], М.О. Весни [95], Н.М. Таланчук [386], М.А. Федорової [395] та ін.; *синергетичного підходу* – В.Г. Буданова [68, 69], А.П. Назаретяна [267, 268], О.М.Олексюк [284], В.Г. Риндак [312], П.В. Турчина [392], А.Г. Шевцова [423, 424] та ін.

Проблемі використання *синергетичного підходу в освіті* присвячені дисертаційні дослідження В.Ю. Арешонкова [22], А.І. Бочкарьова [62], В.Т. Виненко [98], А.В. Євтодюк [152], В.В. Маткіна [255], Г.А. Суміної [382], Л.В. Сурчалової [384], Ю.В. Талагаєва [385] та інших.

Не зважаючи на те, що питанням синергетики присвячена достатня кількість праць, «синергетичний підхід» ще не отримав однозначного тлумачення у педагогічній та методичній науці й знаходиться лише на стадії розробки. Оскільки сучасна парадигма освіти ґрунтується на засадах синергетики, то аналіз синергетичного підходу до освітніх процесів дозволить нам виявити ті його сторони, які можуть бути використані в процесі розробки сучасної моделі методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи.

В усіх галузях наукового знання використовуються сьогодні теорії нелінійних динамічних систем, у першу чергу, синергетика і теорія хаосу. Розроблені в синергетиці моделі і поняття перейшли межі конкретних дисциплін і мають високу евристичну значущість [359, с. 20].

Поняття «синергізм» прийшло у науковий лексикон з медицини, де синергістами називають м’язи, які забезпечують певний рух тільки за умов сумісної дії (фізіологія), а також лікарняні препарати, сумісна дія яких підсилює лікувальний ефект (фармакологія). Пізніше даний термін був запроваджений у природничих науках під час досліджень фізико-хімічних систем, далеких від рівноваги.

Власне термін «синергетика» був введений у науку в 1969 році німецьким фізиком Г. Хакеном. Розробляючи теорію твердотільних лазерів, Г. Хакен звернув увагу на той незвичайний факт, що якщо спочатку коливання атомів лазера відбуваються безсистемно, то у міру збільшення «накачування» лазера світловою енергією ззовні ці коливання стають усе більш впорядкованими і злагодженими. Досягнувши критичної точки, лазер починає випромінювати потужний спрямований цуг хвиль – світловий лазерний пучок, що має високу енергію. Такий ефект досягається завдяки тому, що його атоми починають взаємодіяти, а їхній хаотичний рух змінюється на злагоджений, внаслідок чого вони починають коливатися в одній фазі. Подібну взаємодію, що призводить до кооперативної, колективної поведінки елементів системи, Г. Хакен назвав «синергетичною» [204, с.54].

Сама ж концепція самоорганізації сформувалася у кінці 70-х років XX ст. Для її визнання вирішальне значення мали праці І. Р. Пригожина, в яких він переконливо доводить, що старі поняття оборотності і рівноваги класичної термодинаміки виявляються непридатними не лише для біологічних і соціально-гуманітарних процесів, але й для багатьох фізичних і хімічних явищ [359, с.19–20]. Пояснюється це тим, що всі реальні процеси природи і суспільства є, насправді, необоротними і нерівноважними, і тому класична термодинаміка, коли розглядає їх як оборотні, значно спрощує дійсність. Так само процеси у природі можуть відбуватися як у напрямі дезорганізації, так і самоорганізації систем.

Класична термодинаміка, зосередивши всю увагу на поступових змінах, що відбуваються в замкнених системах, «випустила з уваги реально існуючі системи навколишнього світу, нерівноважні системи, еволюціонуючі нелінійно і відкриті для потоків енергії з навколишнього середовища і в навколишнє середовище» [233, с. 82]. Синергетика, в основу якої покладена нерівноважна термодинаміка, вивчає здебільшого протилежні процеси: шлях до складного, народження складного і його наростання. Процеси хаосу і спрощення організації досліджуються синергетикою лише як необхідні еволюційні етапи

функціонування складного і перехід до складнішого. У зв'язку з цим професор Г.Шефер з Гамбурга дав таке визначення: «Синергетика є новою оптимістичною спробою вчених описати, пояснити, розпізнати, а можливо, навіть, і передбачити поведінку динамічних самоорганізуючих систем взагалі, і живих систем зокрема. Синергетика з самого початку переступає межі наукових дисциплін і будує нову метанауку складних систем» [24, с.149].

Термін «синергетика» походить від грецького «*synergeia*» «співдружність», «співпраця» та акцентує увагу на злагодженій взаємодії частин у процесі створення структури як цілого [366, с. 456].

Новітній філософський словник містить розгорнуте означення «синергетики». Вона трактується як сучасна теорія самоорганізації, нове світобачення, яке пов’язане із дослідженням феноменів самоорганізації, нелінійності, нерівноваги, глобальної еволюції, вивченням процесів становлення «порядку через хаос» (І. Пригожин), біфуркаційних змін, незворотності часу, нестійкості як основної характеристики процесів еволюції. [277, с. 618]

У науковій літературі широко використовують означення, запропоноване Г. Хакеном, яке в нашому дослідженні ми також будемо використовувати по відношенню до системи навчального фізичного експерименту. Синергетика, на його думку, – це сукупний колективний ефект взаємодії великої кількості підсистем, що приводить до утворення стійких структур і самоорганізації у складних системах [402, с. 9].

Характеризуючи зміст синергетики, Г.Хакен виділяє наступні ключові положення:

1. Досліджувані системи складаються з декількох чи багатьох однакових або різнорідних частин, які знаходяться у взаємодії одна з одною.

2. Ці системи є нелінійними.

3. У процесі розгляду фізичних, хімічних і біологічних систем йдеться про відкриті системи, далекі від теплової рівноваги.

4. Ці системи схильні до внутрішніх і зовнішніх коливань.

5. Системи можуть стати нестабільними.

6. Відбуваються якісні зміни.

7. У цих системах виявляються емерджентні нові якості.

8. Виникають просторові, часові, просторово-часові або функціональні структури.

9. Структури можуть бути впорядкованими або хаотичними.

10. У багатьох випадках можлива математизація [204, с.55].

Означені положення, на нашу думку, повинні бути основою будь-якої системи, яка прагне розвитку (в тому числі освітньої).

До найважливіших принципів синергетики відносяться наступні (сутність кожного з них розкрита в додатку Б).

1. Самоорганізація відбувається в системі, яка відкрита, неврівноважена і нестійка.

2. Самоорганізація завжди пов'язана з кооперативними процесами, колективною поведінкою елементів системи.

3. Випадковість є конструктивним початком, основа процесу розвитку. І.Р.Пригожин цей принцип називає «порядок через флуктуації» [299, с.357].

4. Синергетика виходить з принципу, що світ еволюціонує за нелінійними законами.

5. Синергетика досліджує складні системи, шлях до складного, народження складного і його наростання. Синергетика «є пізнання і пояснення складного, його природи, принципів організації і еволюції» [201, с. 62].

Отже, *початковими принципами, на яких ґрунтується синергетичний підхід до вивчення складних систем, і зокрема системи освіти, є відкритість і нерівновага систем, їх кооперативність і когерентність, нелінійність і розвиток складного через флуктуації як конструктивний початок.* Знання принципів самоорганізації складних систем «розкриває нові напрями пошуку способів управління складними системами» [409, с. 72], що, на нашу думку, дозволить у системі освіти знайти нові методичні підходи для розв’язання тих завдань, які стоять перед сучасною школою.

Важлива особливість синергетичних систем полягає в тому, що ними можна управляти ззовні, змінюючи чинники, що впливають на системи.

Як міждисциплінарний напрям наукового пошуку синергетика має глибокі світоглядні наслідки. Вона не просто змінює понятійне врегулювання мислення, а й частково перебудовує світовідчуття, сприйняття простору і часу, розуміння ходу еволюційних процесів, а також відношення людини до життя, її життєву позицію, тобто створює нову методологію.

Важливим завданням міждисциплінарного діалогу є досягнення консенсусу з питання, яке стосується і набуває особливого значення для кожного учасника спілкування. Саме завдяки специфічним властивостям синергетики виявляються можливі «парадигмальні щеплення» між науками, що беруть участь у міждисциплінарному діалозі. Останні інтенсифікують зростання знання і дозволяють відстежувати його зміни [381, с. 10–11].

У даному підході, на наш погляд, розкриваються можливості синергетики як науки, що здатна інтегрувати знання різних сфер наукової діяльності людини. У сучасному світі, що характеризується розширенням наукових знань, значним, всезростаючим потоком інформації, синергетика стає основою розширення існуючих і створення нових міждисциплінарних зв’язків, що у системі освіти знаходить відображення в розширенні міжпредметних зв’язків різних навчальних дисциплін та їх інтеграції.

З'ясувавши значення синергетичної концепції, ми можемо підвести деякі підсумки щодо використання концептуального апарату синергетики. Передусім поширення синергетичної парадигми стало одним з потужних чинників, які, на думку А.П.Назаретяна, з якою не можна не погодитись, забезпечують стирання меж між природознавством і суспільствознавством і побудови універсальної еволюційної картини світу [268, с. 75–80].

Крім того, означені напрями досить близькі до завдань сучасної системи освіти, що пов’язані з розвитком особистості учасників процесу освіти, їх самоосвітою та самовдосконаленням, зміною функцій управління процесом

навчання, що відбувається у віртуально орієнтованому середовищі, та ін.. Тому, на нашу думку, синергетика безпосередньо пов’язана з процесом навчання.

Педагогіка раніше інших наук підійшла до розуміння цінності синергетичних ідей і вже має чималий доробок у методології, теорії і практиці педагогічних досліджень з даної проблеми. Виявлені нею стохастичність і нелінійність педагогічних законів, особливості їхньої дії в конкретних педагогічних ситуаціях, неоднозначність їх прояву, залежність закономірностей педагогічного процесу від зовнішніх і внутрішніх умов, біфуркаційний характер навчально-виховного процесу й пізнавальної діяльності – все це прояви положень синергетики.

Одночасно, аналіз наукових джерел засвідчує, що термін "синергетика" поки що не знаходить глибокого однозначного пояснення у педагогічних джерелах, що свідчить про недостатню теоретичну розробленість даного концепту у сфері педагогічної думки.

Г. М. Коджаспірова вважає, що поняття « синергетика» дуже близьке поняттю «виховання». Синергетичне розуміння світу є важливим для виховання людини: синергетичному способу мислення властиві відкритість, діалогічність, комунікативність. Синергетика орієнтує педагога як суб'єкта педагогічного процесу на вивчення найскладніших внутрішніх законів життя людини [208].

Е. К. Нікітіна стверджує, що синергетика дозволяє відновити втрачені у процесі розвитку педагогічної теорії зв'язки з практичною реальністю, створити «комунікативний міст» між різними компонентами виховної системи та її суб'єктами на основі розвитку діалогічності, відкритості, взаємодії. Синергетичний підхід до побудови освітньої системи дозволяє значно підвищити її творчий потенціал [274, с. 204].

А. А. Ворожбітова розглядає педагогічну синергетику як синтез багатофакторних взаємодій у зустрічних процесах виховання і самовиховання, освіти і самоосвіти, навчання і самонавчання, що актуалізуються в особистості, яка навчається [110, с. 22].

В. Г. Буданов вважає, що використання синергетичного підходу в освіті можливе за трьома напрямками:

1. Синергетика для освіти. У цьому напрямі пропонуються інтегративні курси по завершенню чергового циклу навчання.

2. Синергетика в освіті. Цей напрям характеризується впровадженням в окремих дисциплінах матеріалів, що ілюструють принципи синергетики. У кожної навчальної дисципліни є розділи, які вивчають процеси становлення, виникнення нового. Тут доречно, разом з традиційним, використовувати мову синергетики, що дозволяє надалі створити горизонтальне поле міждисциплінарного діалогу.

3. Синергетика освіти. Даний напрям передбачає синергетичність самого процесу утворення, становлення особистості і знання. Приклади педагогічної майстерності та авторських методик є кращими зразками впровадження синергетичних підходів. Однак сьогодні проблема не в тому, щоб створити єдину методику, а в тому, щоб навчити педагога усвідомлено створювати свою, тільки йому притаманну методику і стиль діяльності, залишаючись на позиціях науки про людину [69, с. 300].

У педагогічній літературі обговорюється й інший підхід до використання ідей синергетики в освіті. Зокрема, М. А. Федорова виділяє два основних напрями:

1. Синергетика в змісті освіти – формування основних синергетичних понять через знайомство зі світом складних нелінійних систем, визначення цих понять і перенесення їх в інші галузі знання. Це дозволить подолати межі між дисциплінами навчального циклу. Сам же процес навчання спрямований не на збільшення кількості інформації, а на побудову і вивчення універсальної моделі розвитку.

2. Синергетика в організації освітнього процесу – створення освітніх програм як способу розвитку, зміна відносин між суб'єктами освітнього процесу як своєрідний шлях поетапної зміни можливостей, які має суб'єкт для здійснення руху через освітній простір [395].

Однак, як на нашу думку справедливо вважає В. А. Ігнатова, активному впровадженню ідей синергетики в освітню галузь перешкоджають традиційне педагогічне мислення і переконаність більшості педагогів в тому, що має пройти не менш ніж півстоліття між утвердженням пізнавальної моделі в науці та її адаптацією в освіті [178, с.27].

М. С. Ковалевич стверджує (і ми з цим погоджуємось), що синергетика є «партнером» нової педагогіки, оскільки і синергетика, і нова педагогіка діють в рамках відкритого діалогу, прямого й зворотного зв'язку. Дослідник вважає, що синергетика дозволяє методологічно підсилити значущість процесу самовизначення і розвитку особистості як суб'єкту діяльності, посиливши такі педагогічні принципи, як принцип активності, діалогічності, самостійності, ініціативи, творчості, свободи вибору стратегії індивідуального життєвого шляху, а, отже, вибору освітньої програми, глибини її змісту і врешті самого викладача [205].

Навчальний процес як синергетичну систему було досліджено науковцями В.Г.Кременем та В.В.Ільїним. Проводячи філософський аналіз сучасного стану освіти, автори розглядають синергетичну освіту як універсальний пізнавальний підхід, який аналізує процеси самоорганізації в інфосоціумі, виявляє причини структурування освіти [221, с.171]. У своєму дослідженні В.Г.Кремень зазначає, що синергетика є «всеосяжною парадигмою, універсальною основою практично для всіх сфер діяльності людини сьогодні….Вона впевнено увійшла до сучасного життя, фактично означаючи новий підхід до творчості, заміняючи дуалізм боротьби протилежностей на поліфонію мислення. Без сумніву, синергетична модель творчості (а творчість – це розвиток) безпосередньо стосується парадигми сучасного освітньо-педагогічного процесу» [220, с.3].

Таким чином, можемо констатувати, що синергетична освіта, як і нова педагогіка – це самоосвіта, самовизначення, що стимулює людину на реалізацію невикористаних власних можливостей. Зрозуміло, що така освіта базується на принципах науки синергетики.

Відкритість вітчизняної освіти випливає із інтеграційних процесів зі світовою педагогікою через широке використання Інтернету, засобів дистанційної освіти, поширення міждисциплінарних зв’язків у сферах різних галузей знання. Стосовно педагогіки принцип відкритості є необхідною умовою для педагогічного процесу, що самоорганізується, коли існуючі методології навіть протилежні за змістом не заперечують, а доповнюють та збагачують одна одну. Завдяки цьому з'являється можливість органічно використовувати найрізноманітніші педагогічні підходи, методики і технології викладання, брати до уваги багатокомпонентність та поліфонічність пізнавальних процесів [223, с. 27].

Систему освіти можна вважати відкритою також тому, що в ній постійно присутній зворотний процес обміну інформацією (знаннями, когнітивними структурами) між викладачем та учнем, що значною мірою зумовлює появу під час цього процесу нових цілей, методів і засобів навчання. Через це відбувається зміна змісту освіти, виникає нелінійність, неврівноваженість як освітнього процесу, так і його результату, оскільки результат освітнього процесу, як правило, за таких умов завжди відмінний від задумів його учасників. Крім того, спостерігається швидке збільшення освітнього інформаційного простору, що виводить освітню систему зі стійкої рівноваги, відкриваючи перед нею багатоваріантність вибору шляхів подальшого розвитку [395, с. 24-25].

Отже, навчальний процес можна вважати відкритою системою елементів, що утворюють єдине ціле і поєднані між собою однією метою.

Процес навчання загалом характеризується двома суперечливими ознаками: цілеспрямованістю, чіткою послідовністю – з одного боку, і зростаючою необхідністю постійного залучення нових знань, підтримки активності учнів, створенням простору для їх творчої діяльності – з іншого. Ці явища створюють джерела самоорганізації у формі взаємодії «стійкості» і «нестійкості», «порядку» і «хаосу», «лінійності» і «нелінійності», «дезорганізації» і «організації» і т.д. Взаємопроникнення та взаємодія цих ознак

складають результат навчального процесу – здатність до саморозвитку особистості учня – досягнення мети освіти.

Самоорганізація випливає з об'єктивних передумов саморуху будь-якої системи, у тому числі й освітньої, що свідчить про її внутрішню активність, здатність до створення й ускладнення структури [223, с.8]. Виходячи з того, що самоорганізація – явище, що поширене в соціумах та його окремих елементах, цей феномен можна вважати й педагогічним явищем.

Самоорганізацію у дидактичному аспекті можна розуміти також як процес особистісного зростання, коли самоорганізація постає феноменологічним принципом розвитку особистості. Тому під час аналізу формування особистості як процесу самоорганізації і саморозвитку слід мати на увазі контакти і її взаємодію із зовнішнім середовищем (однолітками, батьками, педагогами та ін.) [395, с.25-26], з яким особистість складає певну системну єдність.

Самоорганізація в педагогічній системі передбачає наявність певної (суб’єкт-суб’єктної, особистісно орієнтованої) взаємодії між учасниками навчально-виховного процесу, що відповідає вимогам розвитку особистості і випливає з об'єктивних передумов її саморуху. Саме такий підхід до самоорганізації дозволяє зрозуміти механізми розвитку педагогічного процесу та його керування.

Специфічне втілення в освітній галузі знаходять такі категорії синергетики, як хаос, ймовірність, оскільки в сучасній системі освіти багатоваріантність означає створення в освітньому середовищі умов вибору і надання кожному суб'єктові шансу індивідуального руху до успіху, стимулювання самостійності вибору й ухвалення відповідального рішення, забезпечення розвитку альтернативного й самостійного шляху розвитку, коли завдяки сучасним дистанційним засобам освіти, принципам освіти впродовж життя виявляється можливість визначати індивідуальну траєкторію освіти, темп навчання, досягати різного рівня освіченості, обирати типи навчальних

закладів, навчальні дисципліни і викладачів, форми і методи навчання, індивідуальні засоби і методики, творчі завдання тощо [395, с. 24-25].

Сучасна система освіти розвивається як реакція на кризу в традиційній освіті, яка характеризується зниженням якості навчання, наростанням розриву між освітою і культурою, освітою і наукою, відчуженням учня від процесу освіти, випуском фахівців з деяких спеціальностей, кількість яких значно перевищує попит на ринку праці. Таким чином, хаос об'єктивно проявляється на ринку освітніх послуг. Лише синергетичний підхід може дати відповідь, яким чином і чому хаос може виступати як творець основ, як з хаосу під впливом внутрішніх сил народжується нова освіта.

Отже, синергетична освіта, на відміну від традиційної – відкрита, характеризується нелінійністю, незавершеністю, суб’єктністю (особистісне знання), нестійкістю, нестабільністю [221, с.352].

Система, що самоорганізується, повинна бути сильно нерівноважною, коли можливі виникнення неоднорідностей, що спостерігалося, наприклад, у 90-х роках XX століття у зв’язку зі змінами, що відбувалися в цей час у суспільстві.

Таким чином, врахування у процесі аналізу «синергетичних» властивостей і особливостей, характерних для системи освіти як відкритої системи, дає можливість визначити параметри освітнього процесу, адаптованого до умов сучасного суспільства.

Зазначимо, що протягом останніх років почав формуватись і поширюватись синергетичний (В.І. Аршинов [23, 24, 25], В.Г. Буданов [68, 69], С.П. Величко [88], .Е.Ф. Зеєр [170], В.О. Ігнатова [178], С.В. Кульневич [226], М.О. Федорова [395] та інші), або системно-синергетичний (В.Г. Віненко [97, 98], М.С. Каган [186], О.М. Князєва [200-204], С.Г. Курдюмов [203], В.С. Лутай [242, 243], М.М. Таланчук [386] та інші) підхід до педагогічних досліджень. Із використанням системно-синергетичного підходу кількість досліджень у педагогічній науці постійно збільшується. Водночас спостерігається недостатнє обґрунтування доцільності прикладання синергетичних знань у педагогіці,

відсутність визначення хоча б приблизної межі реально можливого й розумно припустимого застосування знову відкритих і осмислених природних механізмів у тій чи іншій сфері педагогічного простору. Немає навіть такого ключового визначення, як синергетичний підхід у педагогіці. А це поняття не може вважатись загальноприйнятим доти, поки використовується в локальних випадках, у окремих дослідженнях.

З метою визначення сутності синергетичного підходу в методиці фізики розглянемо найбільш поширені його трактування та визначення.

Використання синергетичного підходу сприяє процесу оптимізації освітньої системи через світоглядну методологію синергетики, яка, на думку С.С.Шевельової, може слугувати основою цілісного, діалектичного, відкритого сприйняття світу [421, с.130], коли, як пише М.І.Нещадим, синергетика, як новий постнекласичний напрям міждисциплінарних досліджень процесів самоорганізації, певним чином могла б у майбутньому виступити в ролі теоретико-методологічної основи подальшого вдосконалення освіти, а синергетизацію можна розглядати як тенденцію розвитку останньої [273, с. 684].

Як справедливо вважають П.І. Третьяков і І.Б. Сенновський, сутність синергетичного підходу полягає у виявленні і пізнанні загальних закономірностей, що керують процесами самоорганізації в різних системах природи, коли сам синергетичний підхід передбачає врахування природної самоорганізації суб'єкта або об'єкта [391, с. 19].

Суть синергетичного підходу в системі освіти, на думку Є.Г. Пугачової, полягає в аналізі аналогій перебігу різних процесів поблизу точки нестійкості, оскільки спільність нелінійних процесів у відкритих (дисипативних) системах дозволяє описувати явища із різних предметних галузей за допомогою близьких математичних моделей [305, с. 43]. Сам стан нестійкості нелінійного середовища у площині педагогіки – це невизначеність і можливість вибору, а здатність до цього варто вважати життєво важливою якістю людини, що

знаходиться в критичних ситуаціях, аномальних умовах існування і виживання [395, с. 30-31]

Синергетичний підхід, як відзначає С.Ф. Клепко, передбачає, що в сучасній освіті не слід долати хаос знань навчального процесу, особистості, а треба навчитися робити його творчим, використовуючи ідеї синергетики, яка вивчає процеси самоорганізації, сталості, розпаду та відродження різноманітних структур живої та неживої матерії. Тому навчальному процесу слід надавати самоорганізованого, творчого характеру, оскільки він має нелінійну природу. Невипадково, в сучасній освіті починає все більш домінувати тенденція відходу від “книжкової школи навчання”, тобто об’єктом освіти визначається не сукупність певних знань, а сукупність предметів, ситуацій, подій, явищ, які значно багатші за їхні образи у поняттях і теоріях [198].

Синергетичний підхід, на нашу думку, дозволяє розширити аналіз педагогічних явищ як з теоретичної, так і з практичної сторони. Так, не тільки учня, а й викладача можна розглядати як відкриту систему, що саморозвивається і не знаходиться в рівновазі, але має стійкість за рахунок самоорганізації хаосу потенційних станів і володіє великими власними можливостями для саморозвитку в навколишньому середовищі [251, с. 133].

Цей висновок можна проілюструвати думкою В.О.Сластьоніна, який вважає, що з позиції синергетичного підходу суб'єктна позиція вихованця може бути розглянута як відповідність цілей вихованців, їх мотивів та способів дій педагогічним вимогам; одночасно, це вихід за межі цих вимог, підпорядкування системи відносин задачам особистісного, у тому числі професійного самовдосконалення [365, с. 263]. І саме синергетика, що вивчає загальні закономірності еволюції систем будь-якої природи, дозволяє зафіксувати суб'єктність людини у її глибинному, базовому сенсі [18, с. 7-8].

На нашу думку, дидактична сутність синергетичного підходу до процесу навчання фізики випливає із самої сутності цього процесу. Оскільки, в перекладі з грецької «дидактикос» – це той, хто навчає, очевидним стає, що в

дидактичному сенсі синергетичний підхід повинен бути безпосередньо пов'язаний з процесом навчання фізики, реалізувати основні функції та цілі навчання, а також власні цілі учіння кожного окремого учня.

Отже, *синергетичний підхід до процесу навчання фізики передбачає* постійне оновлення змісту, методів і форм навчання з урахуванням таких чинників, як відкритість, самоорганізація, саморозвиток, креативність і нелінійність мислення, управління та самоуправління; спільну діяльність вчителя та учнів у процесі навчання та самонавчання, організація такої взаємодії «учень-педагог», яка орієнтована на єдність процесів розвитку й саморозвитку особистості дитини й вчителя, коеволюції учня й педагога; спрямованість навчально-виховного процесу на цілісний розвиток дитини, її розумової, емоційно-чуттєвої й вольової сфер, формування особистісних і соціальних якостей і здібностей. Одночасно, у фізиці цей підхід означає піднесення викладання на якісно новий рівень, що передбачає ознайомлення учнів з основами сучасного некласичного природознавства, його методами дослідження (наприклад, математичне моделювання) та технологіями.

Використання синергетичного підходу в освіті взагалі передбачає створення синергетичної моделі освіти, яка, на думку О.В.Вознюка, включає у свій зміст наступні концептуальні положення:

1. Відкритість освіти світові, її творчий характер навчання.
2. Розвиток інтеграції різних способів освоєння людиною світу, де цей процес має спиратися на холістичні тенденції розуміння об’єктивної реальності як в науці, так і в філософії. Це передбачає включення в зміст освіти дисциплін, що відображають глобальні проблеми сучасності.
3. Включення в освітні процеси синергетичних уявлень про відкритість світу, цілісність та взаємопов’язаність людини, природи та суспільства.
4. Вільне використання різних інформаційних систем, що постають відкритими розвивальними системами.

5. Особистісна спрямованість процесу навчальної діяльності, коли за витоковий принцип береться не соціум, а людина з її неповторністю, як постійне джерело стихійності, невпорядкованості, розвитку.

6. Зміна ролі педагога, що передбачає перехід до спільних дій всіх учасників навчально-виховного процесу в нових ситуаціях у відкритому, плинному, незворотному світі, а сам педагог у процесі своєї діяльності починає орієнтуватися на відновлення змісту, методів і форм навчання з урахуванням таких чинників, як відкритість, саморозвиток, креативність і нелінійність мислення, керування, самокерування, самоврядування тощо [106, с.68].

Нова гуманістична освітня парадигма бере за основу принципи фундаментальності, людяності, цілісності [408], що є провідними і в методиці навчання фізики.

Проблемою, яка потребує вирішення є принципове розуміння необхідності скорочення розриву між еволюційно – синергетичним рівнем єдності сучасної картини світу (класичне природознавство пропонувало механічну і електродинамічну картини світу; некласичне природознавство запропонувало релятивістську і квантово – польову картини світу; постнекласичне природознавство запропонувало еволюційно – синергетичну картину світу) *і класичним рівнем навчання природничо – математичних дисциплін, і фізики зокрема, що змушує шукати відповідь на практичне питання про конкретний зміст матеріалу, пропонованого учням для осмислення сучасних досягнень природознавства*. І пошуки ці виявляються дуже непростими. Впровадження в конкретні дисципліни матеріалу, що ілюструє принципи синергетики, В.Г.Буданов вважає окремим напрямком синергетичного підходу [69]. Фізиці тут належить особливе місце.

Синергетика приходить до школи через фізику, оскільки саме фізика найкраще сприймає її ідеї та методи, бо ці ідеї та методи співзвучні до завдань фізики, серед яких – формування цілісної системи знань про навколишній світ.

Синергетичний підхід активно використовується у навчанні фізики. Це знаходить відображення не стільки у варіативності навчання предмету, скільки

у сутності навчання фізики (зміна організаційних форм, запровадження нових методів та технологій, зокрема інформаційно-комунікаційних), що стимулює пізнавальну творчу діяльність учнів.

Застосування принципів синергетичного підходу до навчального процесу з фізики передбачає зміни в усіх його складових:

- змісту – як синтез наук, широке залучення міжпредметних зв'язків, аксіоматичних методів, інтегративних проектів;

- викладання – як співпраця з учнями, відкрита взаємодія з інформаційним середовищем та суспільством, організація самостійної роботи, цільова функція, залучення учнів до науково-дослідної роботи, навчального проектування, функція контролю;

- навчання – як співпраця вчителів та учнів, відкрита взаємодія з інформаційним середовищем та суспільством, перетворення знань, науково-дослідна робота, самоосвіта, самоорганізація, саморозвиток.

- матеріальних засобів навчання – як широке запровадження інформаційно-комунікаційних технологій, нових засобів навчання, комплектів обладнання, створення синергетичних міні-курсів.

Одним із ключових напрямків модернізації та удосконалення системи освіти у нашій державі є профільне навчання, яке має більшою мірою враховувати інтереси, нахили і здібності, можливості кожного учня, у тому числі з особливими освітніми потребами, у контексті соціального та професійного самовизначення і відповідності вимогам сучасного ринку праці. Такий підхід до організації освіти старшокласників не лише найповніше реалізує принцип особистісно орієнтованого навчання, а й дає змогу створити найоптимальніші умови для їхнього професійного самовизначення та подальшої самореалізації [301].

У старшій школі зміст освітньої галузі «природознавство», до якої входить фізика, спрямований на системне вивчення основ природничих наук, зокрема й фізики, розвиток здобутих учнями знань і вмінь відповідно до

обраного ними рівня програми, поглиблення їхньої компетентності в окремих предметних галузях знань, які визначають їх подальший життєвий шлях [300].

Зміст фізики з позиції синергетичного підходу наповнюється міжпредметними зв'язками, інтегративним характером у процесі: 1) вивчення чи дослідження явищ природи з єдиної методологічної позиції, що відповідає принципам синергетики; 2) виявлення загальних властивостей, притаманних різним явищам, процесам; 3) формування в учнів розуміння багатовимірності, взаємозв'язку, взаємопроникності процесів та явищ природи.

Виходячи з цього, можна вважати, що синергетичний підхід до змісту навчання фізики є доцільним, оскільки виконує функцію синтезу наук, відкриває можливість до гуманітаризації знань, демонструє багатовимірність процесів, цілісність світу, залежність елементів будь-якої системи. Це сприяє досягненню загальної мети освіти – формуванню всебічно розвиненої особистості школяра, здатної до саморозвитку, самоосвіти, самоорганізації, самореалізації.

Синергетичний підхід до процесу навчання фізики може розглядатися як засіб гуманітаризації освіти, з одного боку, та природничо-наукової освіти для гуманітаріїв – з іншого. Саме завдяки використанню синергетики в навчально-виховному процесі з фізики в класах гуманітарного профілю можна говорити про формування в учнів особливого синергетичного мислення, яке дозволяє майбутньому історику, філологу, економісту оцінювати те чи інше рішення за допомогою порівняння попереднього й наступного станів явища: порівняння реального ходу наступних подій з вірогідним перебігом подій при альтернативному ключовому розв'язку. Таке мислення вимагає більшого обсягу інформації та інтелектуальних зусиль, що й відрізняє наукові міркування від повсякденних, які залежать від настроїв, симпатій та антипатій [140, с.120-122].

Досить ґрунтовно досліджували проблеми гуманітаризації освіти та важливість вивчення природничих наук гуманітаріями С.У.Гончаренко [124, 125], А.І.Павленко [288].

Сучасні наукові дослідження в галузі дидактики та методики пов'язують використання синергетики з можливістю зрозуміти та виявити єдність наук про природу та суспільно-гуманітарних наук. Саме синергетика є ефективним засобом їх інтеграції. На основі синергетики можливий синтез соціально-гуманітарного і природничо-наукового знання в єдину картину світу, можливе формування в учнів нелінійного (синергетичного) типу мислення, що дозволяє адекватно описувати і пояснювати нестабільні, нестійкі, безповоротні природні і соціальні явища [359, с. 106-107]. Така єдність формує цілісне уявлення про природу, суспільство і людину, про різні способи пізнання дійсності (раціонального природничо-наукового та інтуїтивно-образного), їх взаємодоповнюваності у процесі пізнання; допомагає взаєморозумінню учнів з різними схильностями і здібностями.

Гуманізація та гуманітаризація природничої і технічної освіти, збагачення суспільно-гуманітарної освіти за рахунок включення в її зміст природничо-наукової складової має стратегічне значення [397, с. 41–50]. Взаємне зближення двох гілок людської культури – природничо-наукової і суспільно-гуманітарної – є абсолютно необхідним. Їх діалог може перерости в дует, якщо знання, які отримуються в процесі вивчення суспільно-гуманітарних дисциплін з урахуванням фундаментальних проблем фізики, хімії, біології, математики, будуть стійкі, зорієнтовані на тривалу дію і складатимуть базу навчання учнів гуманітарного профілю (тобто тих, хто вивчає фізику за рівнем стандарту).

Зрозуміло, що основним напрямком проникнення природичо-наукового мислення в гуманітарні предмети є знаходження відповідних підходів конструювання змісту освіти та навчального плану для гуманітаріїв.

Тому найважливіший напрям діяльності науковців – методистів сьогодні – це робота над змістом шкільного курсу фізики, яка полягає в побудові найбільш логічної структури вивчення окремих розділів і тем в тісному зв'язку з іншими дисциплінами. Вивчення будь-якого розділу повинно ґрунтуватися на стрижневих ідеях, в якості яких повинні виступати фундаментальні поняття та

загальні закони, ілюструючи універсальність як самих законів, так і їх практичне використання.

Особливого значення в плані гуманітаризації набувають історичні знання і аргументи викладача, які переконують учнів у тому, що в науковому методі можуть бути наявні нелогічні, інтуїтивно-образні уявлення. Таке обґрунтування можливе при визначенні понять і основних положень теорій, у формулюванні яких немає дедуктивного переходу від емпіричних фактів (наприклад, спеціальної теорії відносності). Це відбувається і під час конструювання аксіоматичних положень, де вирішальна роль належить інтуїції, а наслідки виводяться дедуктивним шляхом. Визначені два підходи реалізуються викладачами під час навчального процесу [68, с. 331–335].

Синергетичний підхід до викладання фізики з позицій діяльності викладача в організації навчального процесу та застосування ним технологій навчання стає відкритим процесом взаємного конструювання і творення між вчителем та учнем – інтерактивним комунікативним процесом. Вчитель та учень стають співробітниками, перебувають у синергетичному взаємозв’язку.

Впровадження основних принципів синергетики у навчальний процес з фізики вимагає відповідного змістовного наповнення та методичного забезпечення аксіологічного, когнітивного, діяльнісно-творчого і особистісного компонентів змісту фізичної освіти, а також застосування адекватних педагогічних технологій, характерними рисами яких є: співробітництво, діалогічність, діяльнісно-творчий характер, спрямованість на підтримку індивідуального розвитку дитини, надання учням свободи для прийняття самостійних рішень, творчості, вибору змісту і способів навчання, співтворчість учителя та учнів. Зазначені обставини дозволяють констатувати можливість створення сучасної методичної системи фізичної освіти взагалі, та, зокрема системи навчального фізичного експерименту старшої школи, на основі синергетичного підходу.

Синергетичний підхід до системи навчального фізичного експерименту розглядається нами як засіб інтеграції реальної та віртуальної її складових, що

передбачає втілення у структурі цієї системи основних принципів синергетики з метою створення в процесі навчання умов для найповнішої реалізації завдань фізичної освіти у напрямку формування ключових та предметних компетентностей учнів.

1.4. Тенденції розвитку системи навчального фізичного експерименту старшої школи

Сучасний стан розвитку фізичної освіти, який пов'язаний з переходом на нові стандарти [142] та викладанням фізики за новими програмами [266], вимагає перегляду не тільки змісту та методів, але й засобів навчання. Виходячи з того, що головна мета навчання фізики в середній школі полягає у розвитку особистості учнів засобами фізики як навчального предмета, зокрема завдяки формуванню в них предметної компетентності на основі фізичних знань, наукового світогляду й відповідного стилю мислення, розвитку експериментаторських умінь і дослідницьких навичок, творчих здібностей і схильності до креативного мислення, постають завдання, безпосередньо пов’язані із оволодінням учнями науковими методами пізнання, досвідом практичної діяльності людства в галузі здобуття фактів. Підходи до розв’язання цих завдань передбачають пошук і запровадження таких форм і методів організації пізнавальної роботи учнів, за допомогою яких значну кількість інформації учні отримують самостійно, внаслідок активної розумової та практичної діяльності. Мова йде про підвищення ролі навчального фізичного експерименту, який, на нашу думку, є найефективнішим засобом впровадження діяльного та синергетичного підходів у навчанні фізики, особливо учнів старшої профільної школи.

Навчальний фізичний експеримент, як відомо, – це відтворення за допомогою спеціального обладнання фізичного явища в умовах, що є найбільш зручними для його вивчення. Тому він слугує одночасно джерелом знань і критерієм їх істинності, методом навчання та видом наочності. При цьому його

систему утворюють не лише сукупність навчальних приладів і обладнання, але й методи та методичні прийоми, що відповідають домінуючій концепції навчання й виховання [65].

Експеримент у шкільному курсі фізики – це відображення наукового методу дослідження, що використовується у фізичній науці. Постановка дослідів та спостережень має велике значення для ознайомлення учнів із сутністю експериментального методу, з його роллю в наукових фізичних дослідженнях, а також для формування вмінь самостійно набувати і застосовувати знання, для розвитку творчих здібностей учнів.

Експеримент є одним з провідних методів шкільного курсу фізики. За допомогою нього моделюються явища, які неможливо спостерігати безпосередньо, він дозволяє зробити висновок про справедливість тієї чи іншої гіпотези, досить часто стає джерелом протиріч, які є основою створення проблемних ситуацій на уроках і т.д. Як зазначають Є.В. Коршак та Б.Ю. Миргородський, «найефективнішим є евристичний метод вивчення матеріалу, коли значну частину необхідних висновків учні роблять самостійно, використовуючи дані навчального експерименту» [216, с.11].

Завдяки навчальному фізичному експерименту учні оволодівають досвідом практичної діяльності людства в галузі здобуття фактів та їх попереднього узагальнення на рівні емпіричних уявлень, понять і законів. За таких умов він виконує функцію методу навчального пізнання, через що у свідомості школярів утворюються нові зв’язки й відношення, формується суб’єктивно нове особистісне знання, тобто відбувається своєрідна інструменталізація здобутих знань.

Виконуючи функцію джерела пізнавальної інформації, одночасно навчальний експеримент є головним засобом наочності в процесі вивчення фізики. Він дозволяє успішно й активно формувати у школярів конкретні образи, що адекватно відображають в їх свідомості фізичні явища та процеси, які реально існують, і закони, що їх об’єднують.

Фізичний експеримент є не лише ілюстрацією тих чи інших явищ та закономірностей. Він слугує засобом доказу справедливості теоретичних положень фізики та сприяє формуванню впевненості в можливості пізнання явищ природи, тобто має важливе значення в процесі формування наукового світогляду школярів.

Зрозуміло, що вивчення фізики може вважатися повноцінним тільки в тому випадку, коли в процесі навчання систематично й продумано використовується навчальний експеримент в усіх його видах. Особливо важливу роль відіграє експеримент в старшій школі, де вивчення фізики відбувається відповідно до програм профільного навчання [266]. Саме в старшій школі вагомого значення набуває самостійна експериментаторська діяльність учнів з фізики, яка дозволяє розвивати особистісний потенціал школярів, їх нестандартне мислення, творчі здібності.

Дослідженню, розробці та запровадженню в навчальний процес загальноосвітніх навчальних закладів експерименту завжди приділялася велика увага. Підґрунтям розвитку системи ШФЕ є наукові здобутки вчених методистів – фізиків, що працювали в різні роки. У накопиченому досвіді є чимало цікавих та оригінальних рішень щодо методики та техніки навчального фізичного експерименту, які не втратили своєї цінності й у сучасних умовах. Тому, на нашу думку, доцільно розглянути процес становлення та розвитку шкільного фізичного експерименту.

Як відомо, викладання фізики в школах нараховує вже понад 350 років. Як самостійний навчальний предмет вона отримала визнання лише в кінці XVIII століття. Але лише в кінці XIX – на початку XX століття під впливом успіхів у науці і техніці значно зросла роль фізики в школі. Вже тоді спостерігаються позитивні тенденції в напрямі запровадження навчального експерименту, серед яких потрібно виділити введення в навчання самостійних спостережень та лабораторних робіт учнів як важливого засобу боротьби з формалізмом у знаннях і практичній підготовці. В цей час видається досить багато методичної літератури з фізики, серед якої слід відзначити

«Общедоступные физические приборы» К.В.Дубровського (1881), «Первоначальные опыты по физике» Я.І.Ковальського (1885), «Объяснение к практическим работам по физике» В.В.Лермантова (1888), «Каталог физического кабинета» К.Д.Краєвича (1870, 1881), «Опыт методики физики» І.В.Глінки (1911), «Методика начальной физики» П.А.Баранова (1913). Саме в цих працях вперше обґрунтований експериментальний метод навчання фізики. А в 1898 році комісія з реформування викладання фізики під керівництвом професора Н.А.Умова визнала фізичний експеримент провідним методом викладання і запропонувала, як обов'язкові для виконання в школах, 125 демонстраційних дослідів. Починаючи з 1915 року, в програмах з'явилися, як обов'язковий елемент, лабораторні роботи учнів.

Одночасно із розвитком теоретичних основ шкільного фізичного експерименту створюються і розвиваються спеціальні фізичні кабінети, основним завданням яких була розробка приладів і обладнання для демонстраційного та лабораторного експерименту й залучення вчителів до такої роботи [83, с.32-33].

Подальший розвиток змісту та методів навчання фізики відбувався у радянській школі, де на усіх етапах в центрі уваги методистів були проблеми удосконалення фізичної освіти: розробка навчальних програм, підручників, методів та засобів навчання. Серед видань радянських часів слід звернути увагу на книгу авторського колективу Д.І.Галаніна, Є.М.Горячкіна, О.В.Павши, С.М. Жаркова, Д.І. Сахарова «Физический эксперимент в школе», т.I-VI (1934-1941), яка містила широке узагальнення досвіду вчителів та навчальної промисловості з конструювання фізичних шкільних приладів та систематичну розробку методики і техніки шкільного фізичного експерименту. За оцінкою спеціалістів ця праця мала виключно важливе значення в методичній літературі. Саме ця книга, а також книги П.А. Знаменського «Лабораторные занятия по физике в средней школе» (1926-1927, 1936, 1949, 1955) сприяли впровадженню експериментальних методів у навчальний процес з фізики. Подальший розвиток методичні ідеї, викладені в цих працях, знайшли в

роботах В.Н. Бакушинського, О.А. Покровського, В.Г. Разумовського, а також українських методистів М.М. Бондаровського, Є.В. Коршака, Б.Ю. Миргородського, В.К. Шабаля, М.С. Шульги та інших.

В кінці 40-х і на початку 50-х років розпочалися інтенсивні наукові дослідження щодо організації і проведення лабораторних робіт. Результатом цих пошуків були праці: С.П. Слєсаревського "Лабораторні роботи з фізики у VII-X класах середньої школи" (1948 р.); П.О. Знаменського "Лабораторні заняття з фізики у середній школі" (1949 р.); О.А. Покровського і Б.С. Зворикіна "Фронтальні лабораторні заняття з фізики у середній школі" (1952 р.); В.Н. Бакушинського "Організація лабораторних робіт з фізики у середній школі" (1949 р) та інших [377].

У другій половині 60-х років першочерговими вимогами до оновленого і вдосконаленого експерименту були: 1. Глибше, наочніше і швидше, ніж при використанні існуючих приладів, розкривати суть матеріалу, який вивчається, для того, щоб використовувати звільнений час для подачі нової інформації. 2. Прилади й установки повинні мати найтісніший зв'язок із сучасною технікою, виробництвом і наукою. Окреслилася тенденція до створення цифрових приладів. 3. Прилад має забезпечувати сучасний рівень методів наукових досліджень. При цьому враховувалися і загальнодидактичні вимоги до них: пізнавальне значення приладу, доступність розуміння учнями його будови та принципу дії, видимість з усіх місць класу, значущість у науці і техніці, виховне значення тощо [257, с. 11].

У цей час основними методичними напрямами розвитку та вдосконалення системи ШФЕ були наступні: ознайомлення учнів із застосуванням законів фізики в техніці у зв'язку з політехнічною підготовкою; формування в учнів конкретних уявлень про умови, за яких фізичні явища і закономірності, що вивчаються, використовуються в техніці і на виробництві, з цією метою на уроках показ різних технічних пристроїв, приладів, діючих моделей установок; систематизація існуючих та розробка нових дослідів;

обґрунтування доцільності використання нових електронних приладів та розробка методики їх запровадження в демонстраційному експерименті [375].

У цей період робота з вдосконалення демонстраційного експерименту розгорталась у таких напрямах: встановлення системи експерименту, розробка необхідного обладнання для її реалізації, впровадження розробок у промислове виробництво та створення нових методичних розробок і посібників. Особлива увага в цей час приділялася пошуку можливих шляхів реалізації у навчальному процесі фундаментальних дослідів.

Найбільш удосконаленим прийомом організації і проведення лабораторних робіт вважалося їх індивідуальне виконання учнями при наявності в школі кількості комплектів лабораторного обладнання, яке б забезпечило всіх учнів класу. Отже, вперше саме в цей час виникла потреба створення комплектів обладнання для лабораторних робіт. Але ця ідея не була реалізована. Школи лише поповнювалися різними приладами в необхідній кількості, самі ж комплекти вчитель збирав самостійно з наявного обладнання.

В той же час слід відмітити ті досягнення методичної науки в питаннях організації та проведення лабораторних робіт, які не втратили свого значення й сьогодні, а саме: важливою умовою підвищення ефективності лабораторних робіт було забезпечення їх свідомого виконання, активності, ініціативи та самостійності учнів; ефективність робіт підвищувалася через посилення їх навчального характеру, тобто завдання вчителя, перш за все, полягало у допомозі учням у роботі з приладами, тим самим забезпечувалося формування відповідних умінь та навичок.

У кінці 60-х років, як зазначає в своєму дослідженні Н.Л. Сосницька, ряд українських методистів (П.Воловик, С.Гончаренко, І.Макаровська, М.Розенберг, І.Рачек та ін.) пропонували так проводити лабораторні роботи, щоб вони спонукали учнів до творчості [377]. Перед школярами ставилося завдання підібрати прилади до роботи, скласти план її проведення, проаналізувати результати тощо. Отже, вже тоді у методику навчання пропонувалося запроваджувати елементи синергетичного підходу, що

передбачає вибір учнем свого індивідуального варіанту як в процесі навчання, так і під час виконання навчальних досліджень. Але й ця тенденція не знайшла свого втілення в практиці навчання.

Основні тенденції розвитку системи шкільного фізичного експерименту 70-80-х років XX століття були окреслені Є.В. Коршаком та Б.Ю. Миргородським. Серед них, використання електроніки у ШФЕ, виготовлення та використання приладів на напівпровідниках, розробка робіт фізичного практикуму, посилення ролі домашніх дослідів та спостережень тощо [216].

Саме в цей час у переліку навчального обладнання фізичних кабінетів з'являються набори обладнання: набір з геометричної оптики, набір дифракційних ґраток, набір зі статики, набір демонстрування передачі електроенергії на відстані, набір з електролізу та інші. Але всі ці набори були орієнтовані в першу чергу на проведення демонстрацій вчителем з конкретної теми. Комплектів лабораторного обладнання у переліку не було.

Зміна економічних умов в Україні в 90-х роках минулого століття викликала зниження темпів розробки та виробництва навчального обладнання для шкіл. Як наслідок виникли проблеми із забезпеченням останніх навчально-наочними посібниками. Ці об'єктивні причини призвели до того, що матеріально–технічна база фізичних кабінетів практично перестала оновлюватись. Між тим, науково-технічний прогрес створив умови для значної модернізації шкільного обладнання та удосконалення всієї системи шкільного фізичного експерименту.

Ґрунтовною працею, що стала суттєвим продовженням пошуку можливих напрямів подальшого удосконалення системи ШФЕ стала монографія С.П.Величка [90], в якій автор подає шість етапів становлення та розвитку навчального фізичного експерименту, виділяючи характерні ознаки навчального експерименту та його функції і тенденції розвитку в кожний з періодів, відзначаючи тих вчених-методистів, чия діяльність мала вирішальне

значення для запровадження експерименту у навчальний процес. Пропонована дослідником періодизація має такий вигляд:

Перший етап – середина 18 ст. – 50-і роки 19 ст. – зародження методики навчання фізики як педагогічної науки, поступове запровадження експерименту у навчальний процес.

Другий етап – 60-і – 90-і роки 19 ст. – становлення і розвиток демонстраційного експерименту.

Третій етап – кінець 19 ст. – 20-і роки 20 ст. – широке використання демонстраційних дослідів, виготовлення саморобного обладнання, організація проведення лабораторних робіт, створення фізичних кабінетів.

Четвертий етап – 20-і – початок 50-х років 20 ст. – проведення практичних робіт за фронтальним методом, запровадження фізичного практикуму.

П’ятий етап – 50-і – 80-і роки 20 ст. – широке запровадження технічних засобів навчання, введення обов’язкового фізичного практикуму, запровадження домашнього експерименту, створення системи шкільного фізичного експерименту, розробка змісту обладнання фізичного кабінету.

Шостий етап – з 80-их років 20 ст. – до кінця 20 ст. – розробка та удосконалення методики і техніки навчального фізичного експерименту, створення нової системи ШФЕ, що ґрунтується на посиленні ролі самостійної роботи учнів і використанні сучасних, в тому числі комп’ютерних, технологій.

С.П. Величко на основі аналізу історичного розвитку та системного аналізу сучасного стану фізичного експерименту як ефективно діючої педагогічної системи визначає основні напрями та *тенденції його розвитку* [90], серед яких нами ми звертаємо увагу на ті, що не втратили актуальність і сьогодні та, в першу чергу, стосуються розвитку самостійного експерименту учнів: *створення системи шкільного фізичного експерименту, яка відповідає рівневі досягнень фізичної галузі науки, враховує принцип неперервності, ґрунтується на засадах особистісно орієнтованого підходу, передбачає*

використання навчальних комплектів і комп'ютеризацію фізичного експерименту.

Сучасну систему ШФЕ розробляли, обґрунтовували теоретичні її основи та розвивали такі вчені, як Л. І. Анциферов, П. С. Атаманчук, О. І. Бугайов, В. О. Буров, С. П. Величко, В. П. Вовкотруб, Г. М. Гайдучок, Ю. І. Дік, Л. Р. Калапуша, Є. В. Коршак, Д. Я. Костюкевич, Б. Ю. Миргородський, О. В. Сергєєв, В. І. Тищук, М. М. Шахмаєв, М. І. Шут та інші.

Незважаючи на те, що в працях багатьох дослідників достатньо повно були розроблені різні види навчального експерименту та форми проведення занять з його застосуванням, обґрунтовані функції експерименту, передові педагогічні ідеї в масовій практиці мало реалізовувалися, особливо це стосувалося самостійного лабораторного експериментування учнів. На нашу думку, справа в тому, що фронтальне обладнання будувалося за «приладовим» принципом: клас – комплект містив більш 1800 екземплярів різних приладів і 120 найменувань обладнання. Під час підготовки кожного фронтального експерименту вчитель повинен був самостійно складати відповідний комплект обладнання. Така ситуація не дозволяла проводити експерименти дослідницького рівня, в яких учень мав би можливість самостійно ставити проблеми та розв'язувати їх, добираючи відповідне обладнання. Тому в школі склалася практично єдина форма фронтального експерименту – лабораторні роботи, які проводяться відповідно до інструкцій, що зазвичай наведені в підручниках.

Початок XXI століття характерний тим, що модернізація шкільного обладнання типового кабінету фізики відбувається через *впровадження новітніх досягнень фізики й техніки у навчання: заміна електровакуумних приладів на напівпровідникові, переведення вимірювальних пристроїв на цифрову індикацію, використання лазерів та інших сучасних джерел світла, уніфікація лабораторних та демонстраційних приладів, використання комп'ютерної техніки в експериментальних установках* і т.д.

Ці тенденції знайшли відображення в працях таких дослідників: Л.І. Анциферова [16, 17], В.Ю. Бикова [51, 52, 141], С.П. Величка [89, 91], В.П. Вовкотруба [104, 105], С.М. Гайдука [112, 113], Г. Гайдучка [114], А. Гуржія [133, 136, 137], А.В. Касперського [194, 195], С.О. Кононенка [211], О.С. Мартинюка [253], Е.П. Сірика [363], Н.Л. Сосницької [375, 376], Н.В. Федішової [394], Р.-М.І. Швай [420], М.І. Шута [141, 430, 431] та інших.

Зокрема, відмітимо дослідження Н.В. Федішової, в якому запропоновано розроблені та виготовлені комплекти обладнання та дидактичні засоби, які забезпечують експериментальне відтворення політехнічного матеріалу курсу фізики, а саме автоматичні пристрої та функціональні вузли ЕОТ [394].

Е.П. Сірик в своєму дослідженні розглядає шляхи запровадження в шкільному курсі фізики нових сучасних джерел випромінювання та відповідного комплекту обладнання для кількісного вивчення питань спектрального аналізу [363].

Л.Д. Костенко обґрунтовує умови оптимального поєднання фізичного та комп'ютерного навчального експерименту в процесі вивчення квантової фізики учнями старшої школи з урахуванням її диференціації [217].

С.О. Кононенком запропоновані нові навчальні досліди та обладнання для вивчення коливальних та хвильових процесів, а саме, комплекти навчальних генераторів на основі МДН транзистора та комплект приладів для вивчення цифрового запису та відтворення звуку [211].

Вагомими є дослідження, які проводяться на кафедрі фізики Житомирського державного університету імені Івана Франка зі створення та впровадження у навчальний процес комплектів обладнання для лабораторних робіт з електрики та магнетизму: «Набірне поле «Школяр» та «Електроніка».

Завдяки проведеним дослідженням розв'язано багато проблем методики і техніки постановки демонстраційних дослідів, удосконалені форми організації та методи проведення фронтальних лабораторних робіт і робіт фізичного практикуму, комплексного використання обладнання та інших засобів наочності у навчанні фізики.

Як було показано в нашому дослідженні (п. 1.1), сучасний стан фізичної освіти характеризується створенням віртуально орієнтованого навчального середовища, однією із складових якого, є навчальний фізичний експеримент. Він змінює це середовище й змінюється сам під впливом зовнішніх чинників. Тому можна впевнено говорити, що проблеми, які залишаються нерозв'язаними у зв'язку із створенням віртуально орієнтованого навчального середовища з фізики є актуальними і для розвитку системи навчального експерименту.

Серед означених проблем, що залишаються актуальними та потребують розвитку, Ю.О. Жук виділяє наступні: *формування мотивації і пізнавального інтересу учнів до навчання фізики через систему навчального експерименту на базі новітніх засобів навчання і комплектів обладнання; активізація навчально-пізнавальної діяльності учнів, розвиток їх самостійності на основі використання новітніх засобів навчання та комплектів обладнання; створення педагогічно доцільних комплексів програмно-методичного забезпечення використання новітніх засобів навчання і комплектів обладнання* і т.д. [158].

Виходячи з вищезазначеного, *сучасний етап розвитку системи навчального фізичного експерименту можна виділити як такий*, *що характеризується широким запровадженням новітніх досягнень фізики й техніки в навчальному експерименті, інформаційно-комунікаційних технологій та засобів віртуальної реальності*, які значно впливають не лише на наочність та образність експерименту, а й змінюють його функції та роль, розширюють його можливості, посилюючи інформативність та інтерактивність.

Проблема використання інформаційних технологій у навчанні активно досліджується у нашій країні протягом багатьох років. Проводяться експерименти щодо визначення функцій, які можуть бути покладені на інформаційні технології у навчальному процесі (В. Андрущенко [11, 12], Н. Балик [36], Г. Балл [37], В. Биков [50, 52], І. Булах [71], Ю. Валькман [76], Р. Гуревич [131], А. Гуржій [132, 133, 137], А. Єршов [150], М. Жалдак [153, 154], Ю. Жук [160, 161], Ю. Машбиць [258], В. Монахов [264], Ю. Рамський [306], М. Смульсон [370, 371], О. Співаковський [379, 380] та ін.);

досліджуються особливості діяльності та спілкування «педагог-учень» з використанням інформаційно-комунікаційних технологій (А. Брушлинський [64], Ю. Машбиць [258, 286] та ін.); питання інформатизації загальноосвітньої та вищої школи досліджували В. Биков [51], Б. Гершунський [120], С. Гончаренко [125], Р. Гуревич [131], М. Жалдак [153, 286], Ю. Жук [159, 161], О. Касперський [193, 195], Н. Морзе [286], О. Співаковський [379] та ін.; створюються теорії навчання з використанням інформаційних технологій, розроблюються і впроваджуються комп'ютерно орієнтовані методики навчання. Проблеми впровадження електронних засобів у навчальний процес з фізики є предметом дослідження П.С. Атаманчука [31], В.Ю. Бикова [50, 51, 167], І.Т.Богданова [59], С.П. Величка [80, 86, 88, 89], М.І. Жалдака [153, 154], О.В. Касперського [193-195, 430], В.М. Кухаренко [228], В.В. Лапінського [51, 230, 231], І.Ю. Ненашева [96], С.О. Семерікова, О.М. Спіріна, І.О. Теплицького [389], В.Д. Шарко [416], М.І. Шута [137, 430] та інших. Науковцями розглядаються різні аспекти означеної проблеми: П.С. Атаманчук, В.Ю.Биков, М.І.Жалдак розглядають процес організації та управління навчальною діяльністю в комп'ютерно орієнтованому середовищі; активізація пізнавальної діяльності та розвиток творчих здібностей учнів засобами ІКТ в процесі навчання фізики досліджується в працях С.П.Величка, В.Е.Краснопольського., Н.П.Литкіної, В.В.Неліповича, А.М.Сільвейстра, І.О.Теплицького; використання комп'ютерів в самостійній роботі з фізики – Ю.П.Рева, Ю.О.Жук, О.В.Слободяник; використання інформаційних технологій у шкільному навчальному експерименті стали предметом дослідження в роботах С.П. Величка, В.О. Ізвозчикова, Л.М. Наконечної, Ю.М. Орищина, Н.Л. Сосницької, В.І. Сумського та ін.; формування інформатичної компетентності учнів на уроках фізики розглядають Л.Г. Карпова, О.В. Ліскович, О.П. Пінчук, В.Д. Шарко та інші. Останнім часом активно досліджуються деякі аспекти психолого-педагогічного обґрунтування використання засобів мультимедійних технологій у навчанні. Серед них праці вітчизняних дослідників А.М.Гуржія (особливості організації навчально-

виховного процесу у кабінеті фізики, навчальне обладнання), Ю.О.Жука (засоби навчання у комп'ютерно орієнтованому навчальному середовищі), В.Ф.Заболотного (демонстраційні комп'ютерні моделі в системі засобів формування фізичних понять), В.В.Лапінського (використання учителем мультимедійної техніки на уроках фізики) та інших.

Серед сучасних досліджень, на наш погляд, заслуговує на увагу монографія колективу авторів «Експеримент на екрані комп'ютера» [148], у якій висвітлено актуальні проблеми, що пов'язані з визначенням дидактичних функцій, місця і методики застосування комп'ютерно орієнтованих засобів навчання, з визначенням дидактичних вимог до їх створення й використання та впливом на структуру та результати навчального процесу в загальноосвітніх навчальних закладах.

Особлива увага приділена авторами аналізу можливостей програмних засобів і педагогічної доцільності їхнього використання в процесі навчання. Розглянуті також питання використання демонстраційного обладнання, що поєднується з комп'ютером, з метою організації та проведення експериментальної дослідницької діяльності учнів.

В іншому посібнику «Організація навчальної діяльності у комп'ютерно орієнтованому навчальному середовищі» [285] розкриті питання стосовно системних особливостей навчально-виховного процесу в умовах широкого використання інформаційно-комунікаційних технологій навчання. Значна увага приділена авторами формуванню умінь і навичок проведення навчальних досліджень в умовах сучасного навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу, формуванню структури навчальних дій учнів у процесі виконання лабораторних робіт з фізики дослідницького характеру з використанням засобів ІКТ.

Однак, незважаючи на достатню кількість досліджень з проблеми впровадження нових інформаційних технологій у навчально-виховний процес з фізики, не усі методичні питання розроблені досить детально, що ускладнює впровадження ІКТ у педагогічну практику. Більш того, як показано в

дослідженнях [133, с.30-37], нині можна констатувати суттєве відставання системи освіти України в галузі застосування ІКТ у навчанні.

Аналіз існуючих на ринку електронних засобів навчального призначення (ЕЗНП) з фізики та підходів до їх використання дає можливість виявити проблеми, які існують у цьому напрямі, з метою створення такої методичної системи навчального фізичного експерименту, яка б відповідала основним дидактичним вимогам сучасної освіти, ідеям педагогічної синергетики, вимогам компетентнісного підходу та ґрунтувалася на інтеграції віртуального та реального.

Автори багатьох досліджень наголошують, що забезпеченість навчальних закладів України ЕЗНП здійснюється в основному на комерційних засадах. Розробки, здійснені у 2004-2006 роках практично недоступні та не надходять у продаж. Одночасно, такі розробки є дещо застарілими, оскільки не відповідають сучасним програмам [266].

Разом з тим, помітно зросла кількість розробників програмних засобів саме для середньої школи. За аналізом дослідників 90% програмних засобів, які рекомендовані МОН України, станом на 2010 рік відноситься до галузі середньої освіти [353, с.212].

Серед останніх розробок слід згадати, пропонований до використання в школах України та представлений у 2013 році ZnayPad виробництва канадської фірми SENKATEL.

ZnayPad – це персональний планшетний комп’ютер, створений для навчання. Надає учням безпечний та зручний доступ до безлічі інтерактивних навчальних матеріалів з багатьох предметів: ілюстрації, схеми, таблиці, мапи, об’ємні моделі, словники, енциклопедії та інше [460].

ZnayPad містить навчальні програми та підтримує тісний зв'язок зі сховищами прикладних програм, підручників, відео уроків. Клубна система спілкування ZnayClub дозволяє обмінюватись знаннями та створювати власні навчальні матеріали.

Поряд із ZnayPad компанія «Електронні освітні системи», яка займається його розповсюдженням на українському ринку, пропонує зараз для використання в школах комп'ютер для вчителя ZnayBook, інтерактивні дошки ZnayBoard, платформу для створення інтерактивного контенту ePublicana та інше, тобто своєрідний інтерактивний навчальний комплекс.

Однак, обмежені фінансові можливості закладів освіти не дозволяють поширити даний продукт для використання в усіх школах України.

ЕЗНП з фізики відносяться до особливої групи програмних засобів. Оскільки в структурі таких засобів, як окрема підструктура, повинен бути присутній навчальний експеримент.

Аналіз програмно-педагогічних засобів з фізики, які створенні в Україні та використовуються в навчальному процесі, свідчить, що таких продуктів існує майже 40, виробництва 9 українських компаній:

– *АТЗТ «Квазар – Мікро Техно»*: «Фізика 7», «Фізика 8», «Фізика 9», «Фізика 10», «Віртуальна фізична лабораторія 7-9», «Віртуальна фізична лабораторія 10-11», «Бібліотека електронних наочностей 7-9», «Бібліотека електронних наочностей 10-11», «Електронний задачник 7-9».

– *ПП «Контур Плюс»:* «Фізика» для самостійної роботи, «Віртуальна фізична лабораторія» для самостійної роботи учнів, «Фізика 7», «Фізика 8», «Фізика 9», «Віртуальна фізична лабораторія – 7 кл.».

– *ЗАТ «Транспортні системи»:* «Фізика 11», «Фізика 7», «Віртуальна фізична лабораторія. Фізика. 7клас».

– *«Умнікі»:* «Фізика 7», «Фізика 8», «Фізика 9», «Віртуальна фізична лабораторія – 7 кл.», НПЗ «Фізика 11», «Фізика на 200 балів. Тести», «Фізика. Готуйся серйоЗНО».

– *«Нова школа»*: «Фізика 7», «Фізика 8», «Фізика 9», «Фізика 10», «Фізика 11», «Віртуальна фізична лабораторія – 7 кл.».

– *«Основа»:* «Електронний конструктор уроків. Фізика 7-11.»

– *«Study Buddy»:* «Ваш персональний репетитор. Відео-уроки. 7-11 кл.».

– *«Атлантік – Рекордс»:* «Фізика для абітурієнтів».

– *«Сорока Білобока»:* «Фізика на 200 балів».

Звертає на себе увагу той факт, що серед перелічених ЕЗНП незначна кількість призначена для використання під час проведення навчального експерименту. А ті, що є, майже не використовують такий засіб як демонстрація кінофрагментів реальних дослідів, навіть там, де це явно доцільно, вони замінюються анімаційними зображеннями або комп'ютерними моделями. Не усі запропоновані відео уроки за своєю якістю відповідають санітарно-гігієнічним вимогам. Деякі виробники використовують у своїх продуктах уроки, створені російськими виробниками, які не завжди відповідають навчальній програмі для українських шкіл (наприклад, *«Основа»*).

На нашу думку, ППЗ виробництва *АТЗТ «Квазар – Мікро Техно»,* яке розповсюджується в школах ще з 2006 року і має відповідні рекомендації МОН України, є найбільш повним та затребуваним продуктом завдяки своїй високій ефективності та мобільності.

Не можна говорити, звичайно, про високу якість цього продукту (особливо відео фрагменти, що створені ще у 80-х роках XX століття), але наявність в ньому таких складових, як конструктор уроків, консоль вчителя, дозволяє вчителю доповнювати даний продукт, створювати власні уроки з використанням мультимедійних ефектів і анімації.

Зазначимо, що на вітчизняному та зарубіжному ринках існують програмні продукти, які практично повністю задовольняють вимоги користувачів як за структурою, так і за функціональністю. На жаль, більшість з них працює на систему професійної або вищої освіти. За умови адаптації таких засобів до вимог навчання фізики в старшій профільній школі, вони можуть успішно запроваджуватися в системі навчального фізичного експерименту.

До таких продуктів в системі навчального експерименту, на нашу думку, потрібно віднести навчально-методичні комплекси, які включають програмне забезпечення та комплект навчального обладнання для проведення досліджень, тобто орієнтовані на проведення реально-віртуального експерименту.

Заслуговує на увагу, перш за все, таке обладнання, як відомий комплект для реально-віртуальних експериментів компанії «L-мікро» [456], комплекс лабораторного обладнання німецьких виробників PHYWE (дозволяє виконати 341 експеримент з фізики) [451], а також мобільна комп'ютерна лабораторія NOVA 5000 (Fourie, Ізраїль) та мікрокомп'ютерні лабораторії MoLab та VinciLab (CMA Centre, Нідерланди) [449].

NOVA 5000 – це автономний реєстратор даних, що працює на Windows CE та дозволяє учням виконувати велику кількість експериментів не лише з фізики, а й з хімії, біології, екології. Комплект містить повну версію програмного забезпечення для аналізу даних MultiLab фірми Fourie. В доповненні до програмного забезпечення постачається інтерактивна таблиця Мендєлєєва, конвертор одиниць, інтерактивні демонстрації експериментів та зручний комплект додатків для створення звітів до лабораторних робіт.

Експеримент з фізики для NOVA 5000 був розроблений з урахуванням особливостей шкільної фізичної лабораторії.

Дане обладнання може використовуватися як під час проведення лабораторних і демонстраційних експериментів у вищій школі, так і для проведення досліджень у процесі вивчення фізики в профільній школі, оскільки задовольняє основні дидактичні вимоги, які ставляться до шкільного експерименту. Комплекти фірми Fourie проходять апробацію в загальноосвітніх закладах України.

MoLab, VinciLab – це портативні пристрої, прогресивні інформативні системи, що оснащені програмним забезпеченням Coach 6, виробництва фірми CMA Centre, Нідерланди. Навчальне середовище, створене даною мікролабораторією об'єднує ІКТ-інструменти, що використовують професійні технології, таким чином сприяють запровадженню дослідницького підходу у процесі навчання. Серед інструментів, що дозволяють проводити фізичні експерименти різноманітні сенсорні датчики: прямолінійного руху, обертового руху, тиску, температури, прискорення, сили, магнітного поля, напруги, освітленості і т.д.

Програмне забезпечення передбачає обробку даних отриманих від ІКТ-інструментів через побудову відповідних графіків з подальшою їх обробкою та аналізом. Графіки згладжуються (екстраполюються), визначається кут нахилу або площа фігури, що обмежена графіком, визначається функція, що відповідає отриманій залежності між величинами, обчислюються похідні або інтеграли.

До новітніх комплексів для проведення досліджень у старшій профільній школі, що розроблені в Україні і поєднують у собі позитивні сторони як віртуального, так і реального експерименту, можна віднести й, навчальний комплект “Спектрометр 01” [206] розроблений на базі Наукового центру розробки засобів навчання Інституту інформаційних технологій та засобів навчання НАПН України, що діє при кафедрі фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Сюди відносяться і комплекси для вивчення оптичних явищ, що містять як комплекти обладнання для проведення реальних дослідів, так і різноманітні комп’ютерні додатки (презентації, програми для обробки даних, тестові програми тощо), а саме «Комплект вивчення оптики» [91], «Оптика – Класика», «Оптична міні-лава» [83, 84].

Проведений аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку системи навчального фізичного експерименту дозволяє стверджувати, що розвиток фізичного експерименту в напрямі розробки комплектів обладнання створює умови для подальшого вдосконалення та розвитку усієї системи навчального експерименту на засадах інтеграції реального та віртуального з метою впровадження синергетичного підходу та формування предметної компетентності учнів старшої профільної школи.

1.5. Особливості пізнавально-пошукової діяльності учнів з фізики у віртуально орієнтованому навчальному середовищі

Сучасний період інформатизації освіти характеризується пошуком шляхів створення віртуальних навчальних середовищ, які відповідають новій

парадигмі освіти та враховують психолого-педагогічні особливості поведінки учнів у цих середовищах з урахуванням специфіки навчальних предметів.

Дослідження психолого-педагогічних проблем організації віртуального освітнього простору розгортаються в наш час у багатьох країнах світу. Велика увага приділяється розробці мережі освітнього середовища, з одного боку, і так званому соціальному навчанню за допомогою соціальних мереж та новітніх технологій, з іншого (Т. Бернерс-Лі [46], А.Е. Войскунский [108, 109], Т.П. Зайченко [164], О.А. Калмиков [187, 188], О.І. Каптерєв [191, 192], Є.С. Полат [296], О.О. Сизов [358] та ін.).

Аналіз наукової та методичної літератури показує, що проблемі використання інформаційних технологій у процесі навчання фізики присвячена достатня кількість праць і досліджень, в яких розглядаються наступні аспекти: активізація пізнавальної діяльності та розвиток творчих здібностей учнів засобами ІКТ в процесі навчання, зокрема фізики (Ю.В. Єчкало, В.Е. Краснопольський [218, 219], А.М. Сільвейстр [362], І.О. Теплицький [389]); організація навчальної діяльності у комп'ютерно орієнтованому навчальному середовищі та проектування інформаційно-освітнього середовища (Ю.О. Жук [158-161], О.І. Іваницький [182, 183]); формування інформатичної компетентності учнів на уроках фізики (Н. Баловсяк [38], О.В. Ліскович, О.П. Пінчук [293, 294], В.Д. Шарко [416]); використання інформаційних технологій в шкільному навчальному експерименті (С.П. Величко [50, 80, 89], В.О. Ізвозчиков [179], Л.М. Наконечна [269], Н.Л. Сосницька [376], В.І. Сумський [383] та ін..).

Психолого-педагогічні проблеми навчання у віртуально орієнтованому середовищі висвітлювалися в працях Ю.Д. Бабаєвої [35], О.Є. Войскунського [108], П.Л. Гальперіна [116], О.В. Давискиби [138], В.П. Зінченко [171], А.Н. Леонтьєва [239], Ю.І. Машбица [286], Н.Ф. Тализіної [387] та ін.

Дослідження особливостей навчання у віртуально орієнтованому середовищі являють собою особливу галузь дидактики. В першу чергу це пов'язано з тим, що поширення інформаційних технологій в освіті трансформує

не лише окремі дії, але й людську діяльність в цілому, впливаючи на усі психічні процеси (як це показано у п.1.2), відбувається опосередкована діяльність новими знаковими системами та засобами, що вимагає від учнів додаткових психологічних зусиль, а від вчителів – використання нових методів та прийомів у навчанні.

У віртуально орієнтованому середовищі суттєво змінюється процес передачі знань, виявляються специфічні закономірності навчання, які не підпорядковуються загальнодидактичним принципам. Отже, виникає проблема формулювання специфічних принципів навчання, що проявляються у віртуально орієнтованому навчальному середовищі.

Названа проблема розв'язується сучасними науковцями: Н.В. Апатовою [19, 20], В.В. Лапінським [230, 232], В.М. Мадзігоном [249], Ю.І. Машбицем [258], І.В. Роберт [308] та ін.. Загальновизнаними є принципи індивідуалізації та інтерактивності, які, незважаючи на деякі відмінності, мають спільні характеристики в змістових аспектах і зустрічаються в працях більшості науковців.

Н.В. Апатова виділяє такі дидактичні принципи комп'ютерного навчання, як індивідуалізація, активність, когнітивна комунікація [19].

А.Ф. Верлань та Н.І. Тверезовська в своєму дослідженні доводять, що використання комп'ютера в навчанні дозволяє врахувати не лише вікові особливості, а й індивідуально-суб'єктивні характеристики учнів, організувати зворотній зв'язок, обрати індивідуальний темп навчання та його напрям, враховувати конкретну педагогічну ситуацію [93].

Важливим у працях науковців виступає принцип адаптивності, який передбачає адаптацію віртуального (комп'ютерного) навчання до індивідуальних потреб та властивостей учня і реалізується через різні засоби унаочнення, декілька рівнів диференціації навчального матеріалу за складністю, обсягом, змістом [308].

Оскільки, як показано в нашому дослідженні [326, 351], адаптація учня до нових умов навчання безпосередньо пов'язана з мотивами, під час розробки

методики комп'ютерно орієнтованого навчання необхідно враховувати рівень розвитку мотиваційного аспекту, індивідуально-особистісні та психофізіологічні особливості. При цьому важливо визначити індивідуальний початковий рівень обсягу та глибини знань, сформованості вмінь, стійкості навичок. Саме за цих умов, на думку В.М. Мадзігона, Ю.О. Дорошенко, В.В. Лапінського буде врахований важливий принцип індивідуалізації, реалізований через вимогу адаптивності [249, с.74].

Отже, у працях більшості дослідників принципу індивідуалізації відповідає вимога адаптивності.

Проблема адаптації особистості розглядається у філософській, соціологічній, соціально-психологічній і педагогічній літературі в різноманітних аспектах. Найбільш розробленими є: проблема адаптації до праці та адаптація студентської молоді до умов вищого навчального закладу (Т.В.Алексєєва [3], Д.О. Андреєва [10], Т.Б.Буяльська та М.Д.Прищак [72], Т.М. Куриленко [227], І.І. Наумченко, Р.С.Нікіфоров, В.М.Снєтков [378] та інші).

Здатність до адаптації включена Радою Європи до переліку ключових компетентностей, тобто відноситься до тих вмінь, якими повинна володіти кожна людина. Серед основних вимог виділяють: уміння використовувати нові технології інформації та комунікації; здатність до гнучкості в умовах швидких змін; стійкість перед труднощами; вміння знаходити рішення проблем у нових умовах.

Актуальними щодо психолого-педагогічного розкриття поняття адаптації старшокласників є особистісно орієнтований та діяльнісний підходи, які є методологічною основою профільного навчання. Особливості цих підходів висвітлено у працях педагогів і психологів Б.Г. Ананьєва [5], І.Д. Беха [49], Л.С. Виготського [111], А.М. Леонтьєва [237-239], С.Л. Рубінштейна [309, 310] та інших. Найголовніший висновок цих досліджень: особистість є суб'єктом діяльності, який формується у процесі діяльності та спілкування.

Специфіку адаптації учнів старшої школи визначають вікові особливості, початок профільного навчання, а також особливості сучасного навчального середовища, пов’язані з широким використанням інформаційно-комунікаційних технологій, систем віртуальної реальності, збільшенням інформаційного потоку та тієї кількості інформації, яку необхідно засвоїти.

Важливою соціальною потребою цього віку є необхідність пошукової активності, самовизначення, побудови життєвих перспектив. Практика показує, що коли обраний профіль відповідає психофізіологічним і особистісним рисам, інтересам і схильностям учня, то, незважаючи на підвищені вимоги та збільшення навчального навантаження, втома і пов’язані з нею негативні явища спостерігаються набагато рідше, а ефективність освітнього процесу зростає.

Старшокласники вступають на особливу сходинку вікового розвитку – період ранньої юності. Юнацтво – це перехідний період між підлітковим віком і дорослим, час найважливіших і принципових змін. Найсерйозніші перетворення відбуваються у сфері розвитку самосвідомості та ідентичності.

Рання юність є періодом пошуку власного Я, основою формування якого виступає індивідуальна система ціннісних орієнтацій. Завдяки їй у молодої людини розвивається адекватна ідентичність, яка забезпечує готовність до життєво важливих виборів, до особистісного та соціального самовизначення, формування життєвих перспектив. Юнацький вік є сензитивним для впливу на процес формування ціннісних орієнтацій як стійкого елемента життєвої перспективи.

У ранньому юнацькому віці поглиблюються та розширюються рефлексивні характеристики самосвідомості. Завдяки рефлексії молода людина набуває здатності заглиблюватись в себе, в свої переживання, усвідомлювати свої емоції не тільки як похідні від певних зовнішніх подій, а також як стани власного Я.

Якщо підліток, пізнаючи себе через призму інших, орієнтується на те, "який я серед інших, наскільки я схожий на них", то старшокласник більшою

мірою орієнтується на те, який він в очах оточуючих, наскільки він відрізняється від інших і наближений до свого ідеалу.

Формування ідентичності в ранньому юнацькому віці завершується більш структурованою системою ціннісних орієнтацій, яка визначає життєві пріоритети та послідовність постановки та реалізації цілей. З'являються досить визначені міркування щодо того, ким бути і як будувати своє подальше життя. Усі ці аспекти повинні стати основою побудови нового навчального середовища взагалі й, зокрема, з фізики, як фундаментальної науки, завдяки вивченню якої формується світогляд учня, оскільки характерною рисою розвитку особистості в ранньому юнацькому віці є вироблення її світогляду. Світогляд, становлячись, регулює взаємини юнаків та дівчат, впливає на формування їх ціннісних орієнтацій, на поведінку, ставлення до людей і проектування свого майбутнього.

Зміни у свідомості, самосвідомості й світогляді особистості, що відбуваються в цьому віці, позначаються на розвитку інтересів учнів старшої школи (навчально-пізнавальних, естетичних, суспільно-політичних, етичних). Інтереси стають більш зрілими, серйозними, тривалими, стійкими, поглиблюється їх зміст.

Конкретнішого характеру набувають професійні інтереси старшокласників. Вони виявляються у поглибленому вивченні навчальних предметів, пов'язаних з обраною галуззю діяльності, поєднуються з усвідомленням своєї придатності до даного виду діяльності.

У десятикласників, котрі зробили професійний вибір, зростає критичність щодо шкільної програми, вони для себе чітко ділять предмети на «потрібні» й «непотрібні», що, на нашу думку, не може не позначатися на ефективності навчання. Самовизначення все більше стає пов'язаним з потребою старшого школяра зайняти позицію дорослої людини. Дуже часто перехід у старшу школу супроводжується надіями на набуття особливого статусу, і коли старшокласники не бачать особливих змін у ставленні до них учителів, часто виникають непорозуміння і конфлікти.

У навчанні формуються загальні інтелектуальні здібності, понятійне теоретичне мислення. Відомо, що юнацьке мислення характеризується схильністю до теоретизування, створення абстрактних узагальнень, захоплення філософськими побудовами. Абстрактна можливість здається старшокласнику більш цікавою і важливішою, ніж дійсність. Руйнування універсальних законів і теорій стає улюбленою розумовою грою старшокласника. У мріях юнаки програють різні варіанти свого майбутнього життєвого шляху. Філософська спрямованість юнацького мислення пов'язана не тільки з формально-логічними операціями, але й з особливостями емоційної сфери юнаків. Широта інтелектуальних інтересів часто пов'язана з відсутністю системи. Все це наводить на доцільність використання у навчанні учнів старших класів інтерактивних методів з метою створення умов для розкриття їх творчого потенціалу. Одночасно, перевага, що надається учнями в цьому віці теоретичним методам пізнання, дозволяє ширше використовувати в процесі навчання інформаційно-комунікаційні технології, як такі, що дають можливість моделювати процеси та явища навколишнього світу й, таким чином, глибше розкривати їх внутрішній зміст, встановлювати причинно-наслідкові зв’язки, пояснювати закони виникнення, функціонування та розвитку об’єктів вивчення.

Збільшується обсяг уваги, здатність довго зберігати її інтенсивність і переключатися з одного предмету на інший. Разом з тим увага стає більш вибірковою, залежить від спрямованості інтересів.

Як нами вже зазначалося, старшокласники починають оцінювати навчальну діяльність з позиції свого майбутнього. Їх ставлення до окремих предметів, на відміну від підліткового віку, зумовлюється не ставленням до вчителя, а інтересами, нахилами, намірами отримати певну професію.

Перехід учня з 9 у 10 клас супроводжується виникненням ситуації новизни, в яку потрапляє учень. Така ситуація викликає певну тривогу. Все це ускладнює навчальний процес, продуктивна робота на уроці стає неможливою. У такій ситуації навіть потенційно успішний учень може перетворитися у невстигаючого. Вихід, на нашу думку, в тому, щоб створити такі умови

навчання, в яких будь-яка дитина змогла б розкрити свій потенціал. Це передбачає розробку методики навчання з урахуванням індивідуальних особливостей учнів, можливість вибору в процесі навчання свого темпу, рівня опанування знаннями, тобто створення ситуації успіху, яка приносить задоволення учневі від процесу навчання та ефективно впливає як на адаптацію дитини у новому навчальному середовищі, так і на рівень навчальних досягнень.

Успішність адаптації безпосередньо пов’язана з характером майбутніх професійних намірів учнів. Враховуючи цю обставину, навчально-виховний процес повинен бути організований таким чином, щоб учні сприймали профільне навчання як можливий вид майбутньої діяльності. Така діяльність буде викликати інтерес до навчання, підкріплена мотивами, тому й процес адаптації до нових умов в цьому випадку проходитиме без проблем.

Але, як показують дослідження психологів, значна кількість учнів 10-х класів, обираючи профіль навчання, не визначилися з майбутньою професією, а одночасно і з тими дисциплінами, які їм будуть потрібні у майбутній професійній діяльності. Така невизначеність не призводить до позитивного ставлення старшокласників до фізики. Більш того, значна частина учнів, що переходять у 10 клас мають прогалини у вивченні предмету, а значить дисципліна є для них важкою й нецікавою.

Як показують наші дослідження, що були проведені в загальноосвітніх навчальних закладах м. Кіровограда, із загального числа учнів у 7 класі 83% мають стійкий інтерес до вивчення фізики (13% - бажання в подальшому вступити до ВНЗ відповідного профілю, 30% - бажають пізнавати фізичні явища, 40% - бажання більше знати для отримання спеціальності). Окрім цього, у 7 класі 61% учнів виділяють фізику як предмет, який їм подобається більше за інші. В 10 класі лише 30% учнів мають стійкий інтерес до вивчення фізики, а 65% - бажають просто отримати атестат, 50% - взагалі не виділяють фізику серед інших предметів, тобто зовсім байдужі до неї. В процесі вивчення курсу

фізики в 10-11 класах стійкий інтерес до вивчення предмету залишається лише у тих учнів, які обрали цей предмет як профільний для вступу у ВНЗ.

На основі власних досліджень та аналізу досліджень, які висвітлюють проблеми адаптації старшокласників (Н.І. Алендарь [4], Л.С. Виготський [111], Л.Дубейко [145], О.М. Леонтьєв [237], С.Л. Рубінштейн [309], Ж.Сабадаж [313], та інші), ми стверджуємо, що адаптаційна робота з учнями в умовах оновленого навчально-виховного середовища старшої профільної школи потребує таких підходів, за яких максимально використовувався б характерний для цього віку потяг до самостійності, нестандартності поведінки як форми утвердження індивідуальних та соціальних виявів, ураховувалися б індивідуальні особливості та нахили учнів, їх прагнення до самоствердження та самовдосконалення.

Таким чином, методика навчання у віртуально орієнтованому середовищі з фізики тільки тоді буде дидактично та психологічно обґрунтованою, якщо вона враховує принципи інтерактивності, індивідуалізації, адаптації до можливих змін і взаємодій з кожним окремо взятим суб’єктом, коли вона буде динамічна та здатна створити умови для самостійної роботи учнів.

Застосування інформаційних і телекомунікаційних технологій якісно змінює роль вчителя у навчальному процесі: він веде з учнем постійний діалог, в процесі якого інформація перетворюється на знання, а знання – на засоби розв’язування задач, створює разом з учнем на ґрунті сучасних технологій відповідне навчальне середовище й існує в ньому, впливаючи на його розвиток і збагачення. За цих умов інакше функціонує психологічний механізм динамічного розподілу функцій управління процесом навчання між учителем і учнем: учень значно активніше, ніж при традиційному навчанні, перебирає ці функції на себе. Звідси випливає принципова інтерактивність віртуального навчального простору, а також принцип індивідуальної освітньої траєкторії учня у цьому просторі, що підтверджується й висновками інших дослідників [151, 348].

Поліпшенню якості навчально-виховного процесу на уроках фізики сприятиме активізація пізнавальної діяльності учнів, яка В.І. Лозовою, Г.І. Щукіною, М.Я. Ігнатенком та іншими науковцями трактується як перехід до більш високого рівня активності та самостійності учнів у процесі навчання, що стимулюється розвитком пізнавального інтересу, та відбувається завдяки удосконаленню методів та прийомів навчального процесу. Отже, важливу роль у пізнавальній діяльності відіграють пізнавальні потреби, мотивація і пізнавальний інтерес [184, 434, 435].

У працях Н.В. Апатової, М.І. Жалдака, Ю.О. Жука, В.В. Лапінського, Ю.І. Машбиця, Н.В.Морзе та інших зазначається, що одним з шляхів активізації пізнавальної діяльності є застосування інформаційно-комунікаційних технологій, які можуть зробити процес здобуття освіти більш гнучким, індивідуалізованим і одночасно нададуть змогу учням використовувати глобальні ресурси для навчання, спілкуватись та обмінюватись досвідом з учнями інших міст, країн тощо [153, 154, 286]. Ці положення у повній мірі стосуються і викладання фізики.

Сучасним учням доступні найрізноманітніші джерела інформації, але часто саме наявність готової інформації сприяє розвитку пасивності. Зникає прагнення до пошуку, пізнання, творчості, тобто діяльності. Зрозуміло, що персональний вектор розвитку кожного учня не завжди збігається з напрямком руху у велику науку. Але із задоволенням і користю вчитися здатні всі. Для цього процес навчання має бути сконструйований з максимальним наближенням до запитів і можливостей дитини.

У психолого-педагогічній літературі переконливо показано, що правильно організована самостійна робота учнів на уроці сприяє значному підвищенню ефективності навчання, активізації навчально-пізнавальної діяльності (А.А.Андреєв [6], О.Є.Антонова [14], П.С.Атаманчук [33], Л.Ю.Благодаренко [57], Б.О.Грудинін [130], Л.В.Долинська [102], З.В.Огороднійчук [102], П.І.Підкасистий [291], О.В.Скрипченко [102], А.М.Сільвейстр [362], А.В.Усова [393], І.И.Щукіна [434] та ін.).

Активність є однією з найважливіших психологічних характеристик особистості. Вона виявляється у поведінці та діяльності людини. Активність учнів виражається через запитання, прагнення мислити, пізнавальну самостійність у процесах сприйняття, відтворення, розуміння, творчого застосування.

В психології [304, с.10] під активністю особистості розуміють здатність до свідомої трудової і соціальної діяльності; міру цілеспрямованого, планомірного перетворення нею навколишнього середовища і самого себе. Ознаками сформованості активності особистості виступають: ініціативність, характеристика діяльності, енергійність, інтенсивність, ставлення до діяльності, добросовісність, інтерес, самостійність, усвідомлення дій, воля, наполегливість в досягненні мети та творчість. Оскільки однією з форм активності є діяльність, можна виділити певні рівні активності учня у процесі навчання, які не обов'язково співпадають з рівнями досягнень, а більше відповідають відомим у психології видам діяльності – репродуктивному, продуктивному та творчому, а саме:

1. Низький рівень – репродуктивний вид діяльності: вчитель повідомляє знання, ставить запитання, дає відповіді, показує як розв'язується завдання, а учень слухає, записує, пригадує повідомлене, розв'язує задачі вже відомим способом, на основі попереднього досвіду.

2. Середній рівень – продуктивний вид діяльності: в процесі виконання завдання проблеми розв'язуються спільними зусиллями вчителя та учнів; учні залучаються у частковий пошук, проявляючи свій творчий потенціал.

3. Високий рівень – творчий вид діяльності: учні самостійно здійснюють активний пошук відповіді на поставлені питання, знаходять власні, якісно нові способи розв'язання задач і практично самостійно планують і реалізують свою навчально-пізнавальну діяльність.

Узагальнюючи аналіз дефініції «активність», підсумуємо, що пізнавальна активність учнів є показником якості їх навчально-пізнавальної діяльності, спрямованої до ефективного оволодіння знаннями та способами

діяльності. Одним з найголовніших завдань у педагогічній діяльності вчителя є піднесення активності учнів до рівня самостійності, тобто здатності особи з власної точки зору підійти до розв'язання складних навчальних питань, вміння виконувати роботу без сторонньої допомоги.

Процес активізації навчальної діяльності за Г.І.Щукіною передбачає діяльність педагога, спрямовану на спонукання учнів до енергійного, цілеспрямованого здійснення пізнавальної діяльності [434]. Більшість науковців, що займалися дослідженням активізації пізнавальної діяльності (А.А. Вербицький, О.Є. Олексюк [284], З.І. Слєпкань, Т.А. Тернавська, Т.І. Шамова [415] та ін.) підкреслюють важливість саме створення вчителем (викладачем) певних умов навчальної діяльності, які б сприяли підвищенню пізнавального інтересу, активності учнів, творчої самостійності у засвоєнні знань, формуванні вмінь та навичок. На нашу думку, відповідно до сучасної парадигми освіти, методологічною основою якої є синергетичний та компетентнісний підходи, не слід забувати в процесі створення нового навчального середовища та нових методик навчання, спрямованих на активізацію пізнавальної діяльності, про мотиви, інтереси, здібності та нахили учнів як суб'єктів навчального процесу.

В своїй роботі [418] В. Д. Шарко узагальнюючи досвід методистів наводить шляхи розвитку пізнавального інтересу учнів через зацікавлення видами діяльності у процесі вивчення фізики, а саме:

- спостереженням за проведенням демонстраційного експерименту;
- виконанням лабораторних робіт;
- складанням і розв'язуванням фізичних задач;
- роботою з роздатковим матеріалом;
- виконанням дослідницьких завдань у вигляді фронтального фізичного експерименту і домашніх індивідуальних або групових досліджень;
- комбінуванням різних форм організації навчально-пізнавальної діяльності учнів і методів роботи на уроці;
- створенням і розв'язуванням проблемних ситуацій;

- застосуванням різних технічних засобів навчання у тому числі й комп'ютера;
- проведенням нестандартних уроків, створенням ігрових ситуацій;
- виготовленням саморобних фізичних приладів;
- проведенням екскурсій на виробництво і в природу;
- залученням до пошуку інформації в Інтернет;
- виконанням проектів різних видів.

Узагальнюючи вищевикладене, можна дійти висновку, що прийомів розвитку пізнавального інтересу учнів до фізики багато, але більшість з них пов'язана із залученням учнів до експериментаторської діяльності з використанням реальних дослідів і спостережень або віртуально, з використанням комп'ютерних технологій. Це, в свою чергу, доводить необхідність побудови такої методичної системи фізичного експерименту, яка б інтегрувала реальну та віртуальну складові з метою активізації пізнавально-пошукової діяльності учнів.

Загалом, питання активізації пізнавальної діяльності учнів у процесі навчання фізики в різні роки досліджували: А.А. Давидьон [139] – розглядає творчі фізичні задачі як засіб активізації пізнавальної діяльності, А.А. Черкас [413] – вбачає активізацію діяльності у систематичному використанні лабораторного експерименту, який виступає засобом розвитку мислення, В.В. Іллюшко [185], Г.М. Гайдук [113] – чинником розвитку творчої активності вважають навчальний фізичний експеримент, І.А. Засядько [168]– пропонує методику практично-пошукових занять, творчих семінарів та використання засобів ІКТ у фізичному практикумі та ін.

Окремо слід відмітити та позитивно оцінити дослідження О.В. Сергєєва та Л.М. Савчук [314], які виокремлюють як важливий елемент у процесі активізації навчальної діяльності учнів з фізики використання інформаційно-комунікаційних технологій.

Отже, проведений аналіз та власний погляд на проблему розвитку активності учнів на уроках фізики [316], дає право стверджувати, що *сучасна методика навчання фізики повинна враховувати наявність в освітньому*

процесі двох складових – віртуального та реального – і використовувати їх інтегровано.

У навчальному процесі комп'ютерні інтерактивні системи, створені на основі ідей програмованого навчання стали використовувати починаючи з 60-х років XX ст.. Використання таких систем давало змогу індивідуалізувати традиційний спосіб навчання з метою врахування потреб, індивідуального стилю, швидкості засвоєння і рівня підготовки кожного учня.

З 90-х років XX ст. почався новий етап використання комп'ютерної техніки в навчанні, зокрема, фізики, на якому її застосування відбувалося в двох пріоритетних напрямках. Перший напрям передбачав використання комп'ютерної техніки як нового навчального технічного засобу у межах існуючої системи навчання. Другий напрям передбачав реформування всієї системи освіти внаслідок зміни технічних її основ, змісту, методів навчання фізики та появи гіпермедійного подання інформації.

Виходячи з того, що комп'ютер на якісно більш високому рівні об'єднує в собі можливості різноманітних засобів навчання, виникає необхідність перегляду організаційних форм і методів навчання у середній загальноосвітній школі. Стало зрозуміло, що ефективність застосування комп'ютерної техніки в процесі навчання фізики значною мірою залежить від визначення ролі комп'ютера на уроці та форм його використання.

На сучасному етапі в нашій країні рядом дослідників (П.С.Атаманчук, В.Ю.Биков, С.П.Величко, М.І.Жалдак, Ю.О.Жук, В.Ф.Заболотний, О.І.Іваницький, А.В.Касперський, В.І.Сумський, М.І.Шут та ін.) і, зокрема, нами проводиться пошук раціональних методик використання комп'ютерних технологій в процесі навчання фізики.

Комплексний аналіз педагогічного процесу з фізики дозволяє нам стверджувати, що доцільність використання комп'ютерних технологій в процесі навчання фізики зумовлена їх можливостями:

- ілюструвати пояснення вчителя;

- поліпшити наочність, створивши уявлення про механізм складних для розуміння явищ, і тим самим полегшити учням їх засвоєння;
- спостерігати і аналізувати досліди та процеси, спостереження яких в умовах шкільної лабораторії ускладнене;
- ознайомити учнів з фундаментальними фізичними експериментами, проведення яких у класі ускладнене або неможливе (з огляду на дотримання правил техніки безпеки, високої вартості обладнання або його габаритні розміри);
- навчити правил користування фізичними приладами та проведенню вимірювань фізичних величин у процесі виконання лабораторного експерименту або експериментальних задач;
- підвищувати якість та ефективність проведення навчального фізичного експерименту на основі інтеграції віртуального та реального експериментів;
- навчати розв’язувати фізичні задачі;
- використовувати його в якості тренажера або контролюючого засобу під час проведення таких етапів уроку, як актуалізація знань та закріплення вивченого матеріалу або під час проведення залікового заняття. Використання контролюючих програм є ефективною формою здійснення зворотного зв’язку, що дає можливість швидко перевірити якість засвоєння знань навчального матеріалу, оперативно виявити прогалини у знаннях учнів і, враховуючи їх, планувати подальший педагогічний процес;
- знайомити із застосуванням фізичних явищ і процесів у побуті та на виробництві;
- підвищувати виховний вплив на учнів внаслідок стимулювання розвитку їх пізнавальної активності та мислення, виділяти і відображати найважливіші для пізнання зв’язки явищ навколишнього світу.

Використання комп’ютерних технологій у навчанні фізики дає можливість не тільки забезпечити підвищення його якості, але й посилити

зацікавленість учнів до навчання, сприяти активізації пізнавально-пошукової діяльності.

Принциповим положенням використання ІКТ на уроках фізики з метою активізації пізнавальної діяльності учнів, на нашу думку, повинні стати ідеї Х. Гарднера “Теорії множинних інтелектів”. Головне – надати дитині можливість пізнавати, вивчати що-небудь тим способом та шляхом, який їй найбільш близький, зручний і в якому вона почувається комфортно. Отже, планування навчально-пізнавальної діяльності учнів з фізики повинно передбачати використання таких методів, форм, засобів, які б забезпечували кожній дитині сприйняття матеріалу, його розуміння на такому рівні, який дозволив би застосовувати набуті знання у подальшому житті.

Провідне місце у процесі активізації пізнавальної діяльності учнів з фізики відводиться шкільному фізичному експерименту. Його важливість випливає не лише з дидактичних можливостей, а й з того психологічного факту, що у процесі розвитку людини висхідною є її практична діяльність. Саме у цій діяльності розвивається мислення: спочатку воно є в основному наочно-образне, потім наочно-практичне, яке згодом (в підлітковому віці) переходить в абстрактне. Саме завдяки практичній діяльності (яка у фізиці здійснюється завдяки експериментуванню) дитина, пізнаючи навколишній світ, формує для себе систему понять, в яких відображені суттєві властивості предметів і явищ, а також суттєві зв’язки і співвідношення між ними [85, с.18].

За відомим принципом детермінізму С.Л.Рубінштейна, саме зовнішні причини діють через внутрішні умови, котрі, в свою чергу, формуються внаслідок зовнішніх дій. При цьому зовнішня дія дає той чи інший психічний ефект лише у випадку, коли вона заломлюється і проходить через психічний стан суб’єкта, через вже існуючі у нього думки і почуття [405, с.433-434].

Оскільки фізичний експеримент використовується, перш за все, як засіб зовнішньої дії на розумову діяльність учнів, як чинник впливу на основні психологічні процеси дитини, що підвищує інтерес до навчання, можна стверджувати, що він посідає особливе місце в системі формування фізичних

знань, розвитку особистості учнів, їх мислення, компетентностей, саморозвитку та самоосвіти.

С.П. Величко відзначає важливість фізичного експерименту для реалізації різних дидактичних цілей, під час запровадження різноманітних методів навчання. Узагальнюючи своє дослідження науковець зазначає, що «…систему ШФЕ можна виділити як важливий об'єкт (компонент) педагогічної системи процесу навчання, здатний суттєво впливати на його хід і результати» [90, с. 56].

Як особлива частина педагогічної системи навчання фізики навчальний фізичний експеримент у сучасному віртуально орієнтованому середовищі зазнає змін сам й суттєво впливає на розвиток особистості учня, його мислення, змінює його психологічний та емоціональний стан, формує пізнавальні інтереси та потреби, сприяє формуванню та розвитку складових предметної компетентності.

Аналіз психологічних і дидактичних аспектів впливу інформаційно-комунікаційних технологій на процес навчання (п.1.2.) і врахування особливостей фізики, як дисципліни, що вивчає закони реального світу, дав можливість нам виділити наступні ***психолого-педагогічні основи***, які є фундаментом для розробки сучасної системи навчального фізичного експерименту старшої школи на засадах інтеграції реального та віртуального.

1. Віртуалізація освітніх середовищ, науково обґрунтоване використання ІКТ, на нашу думку, приведе до становлення принципово нової системи освіти, яка повинна спиратися на такі превентивні принципи: вчитися жити, вчитися пізнавати, вчитися працювати, вчитися співіснувати і має на меті формування у людей таких якостей, які дозволять їм успішно адаптуватися в сучасних умовах. Процес навчання фізики, як і інших дисциплін, повинен відповідати новій парадигмі освіти, тобто метою навчання фізики стає не лише опанування деякої сукупності знань, а й спрямування отриманих знань на розв'язання актуальних практичних та теоретичних проблем, на розвиток особистості учня, творчих здібностей, підвищення його інтелектуального рівня.

2. Використання в процесі навчання інформаційних технологій та систем віртуальної реальності повинно мати поступовий характер, що дозволить учням значно легше адаптуватися до нових умов навчання. Одночасно, з метою мінімізації негативного впливу на психологічний стан дітей, необхідно вчити учнів взаємодіяти з віртуальним світом і сприймати його лише як модель реального світу.

3. В процесі навчання необхідно використовувати всі можливості, які мають програмно-педагогічні засоби та системи віртуальної реальності (аудіо та відео, моделювання та ін..), з метою підвищення зацікавленості учнів процесом навчання, розвитку їх психічних (пізнавальних) процесів: уява, увага, запам’ятовування, мислення, відчуття, сприймання.

4. З метою запобігання розвитку у старших школярів віртуальної адикції, вчитель повинен бути підготовленим до запровадження в систему навчання віртуальних об’єктів, вміти контролювати емоції учнів, створювати доброзичливу атмосферу на заняттях, формувати в учнів вміння самостійно приймати рішення, навички конструктивного спілкування.

5. Нова система має враховувати вже сформовані індивідуальні особливості учнів, їх попередній досвід роботи у віртуальних системах і одночасно сприяти розвитку пізнавальних і творчих здібностей, формувати вміння та навички, необхідні учневі для реалізації власної траєкторії навчання.

6. Фізика є фундаментальною наукою, яка вивчає реальні об’єкти, явища, закони та закономірності й приклади практичного їх використання. За цих умов, використання реальних дослідів і комп'ютерного імітаційного експерименту є взаємодоповнюючими способами вивчення фізичного (реального) навколишнього світу. Звідси випливає необхідність одночасного використання в системі навчального фізичного експерименту як досліджень учнів з реальними об’єктами, так і запровадження лабораторних робіт, демонстрацій та інших самостійних (індивідуальних) досліджень учнів з використанням комп’ютера. Увага вчителя повинна бути спрямована на

встановлення співвідношення між цими видами експерименту відповідно до психологічних особливостей учнів конкретного класу та вікової групи.

Визначені психолого-педагогічні особливості є основою розробки теоретико-методологічних засад побудови методичної системи фізичного експерименту старшої школи.

Висновки до розділу 1

Генезис понятійно-категоріального апарату дослідження та аналіз сучасного стану досліджуваної проблеми дозволили виявити певні протиріччя, що виникають у зв'язку із запровадженням ІКТ у системі навчального фізичного експерименту та створенням віртуально орієнтованого середовища навчання фізики й, одночасно, визначити можливі напрями подолання виявлених протиріч, а також сформулювати наступні висновки.

1. Аналіз історико-філософської, науково-методичної та педагогічної літератури з теми дослідження дозволив *встановити,* що сучасний етап розвитку освіти характеризується не простим збільшенням кількості програмних засобів, які використовуються в навчальному процесі, а створенням особливого віртуально орієнтованого освітнього середовища, яке співіснує з середовищем традиційного навчання, одночасно змінюючи його, розширюючи можливості, створюючи умови реалізації нових форм та методів навчання. Серед тенденцій розвитку такого середовища в навчальному процесі з фізики нами виділена інтеграція реального та віртуального фізичного експерименту в старшій школі.

2. Процеси, що відбуваються у навчанні фізики в старшій школі, пов'язані із створенням і розвитком віртуально орієнтованого середовища навчання, вимагають дослідження психологічних основ віртуальності та її впливу на формування особистості учня. Нами *виявлено,* що психолого-педагогічні проблеми використання інформаційних технологій в конкретних видах діяльності, наприклад у системі навчального фізичного експерименту,

досліджені не в повному обсязі, досить важливою залишається проблема визначення психолого-педагогічних основ інтеграції в навчанні віртуального та реального та їх впливу на формування в учнів якостей, які дозволять їм успішно адаптуватися в сучасних умовах.

Встановлено, що з метою підвищення результативності процесу навчання з урахуванням психологічних особливостей розвитку особистості, індивідуальних запитів та потреб учнів у навчально-виховному процесі з фізики віртуальний та реальний експеримент повинні інтегрувати та запроваджуватися як дві взаємопов'язані складові єдиної педагогічної системи.

3. Аналіз поняття «синергетика», підходів до його тлумачення та визначених принципів цієї науки дозволив нам *встановити*, що сучасна система освіти володіє усіма характеристиками синергетичних систем. Виходячи з цього, можна стверджувати, що сучасна освіта – це синергетична освіта, самоосвіта, самовизначення, що стимулює людину на реалізацію невикористаних можливостей. Проведений аналіз дав можливість *виділити* напрями запровадження синергетичного підходу в контексті формування віртуально орієнтованого освітнього середовища з фізики, як фактору поліпшення його структурної та функціональної ефективності.

4. Проведений науково-методичний аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку системи навчального фізичного експерименту дозволяє констатувати, що дана система в процесі формування пройшла тривалий шлях. Сучасний стан навчального фізичного експерименту *визначений* як новий етап, для якого характерним є широке використання в системі експериментування засобів ІКТ, систем віртуальної реальності та навчально-методичних комплексів на їх основі.

5. *Визначено*, що віртуальний експеримент має багато переваг порівняно з реальним. В той же час, розвиток реального фізичного експерименту в напрямку розробки комплектів обладнання створює умови для подальшого вдосконалення та розвитку усієї системи навчального експерименту на засадах інтеграції реального та віртуального з метою впровадження синергетичного

підходу та формування предметної компетентності учнів старшої профільної школи.

6. Проведений аналіз психолого-педагогічних аспектів впливу інформаційно-комунікаційних технологій і систем віртуальної реальності на процес навчання фізики та особливостей пізнавально-пошукової діяльності учнів у віртуально орієнтованому навчальному середовищі й врахування особливостей фізики, як навчальної дисципліни про закони реального світу, дав можливість *запропонувати* психолого-педагогічні засади, що є підґрунтям інноваційної моделі інтегрованої системи навчального фізичного експерименту.

Основні результати даного етапу дослідження знайшли відображення в таких публікаціях [316, 318, 321, 322, 327, 329, 338, 341, 342, 348, 349].

РОЗДІЛ 2

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ РОЗРОБКИ МОДЕЛІ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ СТАРШОЇ ШКОЛИ

2.1. Віртуально орієнтоване навчальне середовище з фізики як основа моделі методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи

Науковці – дидактики та методисти – розглядають процес навчання як процес спільної діяльності вчителя та учнів, що відбувається в організованому певним чином навчальному середовищі та спрямований на вирішення поставлених перед школою навчально-виховних задач. Це цілеспрямований, організований процес взаємодії учнів з вчителями, між собою та із засобами навчання, причому він необмежений до їх розташування в просторі і в часі. Уся ця конструкція спирається на матеріально-технічну і нормативно-правову основу [407].

Аналіз навчального процесу з фізики старшої школи з урахуванням діяльнісного підходу та суб’єктної основи його організації дозволяє стверджувати, що з позицій педагогіки процес навчання фізики у сучасній старшій школі відбувається в педагогічній системі, яка відповідає основним системним принципам: цілісності, ієрархічності, взаємозв’язку із середовищем навчання, структурності, множинності опису.

З метою розв’язання завдань дослідження, пов’язаних із розробкою методичної системи навчального фізичного експерименту, що є складовою педагогічної системи «процес навчання фізики», з’ясуємо сутність поняття та структуру педагогічної системи.

Взагалі поняття «педагогічна система» і на сьогодні залишається до кінця не означеним в педагогіці, дидактиці та методиці навчання.

Зокрема, Г. І. Хазяїнов вважає, що педагогічна система являє собою сукупність структурних і функціональних компонентів і взаємозв'язків між ними, зорієнтованих на досягнення результату у відповідності з поставленою метою [403]. С.П. Величко пише: «Говорячи про педагогічну систему з метою глибокого розуміння, оцінки й аналізу педагогічних явищ і процесів, слід виходити з того, що поняття «педагогічна система» є упорядкована сукупність або об'єднання взаємопов'язаних, взаємозалежних і діючих у певному порядку елементів, що складають шкільний навчально-виховний процес. Педагогічна система включає в себе всі ті об'єкти і чинники, котрі так чи інакше, прямо чи побічно, у більшій чи меншій мірі пов'язані із процесом навчання і впливають на його хід та кінцевий результат» [90, с.19].

Системою, як відомо, називають впорядковану певним чином множину елементів, що взаємодіють між собою та утворюють єдине ціле [372, с.1209]. Отже, система є складним утворенням, в якому можна виділити підсистеми, кожна з яких складається з певних компонентів.

До основних ознак системи відносять:

– наявність найпростіших одиниць – елементів, які її складають;

– наявність підсистем – результатів взаємодії елементів;

– наявність компонентів – результатів взаємодії підсистем, які можна розглядати у відносній ізольованості, поза зв'язками з іншими процесами та явищами;

– наявність внутрішньої структури зв'язків між цими компонентами, а також їхніми підсистемами;

– наявність певного рівня цілісності, ознакою якої є те, що система завдяки взаємодії компонентів одержує інтегральний результат;

– наявність у структурі системоутворюючих зв'язків, які об'єднують компоненти і підсистеми як частини в єдину систему;

– зв'язок з іншими системами зовнішнього середовища.

Вважаємо, що розгляд педагогічної системи як множини, а не сукупності елементів більш точно відтворює як єдність елементів, відібраних за тією чи

іншою ознакою, і системи в цілому, так і можливі «стосунки» її з іншими системами. Адже математичне поняття «множина» було введено для опису не будь-яких довільних сукупностей, а саме таких, що можна розглядати як єдине ціле. Крім того, до множин застосовують такі поняття як «підмножина», «перетин множин», «об'єднання множин», «замкнута множина », «відкрита множина», «скінченна» або «нескінченна» множина. Усі ці поняття вдало описують і відтворюють взаємовідносини системи з її підсистемами, з іншими системами та середовищем і поширюються на них.

Формування системи, її функціонування здійснюється з урахуванням мети та відповідного їй результату. Цілі педагогічних систем визначаються соціальним замовленням держави навчальним закладам, що знайшло відтворення у Державному стандарті вищої і середньої освіти та інших нормативних документах.

Таким чином, будемо розглядати *педагогічну систему як впорядковану множину, відібраних за певною ознакою взаємозалежних структурних елементів навчально-виховного процесу та функціональних і логічних зв'язків між ними, що діє з метою досягнення конкретного результату навчання, виховання та розвитку учнів згідно освітніх цілей.*

Розглядаючи процес навчання фізики у старшій школі, слід вважати його складною педагогічною системою взаємопов'язаних, взаємозалежних та ефективно діючих у певному порядку елементів, які нерозривно з'єднані із середовищем навчання, у взаємодії з яким система проявляє свою цілісність, а ієрархічність, багаторівневість і структурність є властивостями не лише її будови, а й поведінки, оскільки саме внаслідок взаємодії усіх рівнів і компонентів забезпечується цілісне її функціонування. Процес навчання фізики як педагогічну систему досить детально розглянув у своєму дослідженні С.П.Величко [90].

Важливою особливістю навчального процесу з фізики є наявність компонентів, що впливають на взаємозв'язки та розвиток усієї педагогічної системи навчання фізики, а саме: наявність управління цілеспрямованою

навчальною діяльністю учнів, яка призводить до самоорганізації процесу навчання та певних видозмін у структурі системи; віртуально орієнтованого навчального середовища, що змінює форми, методи навчання та впливає на інші складові; системи навчального фізичного експерименту, що є структурним компонентом педагогічної системи «процес навчання фізики». Зрозуміло, що зміни в компонентах та структурі педагогічної системи здійснюють вплив на її розвиток. Можна стверджувати, що така система є динамічною.

Аналіз тенденцій розвитку сучасного навчально-виховного процесу з фізики, які пов’язані із змінами в структурі навчального середовища, а саме створенням та розвитком віртуально орієнтованого навчального середовища з фізики, дають підстави говорити, що на сучасному етапі педагогічна система «процес навчання фізики» зазнає суттєвих перетворень. В той же час, проведений у розділі 1 психолого-педагогічний аналіз доводить, що у цій педагогічній системі навчальне середовище має розглядатися як ефективно діюча складова, від взаємодії якої з іншими елементами великою мірою залежить хід та кінцевий результат процесу навчання, виховання та розвитку учнів. Виходячи з означеного, виникає необхідність всебічного дослідження віртуально орієнтованого навчального середовища, його структури та зв’язків із іншими елементами системи «процес навчання фізики» та виявлення впливу такого середовища на систему навчального фізичного експерименту старшої школи.

Проведений нами в п.1.1 аналіз поняття та структурних елементів віртуально орієнтованого навчального середовища показав, що більшість дослідників визначають таке середовище, як середовище навчання, у якому одним із елементів є інформаційно-комунікаційні технології.

На нашу думку, таке тлумачення віртуально орієнтованого навчального середовища не є повним, оскільки в ньому не враховано, що наявність інформаційних і комунікаційних мереж, а також програмного забезпечення не є достатньою умовою для існування повноцінного середовища. *Для того, щоб утворилося віртуально орієнтоване навчальне середовище необхідно, щоб*

інформаційно-комунікаційні ресурси узгоджувалися з процесами комунікації та діяльності учасників навчального процесу, утворюючи деяку цілісність, інтегрувалися в єдину систему, метою якої є підтримка та спрямування осмисленого навчання. Іншими словами, віртуально орієнтоване освітнє середовище створюється тими об'єктами і суб'єктами, які беруть участь в освітньому процесі, а не технічними засобами або навчальними аудиторіями. Існування віртуального освітнього простору поза комунікації вчителів з учнями та освітніми об'єктами неможливо. Виходячи з означеного, ми виділяємо у віртуально орієнтованому навчальному середовищі матеріальну, інтелектуальну та комунікативну складові (рис. 2.1).

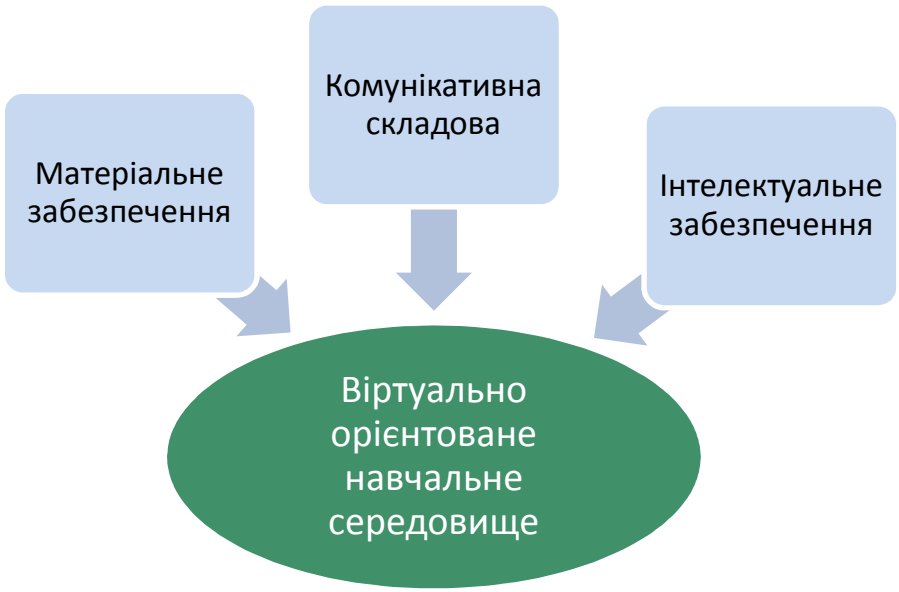


Рис.2.1. Складові віртуально орієнтованого навчального середовища

Виконаний нами аналіз сучасного стану навчального середовища з фізики дозволяє виокремити такі тенденції його розвитку і використання:

- розвиток і поширення комп'ютерно орієнтованих засобів навчання, що входять до складу середовища;

- зміна ролі й функцій комп'ютерних систем навчального призначення, зокрема з елементами штучного інтелекту, у складі середовища;

- зростання ролі профільності у процесі створення та використання комп'ютерних систем навчального призначення;

- зростання ролі інтеграції при створені комп'ютерно орієнтованих засобів навчання;

- формування віртуальних навчальних спільнот;

- поява потужних банків і бібліотек знань.

Проведений аналіз і виокремлені властивості й тенденції розвитку навчального середовища з фізики та віртуально орієнтованого середовища освіти дозволяє нам дати ***означення віртуально орієнтованого навчального середовища з фізики*** як середовища, в якому інформаційно-комунікаційні технології поєднуються з технологіями традиційного навчання, доповнюючи та розширюючи їх, узгоджуються з процесами комунікації та діяльності учасників освітнього процесу, утворюючи цілісну інтегровану систему навчання фізики, за допомогою якої підтримується та спрямовується весь процес навчання.

Як було показано нами, структура віртуально орієнтованого навчального середовища визначає його внутрішню організацію, взаємозв’язок і взаємозалежність між його елементами. Склад такого середовища визначається і трактується з точки зору функцій складових системи та їх місця у технології навчання.

Одним з визначальних напрямів розв’язання проблем підвищення якості освіти є розвиток педагогічних систем – головних функціональних компонент освітньої системи, досягнення на цій основі нового більш високого рівня навчально-виховного процесу. Це значною мірою задається рівнем і характером розвитку навчального середовища – визначального компонента будь-якої педагогічної системи, зумовлює, по суті, формування його якісно нового складу і структури. Будь-яке навчальне середовище, зокрема й віртуально орієнтоване має свою структуру та компоненти, які пов’язані між собою та впливають на загальний розвиток усього середовища. Якісна і кількісна різноманітність компонент навчального середовища визначають його потенційні освітні можливості.

Оскільки процес навчання фізики є педагогічною системою усі елементи якої нерозривно пов’язані з середовищем навчання, то віртуально орієнтоване навчальне середовище з фізики можна розглядати як підсистему і застосувати до нього системний підхід, зокрема основні його принципи:

– *принцип єдності* – віртуально орієнтоване навчальне середовище – це цілісне утворення, що має свою структуру;

– *принцип зв’язку* –у структурному відношенні має характеризуватися зі статичних та динамічних позицій, усі компоненти середовища співіснують та розвиваються у тісному зв’язку;

– *принцип цілісності* – віртуально орієнтоване навчальне середовище характеризується функціями, які породжує його структура (інтерактивні, комунікативні та ін..), що, в свою чергу, обумовлює функції системи в цілому, а також її підсистем і компонентів;

– *принцип функціональності* – пріоритет функцій над структурою, відповідно до якого створення або зміна структурного складу середовища повинні відбуватися після визначення і з’ясування функцій кожного його компонента;

– *принцип кінцевої мети* – віртуально орієнтоване навчальне середовище як компонент процесу навчання фізики, спрямоване на досягнення мети, що є одним із системоутворюючих факторів;

– *принцип розвитку* – процеси функціонування віртуально орієнтованого навчального середовища відображають структуру його стану, процеси розвитку – динамічну структуру, середовище змінюється та розвивається у відповідності до змін у його структурних компонентах і зв’язках.

Розвиток віртуально орієнтованого навчального середовища як складової педагогічної системи «процес навчання фізики» впливає на її компоненти, а саме:

- цільовий компонент – цілі навчання, що реалізуються у віртуально орієнтованому середовищі та передбачають спрямованість діяльності на

формування предметних і ключових компетентностей учнів у процесі навчання фізики із використанням ІКТ;

- концептуальний компонент – принципи навчання, що визначають характер віртуально орієнтованого середовища з фізики та концепцію його розвитку, методологічні підходи, серед яких нами виділені компетентнісний та синергетичний, вимоги стандарту освіти до загального рівня підготовки учнів з фізики і т.д.;
- змістовий компонент – навчальні програми та плани з фізики для старшої (профільної) школи, зміст і структура системи навчального фізичного експерименту;
- технологічний компонент – форми і методи організації навчально-виховного процесу з фізики у віртуально орієнтованому середовищі, засоби реалізації цілей навчання фізики (наприклад, навчальний фізичний експеримент та засоби ІКТ).

Повноцінне функціонування віртуально орієнтованого навчального середовища з фізики неможливе без включення до його складу таких елементів як вчитель та учень, які здійснюють взаємні зв’язки між собою та з іншими складовими елементами через свою діяльність. Тобто діяльність вчителя та діяльність учнів забезпечують функціонування навчального середовища в цілому, його цілісність, взаємодією всіх елементів й погодженість і скерованість їхніх функцій.

Використання принципів синергетичного підходу, як було нами показано в п.1.3, забезпечує розвиток учасників навчального процесу. У цьому аспекті особливо виділяється діяльність вчителя, який оновлює та поповнює свої знання за рахунок взаємодії та співпраці з учнем, адже часи, коли інформацією володів виключно вчитель чи підручник, минули. Тому здатність викладача до визнання факту неможливості знати усе є принциповою, допомагає учням відчувати себе повноцінними учасниками навчального процесу, а у вчителів, як і в учнів, формує усвідомлення необхідності самоосвіти. Зрозуміло, що не всі учні схильні до такої діяльності, не можна з

усіх дітей зробити геніїв. Сама синергетика заперечує таку можливість. Але прагнути до цього, створювати відповідні умови в процесі навчання, безумовно, потрібно.

З іншого боку, велика кількість коригуючих і цілеспрямованих впливів на системи, які спроможні самоорганізовуватися (таким ми вважаємо віртуально орієнтоване середовище), виявляються марними або наносять шкоду, якщо вони протистоять тенденціям саморозвитку природних і соціальних систем. Так, прагнення до граничної планомірності, централізації, примусового перероблення найчастіше призводить до кризових станів, непередбачуваних наслідків. Як показує практика, не завжди обґрунтовані наукою реформи і удосконалення в системі освіти призводять до очікуваних результатів. На наш погляд, використання педагогічних підходів і засобів, які не відповідають дитячим потребам (зокрема надмірна інтелектуалізація освіти та інші негативні явища, що спостерігаються в сучасній школі), вносить у дитячу душу безлад (хаос), створює ситуації невизначеності, не сприяє реалізації прагнень дитини, а отже, перешкоджає нормальному розвитку особистості.

Виявлені нами в п.1.3. особливості застосування синергетичного підходу до процесу навчання фізики дозволяють нам провести порівняльній аналіз щодо зіставлення традиційно-класичної та синергетичної моделі навчання, який поданий у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Головні аспекти порівняння традиційної та синергетичної моделі навчання фізики

Традиційна модель	**Синергетична модель**
Мета навчання, призначення та розвиток наперед задані стандартами, програмами та розпорядженнями керуючих органів	Педагогічна система сама обирає шлях свого розвитку, враховуючи запити суспільства та учнів.
Навчання виступає як процес передачі знань, умінь, навичок.	Навчання постає як процес розвитку дитини, формування його самосвідомості, що нерозривно пов'язаний з вихованням.
Система розвивається гомеостатично, що передбачає її рівноважність.	Нерівноважність – необхідна умова самоорганізації, розвиток відбувається через нестійкість.

Продовження таблиці 2.1

Педагогічна система навчання детермінована: структура, елементи й можливості задані, чинник випадковості привнесений ззовні.	Невизначеність, випадковість, біфуркації, хаос можуть бути джерелом формування нових відносин в системі, спричиняти її рух до нового детермінованого.
Кожен елемент системи навчання розглядається відносно ізольовано.	Основна увага приділяється кооперативній когерентній дії усіх елементів системи
Навчання спрямоване на передачу «чужих» знань та репродукцію. Основна увага приділяється набуттю учнем «правильної інформації», раз і назавжди заданої. Навчання реалізується як процес розв'язання стандартних задач. Міжпредметні зв'язки дуже слабкі. Основне – виконання навчальної програми відповідно до заданого нею темпу.	Набуття знань здійснюється через організацію власного досвіду, через оволодіння методами вирішення проблем. Характерним є індивідуальний темп у навчанні. Одним з найважливіших є принцип інтеграції та реалізації міжпредметних зв'язків навчальних предметів, що дозволяє формувати цілісні знання про навколишній світ.
Орієнтація на традиційні форми та методи навчання, що передбачає формування середньостатистичного учня з наперед заданими властивостями та якостями, що не розраховані на його професійну орієнтацію в суспільстві.	Синергетичний педагогічний вплив, що передбачає використання різних, можливо суперечливих методик та технологій для створення умов розвитку учнів, формування багатозначного сприйняття та розуміння світу, що дозволяє врахувати запити кожного в його майбутній діяльності.
Авторитарний стиль відносин між вчителем та учнем: наставляти, навчати, роз'яснювати. Відносини керівництва і підпорядкування: педагог знає – учень ні.	Відносини співробітництва, співдружності, методичної співпраці. Вчитель та учень створюють єдине середовище навчання, спільно видобуваючи знання, що відповідає принципу колективної самоосвіти, сприяє розвитку творчості, в результаті чого створюється принципово нове.
Мислення визначається переважно формально-логічне, вербально-дискурсивне, одномірне, аналітичне, ставиться перепона спробам інтуїтивного способу пізнання, творчість є виключенням.	Формується багатовимірне, багатопланове творче мислення за рахунок взаємодії стратегій обробки правої та лівої півкуль мозку. Інтуїтивне, парадоксальне пізнання світу розглядається як частина творчості. Теоретичне й абстрактне знання доповнюється експериментальними фактами, отриманими як у школі, так і поза нею.
Стан учнів характеризується такими негативними емоціями, як тривожність, страх, агресія.	Культивується та реалізується доброзичливість, відкритість, довіра, толерантність.

Продовження таблиці 2.1

Об’єкт – об’єктна модель взаємодії вчитель – учень. Вчитель – керівник в навчальному процесі, учень є об’єктом процесу керування. Зворотній зв'язок практично відсутній, корегування методик навчання відбувається за наслідками успішності. Учасники навчально-виховного процесу взаємодіють із собою за допомогою механізмів пізнання зовнішнього світу, тому сприймають себе як об’єкти маніпулювання. Світ сприймається у контексті полярності, поділяючись на позитивне та негативне, правильне й неправильне, що стає чинником дезінтеграції людини.	Суб’єкт – суб’єктна модель взаємодії вчитель – учень, учень – учень, вчитель – вчитель. Учень активно залучається до керування процесом навчання через процес передачі інформації. Завдяки наявності зворотного зв’язку вчитель разом з учнем може вносити корективи в навчальний процес з метою досягнення поставлених перед собою результатів. В процесі навчання здійснюється самопізнання особистості, усвідомлення власного досвіду, в якому негативні та позитивні риси людини сприймаються як ресурси її розвитку.

Таке порівняння дає підстави стверджувати, що основою формування сучасного освітнього простору, в якому навчальне середовище є відкритим, доступним для кожного (учня чи вчителя), віртуально орієнтованим є синергетична модель.

З огляду на вимоги програм профільного навчання, які передбачають систематизоване вивчення основ фізичних теорій, формування світогляду і наукового стилю мислення учнів на основі фізичної картини світу, оволодіння методами наукового пізнання та усвідомлення фізичного знання на рівні, необхідному для подальшого його використання в професійній діяльності та продовженні фізичної освіти [266], фізика в старшій школі повинна викладатися відповідно до синергетичної моделі освіти. Це передбачає відкритість процесу навчання, багатоваріантність форм та методів, нелінійність розвитку, цілісний (інтегративний) характер навчання, квантовий характер розвитку учнів (чергування порядку та хаосу як етапів засвоєння навчального матеріалу); цілісно-системний міжпредметний характер репрезентації навчального матеріалу. Саме з позиції означених характеристик можна стверджувати, що такі сучасні освітні концепти, як суб’єкт-суб’єктна взаємодія, особистісно орієнтована парадигма освіти, міжпредметні зв’язки тощо виявляються сповненими синергетичним змістом.

Як було зазначено в п.1.3 основні ідеї синергетики про поліваріантність і складність розвитку, множинність можливих станів, їх різку зміну – виявляються близькими до основних уявлень віртуалістики. Розглядаючи віртуальність у навчанні, перш за все, як запровадження інформаційно-комунікаційних технологій, можна говорити про їх значення в запровадженні синергетичного підходу в навчанні фізики.

Використання інформаційно – комунікаційних технологій у навчанні сприяє формуванню інтересу до фізики, стимулює комунікативні вміння, самостійність у виборі способів і засобів досягнення навчальних цілей, творчого логічного мислення, удосконалення вмінь використовувати знання на практиці. Діяльність, інтегрована з інформаційними технологіями, дозволяє максимально індивідуалізувати навчальний процес, формувати в учнів прагнення до самонавчання та самореалізації. Віртуально орієнтоване середовище відкриває перед учнем можливість маніпулювати вивченим матеріалом в залежності від поставленого завдання або від власного бажання. Таке середовище надає можливість отримувати знання з різних джерел інформації, що розширює можливості якісного засвоєння матеріалу, сприяє загальному розвитку учня.

Отже, ***віртуально орієнтоване освітнє середовище створюється на основі синергетичної моделі (рис 2.2).***

Проведений нами аналіз дозволяє виокремити ті фактори розвитку віртуально орієнтованого навчального середовища з фізики, які, на нашу думку, істотно впливають на формування нового змісту та вносять певні зміни до структури процесу навчання фізики взагалі, і зокрема, системи навчального фізичного експерименту.

1. Відповідно до сучасних вимог нова система освіти є превентивною (випереджаючою) й має на меті формування у людей таких якостей, які дозволяють їм успішно адаптуватися в сучасних умовах. Таким чином, метою навчання стає не лише опанування деякою сумою знань, а спрямування отриманих знань на розв'язання актуальних практичних і теоретичних проблем.

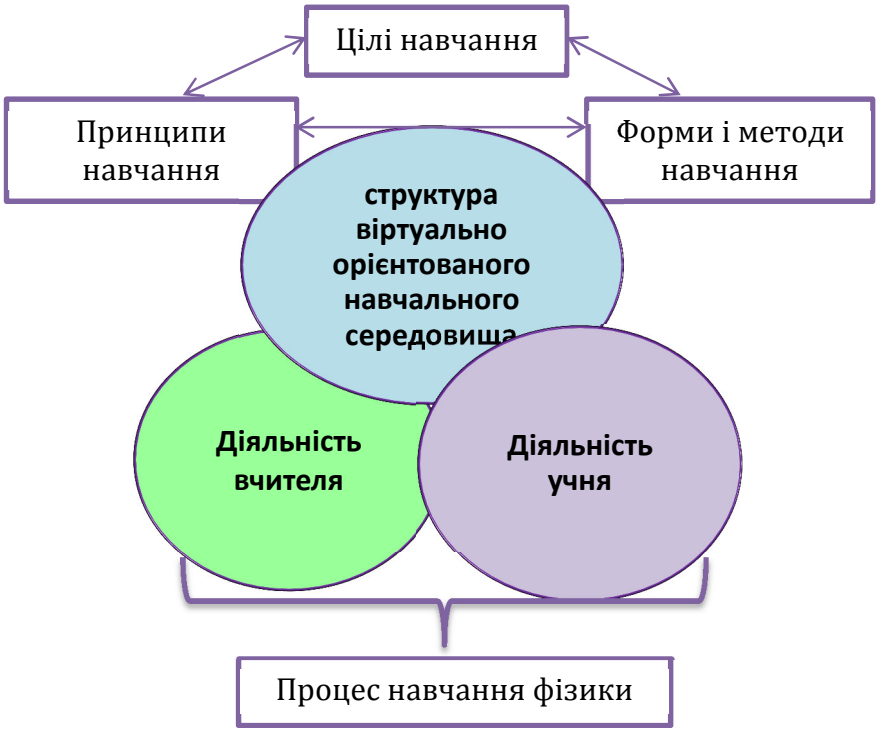


Рис. 2.2. Синергетична модель віртуально орієнтованого навчального середовища з фізики

Віртуально орієнтоване навчальне середовище з фізики дозволяє не тільки задовольнити запити учнів на систему знань (як кількісно, так і якісно), але й розвинути їх інтелектуальні, творчі здібності, вміння самостійно набувати нові знання, працювати з різними джерелами інформації. У віртуально орієнтовному навчальному середовищі, що реалізується на основі синергетичної моделі, цілі навчання зазнають змін: головним є не накопичення певної суми знань, вмінь та навичок, а всебічний розвиток особистості за рахунок формування відповідних компетентностей, розширення функцій учня в процесі навчання за рахунок створення зворотного зв'язку та можливості впливу на весь процес навчання. У формуванні цілей навчання пріоритетними стають бажання учнів на майбутнє, що враховано у програмах профільного навчання і найкраще реалізується у віртуально орієнтованому середовищі навчання.

2. У традиційному процесі навчання всі навчальні ресурси реальні, а можливість доступу до них для учнів залежить від реального часу, реального

місця і реального контексту. Режим, порядок та інтенсивність навчання в даному випадку практично не залежать від учня. При цьому навчальні програми і плани традиційного навчання зорієнтовані на деякого середнього учня. Орієнтуючись, таким чином, на задоволення масового попиту, сьогоднішня система освіти просто приречена мати масу незадоволених своєю освітою людей. Вихід з такої ситуації наступний: навчальні програми і плани повинні стати адаптивними, легко налаштованими не тільки під запити індивідуума, але і під його освітній рівень, під динаміку його навчання. Навчальні програми повинні розроблятися не в рамках стандарту освіти, а на його основі. Саме такі напрями реформування освіти передбачені в Концепції профільного навчання. Стандарт повинен бути мінімумом, від якого відштовхуються всі учні, але до “фінішу” кожний з них приходить своїм маршрутом, обираючи не лише профіль навчання, а й використовуючи в процесі самоосвіти всі можливості віртуально орієнтованого середовища для досягнення своєї мети у навчанні. Використання електронних підручників, віртуальних бібліотек, віртуальних лабораторних робіт, а також цифрових навчальних комплектів та інших електронних засобів навчального призначення створює умови для самоосвіти та самонавчання. Отже, віртуально орієнтоване середовище найкраще підходить для розв’язання основних завдань, що поставлені перед сучасною освітою і, найголовніше, дозволить реалізувати всі переваги профільного навчання.

При цьому повинні бути враховані усі існуючі традиційні методики, які в сучасному освітньому середовищі набувають нових форм поєднуючись із сучасними інноваційними технологіями. Лише інтеграція традиційного та віртуального, на наш погляд, дасть позитивний результат.

3. Як нами зазначалося, педагогічна система «процес навчання фізики» є складним інтегрованим утворенням, що постійно розвивається. Сучасні тенденції її розвитку пов’язані з процесами віртуалізації системи освіти в цілому. Віртуалізація системи освіти, яка на даному етапі відчутно розвивається, відводить людину від об'єктивної реальності. У той же час

посилюється необхідність використання кожним учнем навчальних досягнень з фізики саме у реальному об’єктивно існуючому світі. Це вимагає дослідження інтеграційних процесів у навчанні фізики, а саме взаємозв’язків інформаційно-комунікаційних технологій та систем віртуальної реальності з реальними дослідами та спостереженнями учнів.

Стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій і систем віртуальної реальності призводить до широкого запровадження їх у навчанні фізики та в системі навчального фізичного експерименту. Але фізика є фундаментальною наукою, яка вивчає реальні об’єкти, явища, закони та закономірності. За цих умов, використання реальних дослідів і комп'ютерного імітаційного експерименту є взаємодоповнюючими способами вивчення фізичного (реального) навколишнього світу, його законів і закономірностей розвитку як в методичному, так і в методологічному аспекті.

Нові завдання фізичної освіти вимагають застосування в широкому контексті інноваційних педагогічних технологій, найбільш перспективною з яких, на наш погляд, є синергетична модель. Синергетична модель та використання віртуального навчання дозволяють побачити оточуючий природній світ у всій його повноті та складності й обґрунтувати нові інтегровані підходи до його вивчення, а також вдосконалити процес навчання фізики.

Таким чином, в методологічному аспекті, на наш погляд, важливим стає синергетичний підхід у навчанні, який враховує усі позитивні сторони особистісно орієнтованого, діяльнісного та компетентнісного підходів, розширює їх зміст та посилює дію.

4. . Віртуалізація шкільної фізичної освіти пов’язана, в першу чергу, із застосуванням у процесі навчання інноваційних технологій та методів активного навчання. Серед інноваційних технологій комп'ютерне імітаційне моделювання можна виділити як перспективний шлях розвитку віртуального навчання фізики, яке є ефективним для створення програмних засобів і

комп'ютерних технологій нового покоління, в тому числі моделювання мікро- й макрооб’єктів і створення віртуальних лабораторних робіт.

Віртуально орієнтоване середовище навчання створює найсприйнятливіші умови для реалізації таких інноваційних методів, як методи активного навчання (мозковий штурм, “ділові ігри”, методи “проектів” та ін..), які повинні широко застосовуватися з метою запровадження ідей випереджаючої освіти.

Окрім нових методів, у практиці навчання використовуються нові організаційні форми проведення навчальних занять, які можна поділили на віртуалізовані традиційні і віртуальні інноваційні. До першого типу занять (віртуалізованих традиційних, тобто з використанням інформаційно-комунікаційних технологій та засобів віртуальної реальності) відносять традиційний урок, лекцію, семінар, лабораторну роботу. Заняття другого типу – це, наприклад, проектні віртуальні групи, додаткові заняття та консультації з використанням Internet – ресурсів та інші, що мають місце зокрема і в дистанційному навчанні.

Проведений в розділі 1 аналіз та наше дослідження дали можливість виділити *напрями запровадження синергетичного підходу до процесу навчання фізики та його складових, і зокрема системи навчального фізичного експерименту, в контексті формування нового віртуально орієнтованого освітнього середовища*, як фактору підвищення його структурної та функціональної різноманітності, що передбачає:

- перехід від традиційної форми керування процесом засвоєння знань та вмінь, що ґрунтується на жорсткій регламентації дій учнів, до самоорганізації, що дозволяє розв’язувати проблеми інформаційної взаємодії;
- створення освітніх технологій, що органічно поєднують різні педагогічні підходи;
- створення індивідуальних моделей з системи навчальних предметів, вибір викладача, часу та темпу навчання;

- взаємозв’язок з науковими організаціями, мережевими відкритими освітніми закладами, що дозволяють здійснювати інформаційний супровід інноваційної та експериментаторської діяльності, забезпечувати зв'язок шкільних предметів з актуальними потребами інформаційного суспільства;
- створення «єдиного інформаційного педагогічного поля сім’ї та школи», що дозволяє вчителям ефективно організовувати навчально-виховний процес з урахуванням особливостей вікового періоду в розвитку учнів, налагодити позитивну педагогічну взаємодію з учнями та їх батьками.

Об’єднання усіх компонентів педагогічної системи навчання фізики навколо єдиної мети, яка полягає у реалізації принципів розвивального випереджувального навчання на основі синергетичного підходу та інтеграції реального та віртуального, дозволяє реалізувати усі переваги віртуально орієнтованого навчального середовища, яке є основою сучасної моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи, та підвищити результативність процесу навчання, запровадити сучасні підходи і реалізувати індивідуальні траєкторії розвитку особистості учнів з урахуванням рівня та профілю навчання фізики.

2.2. Теоретичні основи синергетичної моделі процесу навчання фізики в старшій школі

У сучасній психолого – педагогічній науці та освіті на усіх її рівнях представлений широкий спектр інновацій – проблемних, дослідницьких, комп’ютерних, ігрових, проектних, контекстних та інших моделей навчання, які використовують різноманітні форми навчальної діяльності, в межах яких відбувається діалогічне спілкування та взаємодія суб’єктів освітнього процесу. Але, слід констатувати, що дані технології й досі залишаються на другому плані в їх практичній реалізації порівняно з традиційними. Причини, на нашу думку, полягають у недостатній теоретико-методологічній та технологічній обґрунтованості сучасних інноваційних моделей навчання. Незважаючи на це,

запровадження сучасних підходів до процесу навчання, навіть на епізодичному рівні, говорить про становлення в системі освіти нової парадигми.

Як відомо, домінуюча в наш час класична освітня парадигма, якій відповідає традиційна освітня модель, була закладена ще Я.А.Коменським у XVII столітті. Вона й обумовила той добре відомий тип навчання, який називають пояснювально-ілюстративний, методом передачі абстрактної інформації, «школою пам'яті» і т.д. Така освітня модель є своєрідним відображенням конвеєрної організації праці раннього індустріального виробництва (О.Тоффлер), для обслуговування якого люди повинні масово отримувати освіту, перш за все, як виконавці.

Постіндустріальне суспільство, для якого характерне звільнення від ручних операцій та обслуговування машин, забезпечення широких можливостей творчої праці, утвердження самооцінки особистості та здоров'я людини, його індивідуальності, саморозвитку обумовлює перехід до нової освітньої парадигми, що враховує, перш за все, інтереси та прагнення людини як суб'єкта освітнього процесу.

Становлення нової освітньої парадигми передбачає, на наш погляд, подолання в теорії й на практиці ряду протиріч між суспільством, що розвивається, та традиційним способом передачі минулого суспільного досвіду.

– Протиріччя між орієнтацією навчальних дисциплін на минулі зразки загальної культури та необхідністю орієнтації учнів як суб'єктів навчання на майбутній зміст їхньої діяльності та професійної культури. Звідси труднощі адаптації випускників до реального життя та професійної діяльності.

– Подвійність навчальної інформації: вона є одночасно частиною загальної культури і специфічною знаковою моделлю, тобто засобом для входження у реальне життя, засобом для формування навичок самонавчання та саморозвитку. Внаслідок того, що в процесі навчання не розрізняються такі подвійні властивості інформації, відбувається засвоєння не змісту того, що складає реальне життя та людську діяльність, а системи абстрактних, формальних знань, які дуже часто навіть не можна застосувати на практиці.

– Протиріччя між цілісністю знання та засвоєння його через велику кількість предметів. Внаслідок цього замість цілісної картини світу учень отримає уривки, які самостійно зібрати в одне ціле йому нелегко.

– Протиріччя між способом існування суспільства, яке перебуває в неперервному русі та розвитку, й представленням у навчанні цих процесів у вигляді статичних знакових систем. Навчання перетворюється у процес передачі готового знання, непов'язаного з майбутньою діяльністю учня, з потребами суспільства, і не враховує процеси розвитку.

– Протиріччя між індивідуальним характером навчальної діяльності та колективним характером професійної діяльності, де присутні міжособистісні відносини, обмін продуктами праці, особистісний вклад у досягнення загальних цілей. Дане протиріччя не може бути розв'язане в межах традиційної системи освіти, оскільки в ній не передбачається, що учень об'єднує свої зусилля з іншими для отримання знань, умінь, здібностей, відношень і т.д.

– Протиріччя між технократичним підходом до учня як до деякого інженерного пристрою, поведінку якого можна моделювати та модифікувати за допомогою відібраної системи стимулів незалежно від його волі та бажання, й орієнтацією сучасного суспільства на гуманістичні цінності, на забезпечення умов саморозвитку та самореалізації кожної особистості.

– Протиріччя між потребою неперервного розвитку людини в сучасному світі, що динамічно змінюється та обмеженістю освіти в класичному варіанті. Дана проблема успішно розв'язується в багатьох країнах світу через створення системи неперервної освіти. Єдиною перешкодою до такої освіти є відсутність у людини пізнавальної потреби до неперервного навчання.

Вирішення означених протиріч лежить у площині створення сучасної моделі освіти взагалі, й фізичної зокрема.

Метою сучасної освітньої парадигми виступає забезпечення цілісного уявлення учнів про світ, про закони розвитку, які є спільними для природи, людини і суспільства. Її застосування у педагогічній практиці зумовлене

необхідністю інтеграції знань, глобалізацією соціальних процесів і потребами нового синтезу.

Як зазначено нами в п.1.3, синергетичний підхід до процесу навчання фізики передбачає наявність певної (суб'єкт-суб'єктної, особистісно орієнтованої) взаємодії між учасниками навчально-виховного процесу, що відповідає вимогам розвитку педагогічної системи і випливає з об'єктивних передумов її саморуху. Саме такий підхід до розуміння самоорганізації дозволяє виявити механізми розвитку педагогічного процесу та його керування.

Діалектика науково-методологічного підходу до проектування процесу діяльності учнів у віртуально орієнтованому середовищі передбачає неперервний пошук нових теоретико-методологічних напрямів створення інваріантної основи сучасної освітньої парадигми, обґрунтування і використання творчих підходів до розгляду складних компонентів освітнього процесу й основної її складової – суб'єкта педагогічного процесу – особистості учня. Саме тому один із таких напрямів проектування управлінської діяльності в освітньому процесі ми бачимо у побудові синергетичної моделі як основи самоорганізації та саморозвитку кожного учасника навчального процесу.

Загальною ознакою новітніх психолого-педагогічних досліджень є застосування системно-діяльнісного підходу до аналізу освітніх систем і процесів. Різноманітні визначення у психолого-педагогічній літературі системної методології показують їх певну суперечливість та плутанину. Саме це і вимагає, на наш погляд, переходу до системно-синергетичної методології при дослідженні освітнього процесу як інтегративно-діяльнісної системи.

Виходячи з того, що в основу системного аналізу покладений принцип системності, а в основу синергетичної теорії – принцип розвитку, діалектика цих принципів, доповнюючи один одного, у дійсності, на наш погляд, утворює епістеміологічну єдність.

Універсальне правило, що було сформульоване Н. Бором, „протилежності – не протиріччя, вони доповнення", слугуючи новою методологією не тільки для природничих, але й для гуманітарних наук,

сформувало нову основу для розвитку психолого-педагогічних теорій, нову логіку розгляду структури систем, нове мислення, нову технологію комунікацій і поведінки. Принцип доповнення стає методологічною основою теорії самоорганізуючих систем (синергетики), найбільш складною з яких є людина зі своєю свідомістю, динамічність стану якої можна описати за шкалою „хаос – порядок" [423].

Системно-синергетичний підхід, що розглядає психіку суб'єктів освітнього процесу як відкриту, неврівноважену, нелінійну систему, яка перебуває під флуктуаційним впливом зовнішнього інформаційного простору, що діє на свідомість і підсвідомість, дозволяє сформулювати гіпотезу щодо „біфуркаційного" механізму розвитку особистості учня, згідно якої процес еволюції особистості, що розвивається, можна подати у вигляді неперервного ланцюжка дискретних частин певного суб'єктного параметричного простору поблизу критичних точок, що є результатом дії малих подразників на психіку. Якщо взяти до уваги спонтанний характер вибору подальшої траєкторії еволюції системи (особистості учня як суб'єкта освітньої системи) в точках біфуркації, то стає зрозумілою цілком ймовірнісна природа нелінійної динаміки формування суб'єктів освітньої системи під час педагогічного процесу (саме цим можна пояснити „збої" у процесі виховання та розвитку особистості на кінцевому етапі навчального процесу, які можуть істотно відрізнятися від тих, що були спроектовані на початковому етапі даного процесу).

Розглядаючи пізнавальну діяльність учнів як природньо відкриту, конкретну, динамічно складну, соціально-діяльнісну систему, виділимо ряд принципів управління навчальним процесом, реалізація яких, на наше переконання, дозволяє удосконалити процес пізнавальної діяльності, а саме:

– *принцип подолання лінійного та формування ймовірнісного мислення*, нелінійність якого визначає достатньо збалансоване поєднання логічного та інтуїтивного у прийнятті рішень. Інформаційна культура учня, що визначається пошуковими вміннями, формується не за допомогою заучування, а за допомогою осмислення змісту запропонованого матеріалу, що є необхідною і

достатньою умовою біфуркаційного переходу свідомості з режиму зовнішньо керованого функціонування у режим інтенсивного самоорганізованого розвитку;

– *принцип додатковості (компліментарності)*, який полягає в тому, що жодне знання не може бути самодостатнім і вимагає доповнення: проблемне, неоднозначне викладання навчального матеріалу; демонстрація різних точок зору на одну й ту ж проблематику; зміна видів діяльності і переведення учня в експерти; відсутність абсолютизації будь-яких сторін явища;

– *принцип відкритості як нелінійна ситуація відкритого діалогу, прямого і зворотного зв'язку*, потрапляння під час вирішення проблемних ситуацій в один узгоджений темпосвіт: це ситуація пробудження власних сил і здатностей учня, ініціювання його на одну із власних траєкторій розвитку;

– *принцип відкритості систем, процесів, ситуацій*, що проектуються, означає створення їх динамічними, гнучкими, здатними під час реалізації до змін, перебудови, ускладнень або спрощень; надання певної свободи при виборі цілей, змісту, форм, методів, джерел, засобів, термінів часу, місця навчання і оцінювання результатів.

Таким чином, включення системно-синергетичних, самоорганізаційних понять у структуру та зміст формування самостійної пізнавальної діяльності учня з фізики пов'язано з проектуванням особистісно орієнтованих технологій навчання, які формують резонансну педагогічну дію через глибокі мотиваційні впливи на особистість. Отримуючи в результаті нелінійну особистісно орієнтовану технологію, вчитель своєю діяльністю сприяє самоорганізаційному розвитку особистості учня.

Процес навчання з позицій синергетичного підходу – це не перекладання знань з однієї голови в іншу, не проста передача інформації і подання готових істин. Це нелінійна ситуація відкритого діалогу, прямого і зворотного зв'язку, в якій учасники процесу навчання потрапляють в один самоузгоджений темпосвіт. Це ситуація пробудження власних сил і здібностей учня, стимулювання його на один із власних шляхів розвитку, відкриття себе

або співпраця з самим собою й іншими людьми. Знання не просто накладаються на учня або, тим більше, нав'язуються йому. Синергетична освіта діє з урахуванням змін у внутрішньому світі суб’єкту. Це освіта, що стимулює власні, можливо ще не виявлені, приховані лінії розвитку, це спосіб відкриття реальності, пошуку шляхів у майбутнє.

Вітчизняна освіта поступово переходить до нової освітньої парадигми, від традиційної до гуманістичної, особистісно орієнтованої, приорітетами якої є інтереси особистості, адекватні тенденціям розвитку самого суспільства. Діюча традиційна система освіти – це система, яка прагне до абсолютної об’єктивності, конкретності, визначеності, повного відображення об’єкту. До характерних рис традиційної системи освіти належать: стереотипність і традиційність мислення; трактування випадковості як другорядного явища, що не є важливим у процесі пізнання; сприйняття криз та хаосу з деструктивної позиції; оцінка нестабільності як негативного чинника; сприйняття управлінського впливу як однозначного й лінійного, сутність якого полягає в прямопропорційності прикладених зусиль і отриманого результату; розуміння явищ, подій, процесів з позиції тільки лінійного розвитку, що не має альтернативних варіантів; уявлення про минуле тільки як про частину історії.

Для синергетичної парадигми характерні наступні принципи:

– визнання першочерговості процесу пізнання (знаходження кожним істини), залучення учня до процесу пошуку (особливого значення набуває індивідуальне, суб’єктивне знання, яке має свого автора);

– цінність співпраці (навчально-виховний процес має бути побудований як діалог або полілог та збагачений імпровізацією);

– орієнтація на процес навчання (важливим є не лише результат, а й процес досягнення цього результату);

– рівність і довіра до пізнавальних можливостей усіх дітей, віра в їхні творчі можливості (атрибутом професіоналізму стає любов до дитини; важливо створити умови для успішного розвитку дитини);

– нова модель керування освітнім процесом за рахунок допомоги і забезпечення лідерства та передбачливості (відчуття радості у процесі співпраці та постійного самовдосконалення);

– тривимірне навчання (широкий світогляд, глибина знань, постійне їх оновлення), яке не обмежується навчальними програмами; регіональне керування ресурсами (складанням навчальних планів, програм і тривалістю навчання);

– учні є продуктом своєї власної діяльності, розширюючи коло своїх інтересів, розвиваючи свої здібності та характер, допомагаючи іншим робити те саме;

– учитель виступає як лідер, учень – як працівник, займаючи активну позицію;

– середовище навчання стає гнучким як щодо часу, так і щодо місця (різні предмети школярі можуть вивчати з різними групами учнів);

– методи оцінювання знань учнів різноманітні і допускають право їх вибору самою дитиною.

Реалізація мети профільного навчання здійснюється на основі принципів, які обумовлені особистісно орієнтованою, компетентнісною освітньою парадигмою і відображають специфіку профільного навчання. Серед них виділимо: *принцип соціальної рівноваги, який* передбачає узгодження трьох позицій: можливостей освітніх послуг, запитів ринку праці й соціальних очікувань випускників школи; *принцип гнучкост*і, який полягає у забезпеченні можливостей та умов для зміни профілю навчання, змісту і форм організації профільного навчання, у тому числі дистанційного, широкого вибору змісту навчальних програм та можливостей для його корекції; *принцип варіативності,* що полягає у багаторівневості навчальних планів, освітніх програм, змісту освіти, використанні різноманітних технологій, надання учням можливості вибору предметів (курсів), що вільно вивчаються, зміні видів діяльності, використанні інтегративного підходу у вивченні обов’язкових предметів; *принцип диференціації,* який полягає у забезпеченні умов для добровільного

вибору школярами профілю навчання, виходячи з їхніх пізнавальних інтересів, здібностей, досягнутих результатів навчання й професійних намірів; *принцип індивідуалізації* – передбачає врахування індивідуальних особливостей особистості для досягнення поставленої мети, що слугує основою для здійснення особистісно орієнтованого навчання у профільній школі.

Означені принципи разом з принципами синергетичної парадигми є основою синергетичної моделі освіти.

З точки зору синергетики, процес навчання є системою, яка володіє усіма характерними особливостями системи керування: має ціль, об’єкт керування (учень), керуючу частину та канал зворотного зв'язку. У сучасному навчальному середовищі, яке визначено нами як віртуально орієнтоване, в якості керуючої частини може виступати як вчитель, так і комп’ютер, що має відповідне програмне забезпечення. Учитель в процесі навчання організує функціонування системи керування (є своєрідним ланцюгом між змістом та ресурсами навчального середовища й учнем як об’єктом управління в цьому середовищі). На схемі (рис. 2.4) показано процес навчання фізики на основі синергетичного підходу.

Функціонування блоків змісту, керування, об’єкту управління та результатів навчання завершує цикл системи керування, що відповідає традиційній системі освіти. На виході цієї системи маємо учня, що володіє певною сумою знань, умінь та навичок (рис.2.3).

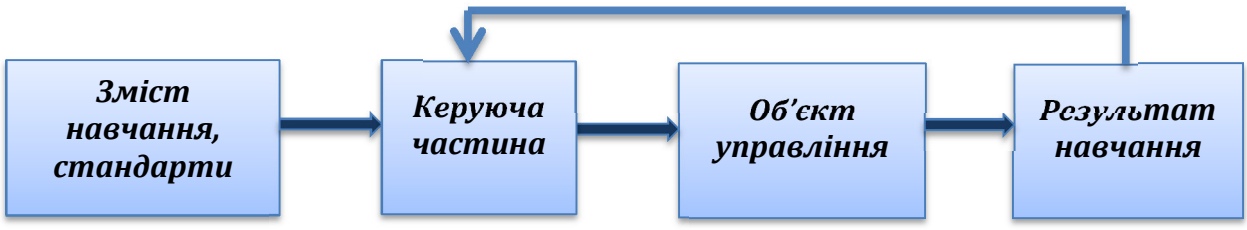


Рис. 2.3. Модель керування в традиційній системі навчання фізики

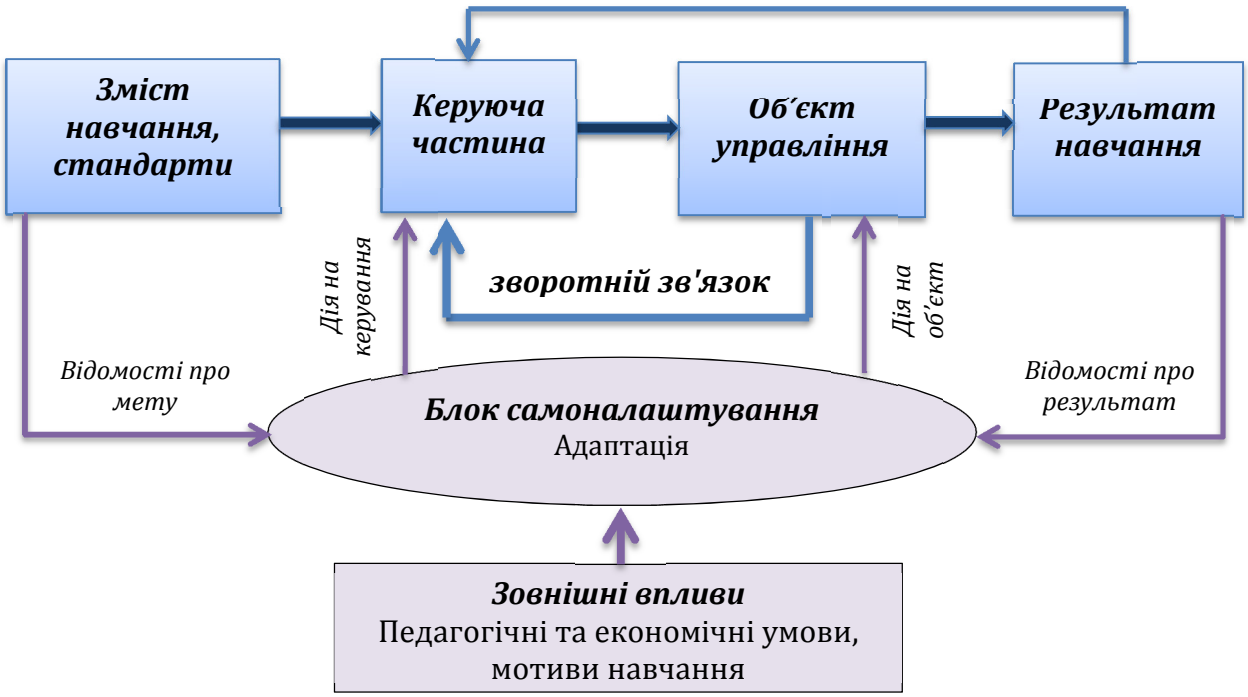


Рис. 2.4. Синергетична підхід до керування процесом навчання фізики

Наявність каналу зворотного зв'язку та блоку самоналаштування перетворює дану систему в освітню систему відкритого типу. За допомогою каналу зворотного зв'язку відбувається збір та передача інформації про навчання конкретних учнів, діяльність вчителів, якості методичних матеріалів та ін. У процесі навчання, який реалізується в результаті циркуляції інформації, канал зворотного зв'язку виконує педагогічні функції корекції та контролю. Саме через нього в керуючу частину (до вчителя) потрапляє інформація про результати навчання й виробляються відповідні дії з метою їх поліпшення.

Зрозуміло, що розумову діяльність людини не можна подати у вигляді певної системи параметрів. Навіть такий важливий параметр, як результат навчання, не піддається характеристиці через величини, що можуть бути однозначно виміряні. Але, незважаючи на недосконаліть навчального процесу з точки зору його опису через певні параметри, система його керування завжди є адаптивною. Тому і раціонально організований навчальний процес є певною мірою адаптованим. На схемі (рис. 2.4) ця властивість реалізується через блок адаптації (самонолаштування), де виробляються дії, що змінюють параметри як

керуючої частини (зміна методик, прийомів, запровадження комп'ютерних технологій і т.д.), так і об'єкта керування (включення учня в процес керування, впровадження заходів, що посилюють мотивацію і т.д.).

Наявність даного блоку в системі передбачає аналіз даних та оптимізацію системи на основі оцінки усіх параметрів якості, дозволяє максимально розвивати індивідуальні форми навчання, використовувати методи віртуального навчання.

Проблема виходу на новий рівень свідомості диктує новий рівень викладання, суттєве значення в якому має стиль викладу, що повинен відповідати духу парадигми. Традиційно навчання зводилося до засвоєння апробованих знань. У новій парадигмі викладання не може бути переказом готових істин. Потрібно не забувати, що «твердо встановлені істини» сучасної науки не що інше, як результати важких пошуків, як нелегко здобуті відповіді на запитання, що колись постали перед наукою, зауважує Е.Ільєнков [180]. Тобто, якщо розглядати справу з суто логічного боку, це науково вирішувані суперечності. І перед тим, як повідомити учню відповіді, потрібно чітко показати йому, на які саме запитання ці відповіді було знайдено й сформульовано у вигляді наукових положень. Пошуки, сумніви, переживання мають супроводжувати навчання, залучаючи до цього процесу всіх учасників. Звичайно, для цього необхідно, щоб викладач спирався не так на книжкове знання, доповнене особистим досвідом, як на власне, вистраждане у творчих пошуках, підкріплене і доповнене книжковою інформацією. Це необхідно, але цього недостатньо, тому що потрібна ще зацікавлена участь аудиторії в русі його думки. Поки людина творить акт порівняння зовнішніх предметів, які не стосуються її, і не вводить саму себе в акт порівняння – вона не мислить.

У синергетичній моделі процесу навчання фізики враховано, що через канал передачі надходить не лише предметна, а й додаткова інформація, що призначена для організації самого процесу пізнання. Це дозволяє учню самостійно організовувати свою навчальну діяльність, що сприяє реалізації синергетичних принципів.

Запропонована модель навчання враховує сучасні тенденції розвитку фізичної освіти та запровадження не лише синергетичного, а й комплексного, з урахуванням особистісно орієнтованого, діяльнісного та компетентнісного підходів до навчального процесу сучасної старшої школи.

Як наслідок дії синергетичного підходу в запропонованій моделі є взаємодія двох систем, що розвиваються та інтегрують, однак вони не рухаються у напрямі одного образу дійсності. Взаємодія таких систем сприятиме створенню якісно нового продукту. Отже, сучасна освітня парадигма та нові підходи до організації процесу навчання фізики не заперечують традиційної системи освіти, а доповнюють її, створюючи умови для розвитку в новому напрямку.

Як нами було зазначено в п.1.3, ще однією проблемою, яка потребує розв'язання і може бути вирішена в межах сучасної моделі навчального процесу є принципове розуміння необхідності скорочення розриву між еволюційно – синергетичним рівнем єдності сучасної картини світу і класичним рівнем навчання природничо – математичних дисциплін, і фізики зокрема, що змушує шукати відповідь на практичне питання про конкретний зміст матеріалу, пропонованого учням для осмислення сучасних досягнень природознавства взагалі.

Слід зазначити, що деякі фрагменти відомостей про основи синергетики потрапляють на сторінки навіть шкільних навчальних посібників з фізики. Це, наприклад, такі поняття як хаотичний та впорядкований рух, зміна агрегатного стану речовини, автоколивання, принцип дії оптичних квантових генераторів та ін. Однак, усі вони являють собою спробу подати некласичне та постнекласичне природознавство класичною мовою з метою доступності викладу. Тим часом, для реального оволодіння новим рівнем природознавства учням, а перед цим вчителям, слід опановувати мову цих рівнів, саме завдяки чому й можливе якісно інше мислення. Вихід, на нашу думку, полягає в ознайомленні учнів з основами синергетики та застосуванні синергетичного підходу в процесі навчання.

З цією метою нами розроблена програма міждисциплінарного факультативного курсу «Еволюція складних систем» для учнів 10-11 класів. Вивчення курсу сприяє формуванню у школярів сучасного світогляду, нелінійного стилю мислення, цілісної фундаментальної освіти. Це спроба адаптувати до шкільної практики новітню наукову парадигму «нелінійну динаміку» або «синергетику», комп'ютерне моделювання як метод візуалізації, дослідження і прогнозування динаміки систем різної природи – природничо-наукової та соціогуманітарної.

Курс є експериментальним у плані пошуку та визначення його змісту, форм і методів, включення в шкільну практику розробок програмного, навчального та методичного забезпечення. Необхідність розробки такого курсу очевидна: оскільки роль самоорганізації в сучасному науковому мисленні вважається загальновизнаною, постає проблема синергетичної освіти не тільки студентів, але й школярів і вчителів.

У процесі вивчення факультативного курсу учні повинні:

- оволодіти основними поняттями і законами;
- зрозуміти роль відкритості, нелінійності, нестійкості в процесах еволюції; ймовірнісний характер реального світу, поліваріантність шляхів його розвитку; значення кризових ситуацій в еволюції, важливість правильного вибору способу дій для виходу з цієї ситуації; конструктивну роль хаосу в процесах динамічного розвитку, пізнання, творчості; діалектичний характер співвідношення стійкості системи (управління) і мінливості (самоорганізації, утворення нових структур);
- отримати навички роботи з комп'ютером та Інтернетом, уміння створювати найпростіші комп’ютерні моделі;
- вміти працювати із засобами інформації (шукати і відбирати матеріал, підбирати до нього ілюстративний матеріал для доповідей і рефератів); вміти виступати на семінарах з повідомленнями і доповідями, брати участь в дискусіях; робити правильний вибір способу дій в кризовій ситуації, що є не тільки показником освіченості, але й якості особистості.

Основні рекомендовані форми занять: лекції, семінари, лабораторний практикум (комп’ютерні моделі та реальний експеримент), самостійна робота, консультації. Дуже корисна самостійна дослідницька діяльність учнів в групах.

Зміст навчального матеріалу курсу містить питання, що відносяться до різних предметів шкільного курсу: фізики, біології, хімії, інформатики, економіки.

Фізична компонента даного курсу передбачає вивчення наступних питань: Системи та їх якісна класифікація. Складність, нерівноважність, відкритість, нелінійність. Математичні моделі. Безперервні і дискретні моделі. Комп'ютерне моделювання. Детерміновані і стохастичні процеси. Статистичний опис макроскопічних систем. Вільні коливання без затухання та із затуханням. Автоколивання. Зворотній зв'язок. Елементи гідродинаміки. Турбулентність. Комірки Бенара. Прогнозування погоди. Фазовий простір, фазові діаграми. Еволюція динамічних систем. Динамічний хаос. Відображення хаосу. Самоорганізація у відкритих нерівноважних системах як фазовий перехід. Лазери. Порушення симетрії. Атрактори. Граничні цикли. Дивний атрактор. Адаптаційна еволюція і теорія катастроф. Кризи та їх роль в процесах еволюції. Фрактали в природі та у фізиці.

У даному курсі передбачено виконання лабораторного практикуму, а саме реальних дослідів і експериментів із використанням комп’ютерного моделювання. Це, наприклад, роботи по вивченню автоколивних систем, особливостей роботи оптичних квантових генераторів та інші.

У процесі навчання учні готують доповіді та реферати, обираючи цікаві теми для досліджень, наприклад, «Гармонія небесних сфер», «Періодична система елементів як фрактал».

Розроблений факультативний курс запроваджений в процесі навчання учнів «Педагогічного ліцею» м.Кіровограда, де є класи як профільного (фізико-математичного) спрямування, так і гуманітарні. Повна програма курсу подана в додатку В.

Навчально-виховний процес у загальноосвітніх навчальних закладах можна представити як цілеспрямований процес створення педагогічних атракторів, тобто найбільш ймовірних областей, де можуть знаходитися траєкторії саморозвитку суб'єктів освітнього процесу (як учнів, так і вчителів), що сприятиме появі нових поглядів на освіту як на неперервний процес. Освіта через усе життя, освіта без кордонів, освіта для усіх і кожного – сутність нової парадигми освіти. Впровадження її вимагає від системи сучасної освіти інноваційних моделей і технологій, орієнтованих на учнів, які забезпечують їх здатність до професійного самовизначення, саморозвитку, до створення ситуації успіху не лише в навчанні, а й в житті взагалі.

Використовуючи нелінійну технологію вчитель своєю діяльністю сприяє такому організаційному розвитку особистості учня, яке здатне не тільки компенсувати його деструкцію в часі (забування знань, руйнування когнітивних новоутворень і т. і.), а й сформувати переважно позитивні новоутворення. Серед сучасних технологій ми виділяємо інтеграцію реального та віртуального навчального фізичного експерименту.

Виходячи з означеного, нагальною проблемою, яка потребує вирішення, є розробка сучасної моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи, що ґрунтується на засадах синергетичного підходу та враховує умови профільного навчання учнів у віртуально орієнтованому середовищі, з урахуванням теоретико-методологічних положень і теоретико-методичних ідей розвитку навчального процесу з фізики.

2.3. Синергетичний підхід до розвитку системи навчального фізичного експерименту

На сучасному етапі розвитку освіти взагалі, і зокрема фізичної, досить актуальними залишаються питання, які до теперішнього часу не знайшли чіткого пояснення. А саме, як скоротити зростаючий розрив між класичним змістом фізичної освіти і рівнем досягнень сучасної науки; яким чином

сформувати методологічне забезпечення міжпредметної інтеграції, яка є одним з важливих факторів синергетичного підходу в навчальному процесі; як забезпечити розвивальне навчання фізики на основі системи навчального експерименту; яких змін має зазнати система НФЕ аби повною мірою відповідати сучасним тенденціям та вимогам синергетичного підходу. Означені питання визначають відповідні протиріччя, які можуть бути розв'язані лише з точки зору системно-синергетичного підходу:

- між еволюційно – синергетичним рівнем сучасної картини світу та класичним рівнем навчання фізики в школі;
- між загальним визнанням необхідності інтеграції у навчанні предметів природничого циклу та відсутністю методології, яка дозволяє вчителям системно здійснювати відповідну координацію в освітньому процесі;
- між запитами суспільства до фізичної освіти, яка зорієнтована на перехід до інноваційної моделі випереджаючого характеру і готує людину до життя в суспільстві знань, та традиційним підходом до процесу навчання фізики, що спрямований на середньостатистичного учня й обмежує рівень фізичних знань та можливості опанування навіть таким рівнем;
- між постійним і неухильним розвитком фізичного експерименту, що враховує синергетичний підхід, і не повною відповідністю існуючої системи навчального фізичного експерименту сучасним тенденціям його розвитку для забезпечення розвивального навчання.

Шляхи розв'язання перших двох протиріч частково запропоновані нами в п.2.2, через запровадження в процесі навчання елективних та факультативних курсів по вивченню питань синергетики, міжпредметного навчального експерименту, а також синергетичного підходу до організації навчально-виховного процесу з фізики взагалі.

Розв'язання інших сформульованих протиріч, на нашу думку, лежить в площині реалізації принципів синергетичного підходу в системі навчального фізичного експерименту.

Проблема вдосконалення шкільного фізичного експерименту не є новою. Вагомий науково-теоретичний та практичний внесок в удосконалення методики і техніки навчального фізичного експерименту, його систематизації зробили, зокрема, такі дослідники як Л.І. Анциферов [17], П.С. Атаманчук [29? 30, 32], В.Ю. Биков [50, 141], О.І. Бугайов [65, 66], С.П. Величко [85, 86, 88-94], М.І. Жалдак [154], О.М. Желюк [155, 156], А.В. Касперський [194, 195], Є.В. Коршак [216], О. І. Ляшенко [259], В.В. Мендерецький [259], Б.Ю. Миргородський [216], О.А. Покровський, О.В. Сергєєв, М.І.[356], Шут [137, 141] та інші. Наукові основи підвищення ефективності навчання засобами наочності були предметом дослідження М.Ф. Вознюка, Г.М. Гайдучка [114], А.М. Гуржія [136, 137], Ю.І. Діка, Л.Р. Калапуші, Д.Я. Костюкевича [137], Н.Л. Сосницької [377] та інших.

Роботами названих дослідників доведена поліфункціональність феномену навчальний фізичний експеримент, оскільки в процесі навчання він виконує різні дидактичні функції, може використовуватися з різною метою, запроваджуватися як метод навчання, засіб наочності або як форма проведення навчального заняття.

Відомо, що в навчальному процесі шкільний фізичний експеримент може слугувати джерелом нових знань, способом перевірки правильності одержаних теоретичним методом узагальнень та наслідків фізичних теорій, методом визначення фізичних констант, встановлення закономірностей. Він безпосередньо пов'язаний із вивченням теоретичних основ курсу фізики, тому ілюструє тісний зв'язок теоретичного й емпіричного у пізнанні навколишнього світу.

Сучасною тенденцією розвитку системи навчального фізичного експерименту є запровадження інформаційних технологій та систем віртуальної реальності, які дозволяють замінити застаріле обладнання сучасними комп’ютерними моделями та є менш затратними педагогічними технологіями (детально це питання розглядається в розділі 3 нашого дослідження). У великій кількості досліджень доводиться педагогічна доцільність та ефективність

використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у процесі навчання фізики. Незважаючи на це, не всі методичні питання розроблені досить детально, що ускладнює впровадження ІКТ в педагогічну практику.

Відтак, сучасний період розвитку фізичної освіти, методики навчання фізики та навчального експериментування свідчить про необхідність глибшого вивчення структури шкільного фізичного експерименту та встановлення нових її зв'язків з урахуванням сучасних підходів (синергетичного та компетентнісного) до навчального процесу старшої школи.

Як зазначають в своєму дослідженні С.П.Величко, В.П.Вовкотруб «існуюча система ШФЕ характерна:

– недостатньою розробленістю навчального експерименту з ряду тем і окремих питань курсу фізики, особливо незабезпеченим залишається розділ «Квантова фізика»;

– зміст значної частини демонстраційних дослідів потребує оновлення не лише для забезпечення шкільного курсу фізики, а й курсу фізики у педагогічних вищих навчальних закладах;

– значного розширення і модернізації вимагає система експериментальних завдань (лабораторних робіт, робіт фізичного практикуму та індивідуальних експериментальних завдань); необхідна класифікація їх за змістом, метою, методами виконання; важливим є забезпечення і рівномірне охоплення всього змісту курсу фізики навчальним експериментуванням; вимагаються нові підходи до планування, проектування і виготовлення засобів експериментування та якісного матеріального забезпечення кабінету фізики;

– необхідним і важливим визнане широке впровадження і реалізація сучасних досягнень техніки та приладобудування для матеріального забезпечення різних видів ШФЕ» [85, с. 3-4].

В цілому, погоджуючись з авторами, вважаємо за потрібне розширити характеристики сучасної системи навчального фізичного експерименту наступними її ознаками:

1. Широке запровадження інформаційно-комунікаційних технологій у навчально-виховний процес з фізики викликає зміни у системі навчального експерименту, що пов’язані із запровадженням систем віртуальної реальності. Комп'ютерне імітаційне моделювання, яке є ефективним для створення програмних засобів і комп'ютерних технологій нового покоління (в тому числі міжпредметного змісту), можна виділити як перспективний напрям розвитку комп'ютерного навчання фізики та предметів природничо-математичного циклу. Найбільш доцільними видами такого моделювання є моделювання мікро- та макрооб’єктів, а також створення систем віртуальних лабораторних робіт, що широко запроваджуються у навчанні фізики та забезпечують вимоги синергетичного підходу.

2. Належне використання комп'ютерних технологій у системі навчального фізичного експерименту, як невід’ємної складової педагогічної системи «процес навчання фізики», вельми корисне і відкриває абсолютно нові можливості. За цих умов, використання реальних дослідів і комп'ютерного імітаційного експерименту є взаємодоповнюючими способами вивчення фізичного (реального) навколишнього світу.

3. Основною тенденцією сучасного етапу розвитку шкільного фізичного експерименту залишається створення та запровадження в навчанні фізики комплектів навчального обладнання з відповідних тем курсу фізики для комплексного використання під час постановки демонстраційних дослідів вчителем та виконанні лабораторного експерименту учнями. Запровадження інформаційних технологій передбачає внесення до складу таких комплектів комп’ютерних вимірювальних блоків, різноманітних датчиків та програмного забезпечення виконання лабораторних робіт тощо.

4. Одним з інноваційних підходів до розвитку та вдосконалення системи освіти в цілому та фізичної зокрема, є системно-синергетичний підхід, який передбачає запровадження педагогічних технологій, характерними рисами яких є: співробітництво, діалогічність, діяльнісно-творчий характер, спрямованість на підтримку індивідуального розвитку дитини, надання учням

свободи для прийняття самостійних рішень, творчості, вибору змісту і способів навчання, співтворчість вчителя і учнів. У розвитку системи фізичного експерименту такий підхід визначається створенням і запровадженням обладнання для системи навчального фізичного експерименту (приладів та їх комплектів у поєднанні із засобами ІКТ), що передбачає варіативність навчальної діяльності під час виконання різних видів навчального фізичного експерименту; розробку методики і техніки навчальних дослідів, що виконуються на основі цілеспрямованої, самоорганізуючої пізнавальної діяльності учнів, забезпечення міждисциплінарного характеру експерименту з метою формування цілісних уявлень про навколишній світ.

Означені тенденції, в першу чергу, вимагають застосування до системи навчального фізичного експерименту синергетичного підходу.

Принцип синергетичної єдності знаходить свою реалізацію в площині нової парадигми освіти, яка розробляється О.В. Вознюком та М.В. Левківським [107, 235]. Ця парадигма, що базується на концепції асиметрії півкуль головного мозку людини, виражає ідею функціональної єдності півкульових стратегій відображення та опанування оточуючого світу.

Якщо розглядати розвиток людини як рух від чуттєвої до раціональної, а від неї – до медитативно-творчої форми осягнення буття та його усвідомлення, то стає зрозумілою мета освіти та напрями і засоби її досягнення. Перш за все зрозуміло те, що стан півкульової гармонії передбачає достатній рівень розвитку обох півкуль мозку людини. Поки що школа більшою мірою спирається на розвиток аналітично-дискурсивного лівопівкульового світосприйняття, хоча й визнається факт деякої недооцінки значення емоційно-образних механізмів психіки у процесі навчання, а експерименти переконують, що активізація правопівкульових функцій забезпечує відповідний значний стимул для розвитку лівопівкульової складової психічної діяльності [192].

Відтак нагальним є визнання перспективності нової парадигми освіти, яка б забезпечувала єдність чуттєво-емпіричної та абстрактно-теоретичної сфер розвитку особистості взагалі, і зокрема школяра, у процесі навчання фізики.

Однією з таких систем, де використовується принцип півкульового синтезу, коли у рамках навчального процесу зводяться до гармонії два аспекти людської психіки – "правий" (конкретний) та "лівий" (абстрактний), є педагогічна система В. Ф. Шаталова. Тут, з одного боку, учні одержують той чи інший набір конкретних фактів, а з другого – всі ці факти перекладаються на мову опорних сигналів, що є абстрактними категоріями. Учні вчаться цілеспрямовано та постійно маніпулювати одночасно двома протилежними рядами реалій нашого життя, здійснюючи їх взаємну трансформацію, коли конкретне сприймається та розуміється через абстрактне, а абстрактне – через конкретне. Достатньо тривала практика розвитку функціональної єдності право- та лівопівкульової сторони психічної активності сприяє формуванню установки на "інтегровану" психічну активність, у межах якої виявляється прагнення до творчості і, як результат, незмірно форсується навчальна діяльність. Цікаво, що система В.Ф. Шаталова активізує не лише суто абстрактно-логічний (лівопівкульовий), але й емоційно-образний (правопівкульовий) аспект психічних функцій, коли навчання стає самоціллю, перетворюючись на самоцінний, самодостатній феномен [235]. У цьому проявляється синергетичність вказаної системи навчання.

Запровадження даного підходу в процесі навчання фізики можливе завдяки фізичному експерименту, який здатний синтезувати як абстрактне, так і конкретне мислення школяра через спостереження, експериментування, висунення гіпотез, аналіз результатів та формулювання висновків.

Як було нами показано в п.2.2, актуальність ідей самоорганізації у педагогіці пов’язана з визнанням здатності синергетичних систем до саморозвитку не тільки завдяки зовнішнім впливам, а, головним чином, за рахунок раціонального використання своїх внутрішніх резервів. Ця ідея втілюється у навчальний процес через застосування інноваційних, інтерактивних технологій, методу проектів, технологій ситуаційного навчання тощо під час застосування різних форм навчання фізики, а також обумовлює пошук нових способів у формуванні їх змісту.

Розроблена модель системи навчального фізичного експерименту, що ґрунтується на поєднанні „віртуальне–реальне” та реалізується у віртуально орієнтованому середовищі, має стати елементом саморозвитку і самовдосконалення учня в межах педагогічної системи «процес навчання фізики», засобом розвитку предметних і ключових компетентностей учнів, розуміння ними явищ і процесів природи. Вона має забезпечувати основні вимоги особистісно орієнтованого навчання: централізацію освітнього процесу на особистості учня, організацію навчального процесу як цілеспрямоване управління самостійною навчальною діяльністю учня, скерованість навчального і освітнього процесів на розвиток і саморозвиток суб'єктів навчально-педагогічної діяльності – вчителя та учня. При цьому впровадження у навчальний процес пов’язаних елементів (віртуального та реального) повинно давати певний синергетичний (системний) ефект в результаті інтеграції, злиття окремих частин в єдину систему за рахунок так званого системного ефекту (емерджентності).

Синергетичний ефект проявляється в тому, що при спільній взаємодії елементів педагогічної системи забезпечується збільшення їхнього загального ефекту до величини більшої, ніж сума ефектів цих же елементів, що діють незалежно один від одного (такий ефект в синергетиці називають 2+2=5). У випадку методики навчання фізики такого ефекту можна досягти, об’єднуючи всі компоненти методичної системи навколо єдиної мети, яка полягає у реалізації принципів розвивального випереджувального навчання на основі інтеграції реального та віртуального, зокрема у системі навчального фізичного експерименту. Так, окремо навчальний експеримент та інформаційно-комунікаційні технології відповідно до значної кількості досліджень є факторами підвищення ефективності навчання та значного впливу на розвиток пізнавальної активності учнів. Виходячи з принципів синергетики взаємодія таких двох складових, як реальний та віртуальний експеримент, їх комплексне використання дозволяє значно посилити результативність процесу навчання, і така дія буде сильнішою, ніж уособлене, непов’язане одне з одним

використання віртуального та реального. Отже, узгоджене та обґрунтоване поєднання реального та віртуального у системі навчального фізичного експерименту старшої школи дозволить застосувати синергетичний підхід у навчанні, що в свою чергу дасть можливість запровадити сучасні підходи до навчання фізики, реалізувати індивідуальні траєкторії розвитку особистості учнів з урахуванням рівня та профілю навчання.

Експериментальні методи пізнання – найважливіша складова методологічного арсеналу сучасної науки. Від рівня їх розвитку суттєво залежать не тільки кількісні, але й якісні характеристики росту наукового знання, а також та швидкість, з якою це знання знаходить своє застосування в різних сферах людської діяльності та в освіті. Досвід історії показує, що будь-який прогрес в науці в першу чергу пов'язаний з прогресом в теоретичних та експериментальних методах, інструментах та приладах, – наголошує Л.І.Сєдов [355], особливо звертаючи увагу на тому революційному значенні, яке мало для науки створення телескопу, мікроскопу, радіотехнічних пристроїв, електронної апаратури, ЕОМ, квантових генераторів та ін.

З експериментом пов’язана уся історія розвитку науки нового часу і в першу чергу історія природознавства, яке є суто експериментальним.

Досліджуючи в експерименті явища та процеси, які стійко відтворюються, конструюючи прилади для винайдення, фіксації та вимірювання об’єктивних характеристик цих явищ, дослідник набув нову якість комунікативності своєї пізнавальної діяльності. Розвиток експерименту відкрив можливість контакту з явищами та процесами, які не можуть бути безпосередньо сприйняті органами чуття людини: рентгенівське випромінювання, радіоактивність, електронні, внутрішньоатомні, ядерні процеси і т.д. Це ті феномени, відтворення та пізнання яких було б неможливе без активного експериментування, яке розуміється як конструктивна, цілеспрямована, комунікативна діяльність. Саме в цьому, на нашу думку, полягає основна синергетична функція експерименту взагалі, і зокрема навчального фізичного експерименту.

Запровадження синергетичного підходу до аналізу й оцінки навчального експерименту дає можливість об'ємно та цілісно поглянути на процес пізнання як комунікативну діяльність, у якій розвиток і теоретичного, і експериментального проходить паралельно і завершується не тільки створенням нового знання, але й певними змінами в розумовій діяльності, мисленні, почуттях учня. Таким чином, експеримент слід розглядати як засіб мотивації та розвитку особистості школярів.

Особлива увага, на нашу думку, повинна приділятися розвитку системи навчального фізичного експерименту на засадах синергетики старшої профільної школи.

Сучасний рівень усвідомлення низки аспектів, що мають місце в процесі навчання фізики й у системі навчального фізичного експерименту в старшій школі, дозволяє знайти ефективні та обґрунтовані підходи до їх вирішення у загальноосвітніх навчальних закладах.

Проведений аналіз, сучасні тенденції розвитку системи навчального фізичного експерименту та дослідження щодо реалізації синергетичних принципів в освіті, дозволили нам окреслити напрями практичної реалізації синергетичних принципів у контексті функціонування системи навчального фізичного експерименту (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2

Практична реалізація синергетичних принципів у контексті функціонування системи навчального фізичного експерименту

Принципи синергетики	Педагогічний зміст реалізації принципів синергетики у системі НФЕ
1. Атракторність та гомеостатичність педагогічної системи як її еволюційний ресурс	Наявність цілей, на яких спрямована структуризація педагогічної системи та її функціонування; при цьому мета навчально-виховного процесу має орієнтуватися на розвиток особистості учня, на формування творчої особистості, що саморозвивається, на формування багатомірного, багатопланового творчого мислення; можливість навчання за власною траєкторією: різнорівневість та варіативність навчання; запровадження у системі НФЕ досліджень різного рівня складності, можливість вибору власного варіанту проведення лабораторної роботи або практикуму з урахуванням власного бачення, бажань, вмінь та навичок.

Продовження табл. 2.2

2. *Принцип незамкнутості, відкритості педагогічної системи та її підсистем у зовнішньому середовищі*	Суб'єкт-суб'єктний характер взаємин у навчально-виховному процесі, гуманізація, використання історичного матеріалу, інформаційно-комунікаційних технологій, досягнень науки та техніки у системі НФЕ, взаємодія і взаємообмін інформацією між учнем та вчителем, вільне використання теоретичного матеріалу, який учень буде застосовувати при дослідженні необхідного фізичного явища, спираючись на власні бачення, бажання, вміння та навички, міжпредметність, відкритість до педагогічних новацій; відкритість до світу на особистісному рівні кожного учасника навчально-виховного процесу; "відкрита" неперервна освіта, використання для проведення різних видів НФЕ (демонстрацій, лабораторних робіт та робіт практикуму) однотипного обладнання протягом вивчення усього курсу фізики.
3. Принцип самоорганізації та цілісності освітньої системи	Формування в системі активного, багатогранного навчально-педагогічного середовища, створеного на основі інтеграції віртуального та реального у системі НФЕ, сучасних засобів навчання, засобів електроніки, що дозволяють збільшити та урізноманітнити виконувані дослідження; взаємозв'язок теоретичного та експериментального методів у навчанні; приділяється увага кооперативним, когерентним діям великого числа елементів та чинників (ІКТ та реального експерименту), що передбачає наявність великої кількості елементів навчально-виховного процесу та навчально-виховних засобів; як суб'єкт навчання, маючи можливість вільно обирати методи проведення дослідження і спираючись лише на власні бачення, учень досягає поставленої перед ним мети за рахунок власного саморозвитку та вдосконалення своєї діяльності
4. Принцип ієрархічної цілісності освітньої системи, який виявляє пов'язані із ним принципи нелінійності, когерентності, адитивності (ціле більше частин), емерджентності (наявність нових системних якостей системи, які не є сумою якостей її елементів)	Освітня система стимулює учасників навчально-виховного процесу на пізнання цілісних, міждисциплінарних, фундаментальних законів та закономірностей світу, орієнтує на синтез знань; інтеграція віртуального та реального в експерименті дає результат, що перевищує результативність їх неузгодженої дії, оскільки розширює кількісний та якісний склад можливих досліджень; інтеграція знань, вмінь та навичок, використання сучасного обладнання у вигляді комплектів у поєднанні з ІКТ, яке може бути застосоване під час проведення різних видів експерименту як учнями, так і вчителями; учень має можливість самостійно обирати спосіб проведення дослідження, що є на його думку найоптимальнішим.

Продовження табл. 2.2

5. Імовірнісний, надситуативний, самоактуалізаційний, самодетермінований характер педагогічного процесу	Відкритість невизначеності, творчості, імпровізації, експерименту, особистісно орієнтований характер навчання, що враховує бажання та перспективи майбутньої діяльності, професійна спрямованість як змісту фізики, так і системи НФЕ, наявність альтернативних варіантів виконання експериментального дослідження, можливість за умови появи труднощів повернутись на початок і на основі вже набутого досвіду обрати новий варіант або інше обладнання і метод дослідження.
6. Принцип відносності інтерпретацій предмету спостереження	Обмеженість і відносність уявлень про результат дослідження, педагогічна діяльність, що передбачає активну взаємодію педагогів, які відносяться до різних предметних циклів навчання, їх відкритість інноваціям, узгодженість у процесі вивчення понять міжпредметного характеру, інтеграція теоретичних та експериментальних методів в навчанні фізики, побудова системи НФЕ на ґрунтовній теоретичній основі.
7. Принципи нестійкості, біфуркаційності, флуктуаційності, динамічної ієрархічності, педагогічної системи, її відкритість до надмалої дії	Перебування відкритих систем у хиткому, нелінійному стані, коли система перебуває саме на рівні нестійкості, на межі між старим і новим, у динамічному стані самозміни, відкриваючись до впливів зовнішнього середовища. Система НФЕ змінюється у відповідності до вимог суспільства, до рівня розвитку науки та техніки, до вимог вивчення фізики та оволодіння експериментальними навичками.

Отже, синергетичний підхід до системи навчального фізичного експерименту старшої школи передбачає, перш за все, реалізацію в процесі навчання фізики основних синергетичних принципів (незамкнутості, відкритості, самоорганізації та цілісності освітньої системи, атракторність та гомеостатичність педагогічної системи як її еволюційний ресурс, нестійкості, біфуркаційності, флуктуаційності, динамічної ієрархічності, нелінійності, когерентності, адитивності (ціле більше частин), емерджентності, відносності інтерпретацій предмету спостереження).

Названі принципи є основою розробки сучасної методичної системи навчального фізичного експерименту, що передбачає комплексне використання віртуального та реального. Така система фізичного експерименту в старшій школі реалізується через:

– взаємодію, взаємозв’язок та взаємообмін інформацією між учнем та вчителем; вільне використання теоретичного матеріалу, який учень буде застосовувати у процесі дослідження фізичного явища, спираючись на власні бачення, бажання, вміння та навички; залучення учня до процесу керування під час проведення досліджень, існування зворотного зв’язку та діалогічність спілкування;

– використання як учнями, так і вчителями, сучасних комплектів обладнання у поєднанні з ІКТ для проведення різних видів НФЕ (демонстрацій, лабораторних робіт та робіт практикуму) впродовж вивчення усього курсу фізики;

– створення віртуально орієнтованого навчального середовища як середовища співпраці вчителя та учня, яке забезпечує інтеграцію віртуального та реального у системі НФЕ, сучасних засобів навчання, засобів електроніки, що дозволяє збільшити та урізноманітнити виконувані дослідження й одночасно посилює інтеграцію теоретичного та експериментального методів у навчанні;

– можливість навчання за власною траєкторією через вибір рівня навчання; запровадження у системі НФЕ досліджень різного рівня складності, можливість вибору власного варіанту проведення лабораторної роботи або практикуму з урахуванням власного бачення, бажань, вмінь та навичок;

– запровадження в системі НФЕ обладнання та технологій, що відповідають рівню розвитку науки і техніки, вимогам до вивчення фізики та оволодіння експериментаторськими навичками;

– інтеграція віртуального та реального експериментів, що розширює кількісний та якісний склад можливих до проведення досліджень, дозволяє здійснити інтеграцію знань, вмінь і навичок, створює умови для запровадження суперечливих методик і технологій з метою формування багатозначного сприйняття та розуміння світу;

– урахування бажань і перспектив майбутньої діяльності учнів; професійна (профільна) спрямованість як змісту фізики, так і системи НФЕ;

наявність альтернативних шляхів виконання експериментального дослідження, можливість за умови виникнення труднощів повернутись на початок і на основі вже набутого досвіду обрати альтернативний метод дослідження.

– узгодженість у процесі вивчення понять міжпредметного характеру між дисциплінами природничо-математичного циклу; побудова системи НФЕ на ґрунтовній теоретико-методологічній основі з урахуванням міжпредметних зв’язків;

– розширення організаційних форм та видів експерименту за рахунок залучення інформаційно-комунікаційних технологій у системі НФЕ старшої школи і, таким чином, створення умов для творчості, дослідницької діяльності та розвитку здібностей учнів.

Детальніше означені аспекти реалізації синергетичного підходу до системи навчального фізичного експерименту старшої школи розглядаються нами в розділі 4.

Проведений аналіз дозволяє констатувати, що сучасна парадигма освіти ставить перед школою питання про забезпечення такого типу організації навчально-виховного процесу взагалі, і фізики зокрема, у віртуально орієнтованому середовищі, що орієнтується на формування готовності особистості до швидких змін у суспільстві, до невизначеного майбутнього за рахунок розвитку здібностей до творчості, до різноманітних форм мислення, а також здатності до співпраці з іншими людьми. Забезпечити такі умови можна на основі впровадження синергетичного підходу до організації та управління процесом навчання фізики та системою навчального фізичного експерименту, як невід’ємної його складової, у якій однаково важливими є і віртуальні, і реальні навчальні експерименти, а найважливішим чинником у цій системі є їхня інтеграція, що дає можливість оптимально організувати навчальний процес з фізики в умовах профільної старшої школи, а також індивідуальну пошукову діяльність школярів.

2.4. Методологічні та гносеологічні основи комплексного використання віртуального та реального у системі навчального фізичного експерименту старшої школи

Фізиці належить вирішальна роль у формуванні наукового світогляду та природничо-наукової картини світу. Однією із найважливіших складових шкільного курсу фізики є система знань, тобто сукупність фактів та методів їх встановлення, що дозволяють обґрунтувати основні положення теорій, що вивчаються.

Наше дослідження дозволяє констатувати неперервний розвиток методики експериментального вивчення фізичних явищ та розробку й удосконалення усієї системи навчального фізичного експерименту. Інтеграція в системі навчального фізичного експерименту старшої школи віртуального та реального має певні потенційні можливості (детальніше розглянуті в розділі 3), реалізація яких сприяє підвищенню ефективності засвоєння цілісної системи знань. Серед найважливіших напрямів ефективної реалізації такого поєднання нами виділяється розвиток гносеологічної складової педагогічної системи «процес навчання фізики», що дозволяє організувати пізнавальну та навчально-дослідницьку діяльність учнів як на емпіричному, так і на теоретичному рівні.

Психологічні особливості учнів старшого шкільного віку досить широко вивчені та описані в науковій літературі, розглядалися нами в розділі 1. Згідно досліджень педагогів та психологів у старшому шкільному віці формується абстрактно-логічне мислення (на відміну від основної школи, де переважає наочно-образне, конкретне мислення, далеке від абстракції), вони прагнуть до порівнянь, до глибших теоретичних узагальнень. У цьому віці зароджується необхідність розуміння діалектичної сутності явищ, що вивчаються, їх суперечності, а також виявлення тих взаємозв’язків, які існують між кількісними та якісними змінами. Учні старшої школи виявляють зацікавленість до розв’язання теоретичних проблем, до методів наукового

дослідження, до самостійної пошукової діяльності з розв'язання складних завдань.

Відповідно, якщо в основній школі вивчення фізичних явищ та процесів відбувається з опорою на емпіричну базу з наступним індуктивним узагальненням, то в старшій школі повинен переважати дедуктивний спосіб формування елементів системи знань. У цьому випадку учні опановують зміст фізичних понять на теоретичному рівні, з наступною конкретизацією та підтвердженням змісту отриманих знань на основі експерименту.

Саме єдність чуттєвого з логічним, конкретного з абстрактним допомагає розкрити істину, точніше відобразити реальні зв'язки в природі. Здійснити експериментальне дослідження можна лише на теоретичній основі, у зв'язку з чим експеримент в старшій школі треба розглядати як єдність теорії і практики, що веде до глибокого розкриття сутності фізичних явищ.

Як зазначає в своєму дослідженні Майєр Р.В. [250], принцип достатньої підстави, запропонований ще Арістотелем, вимагає експериментального підтвердження будь-якого наукового твердження. Лише тоді воно може вважатися істинним, коли це твердження науково обґрунтоване емпірично. Розповсюдження даного принципу на процес навчання, передбачає експериментальне обґрунтування основних ідей шкільного курсу фізики, що сприяє формуванню наукового світогляду, доказовості мислення школярів, впевненості в істинності набутих знань.

Теорія та експеримент – дві сторони єдиного процесу пізнання, зв'язок між якими має діалектичний характер. Теорія розробляється для пояснення експериментальних результатів й для передбачення нових явищ. Але будь-яка теорія дає певною мірою обмежені й наближені знання. По-перше, теорія описує ідеалізовані об'єкти, які лише за певних умов наближаються до реальних. По-друге, будь-яка теорія має межі застосування, вимагає дотримання певних умов, що також є ідеалізацією. Критерієм істинності одержаних знань і важливим фактором перевірки наслідків, що випливають із теорії, є експеримент. Але він не дає пояснень фактам, не розкриває суті явищ.

Пізнати їх суть можна лише у процесі теоретичної діяльності. Отже, теорія і практика єдині: розвиток практики неможливий без теорії і навпаки.

У шкільному курсі фізики може бути виділено три складові: емпірична, теоретична та практична. Найважливішою умовою формування в учнів системи фізичних знань є взаємопов'язане оволодіння усіма складовими курсу фізики.

З метою встановлення взаємозв'язків віртуального й реального та напрямів їх інтеграції у системі навчального фізичного експерименту розглянемо детальніше особливості формування системи знань на теоретичному та емпіричному рівнях вивчення навчального матеріалу учнями старшої профільної школи.

Зрозуміло, що поділ елементів навчального матеріалу на емпіричні та теоретичні досить умовний. Дійсно, до якої частини віднести, наприклад, закон Ома, який може бути встановлений експериментально, або отриманий внаслідок теоретичних міркувань? Якщо учень отримав закон внаслідок проведеного експерименту, то отримані ним знання є емпіричними. Інший учень, який отримав закон Ома як наслідок класичної теорії провідності, набув теоретичні знання. В обох випадках учні дійшли до розуміння, що сила струму прямо пропорційна напрузі на ділянці кола, але між їх знаннями є суттєва різниця: один володіє експериментальним підтвердженням цього закону, а інший – ні. Виведення закону з класичної теорії ще не доводить його справедливості, необхідне експериментальне підтвердження. Лише у випадку, коли учень знає експериментальний метод отримання емпіричного закону та його виведення з теорії, можна вважати, що він засвоїв закон як на емпіричному, так і на теоретичному рівні, тобто отримав цілісне уявлення про залежність між силою струму та напругою, що підтверджене експериментально. Даний приклад показує нерозривність теоретичного та емпіричного знання в процесі формування системи фізичних знань.

Методичні особливості формування системи фізичних знань в учнів викликані закономірностями пізнавальної діяльності, а також специфічними рисами теоретичного й емпіричного мислення учнів у процесі вивчення

шкільного курсу фізики. О.І.Ляшенко в своєму дослідженні зазначає, що проблеми взаємовідносин теоретичного й емпіричного в пізнанні слід розглядати ширше, ніж співвідношення рівнів пізнання, а саме: як взаємозумовленість емпіричного й теоретичного знання; як проблему взаємовідносин рівнів пізнання; як історичну наступність стадій наукового пізнання, поступовий перехід від емпірії до теорії; як специфічні форми пізнавальної діяльності та проблеми розвитку експериментальних та теоретичних методів пізнання. Одночасно, науковець доводить, що зміст і методи шкільного курсу фізики загалом зорієнтовані на логічну схему емпіричного мислення: початкове ознайомлення з об'єктом – поєднання нових знань із засвоєними раніше – систематизація, закріплення та узагальнення знань – систематизація комплексу знань, що применшує роль теоретичного знання в навчанні [246]. На нашу думку, оскільки фізика відноситься до експериментальних наук, основою формування системи знань з фізики в школі повинен бути емпіричний метод з опорою на теоретичні знання учнів.

Прагнення формування фізичного знання на теоретичному рівні не виключає емпіричну складову пізнання. Не можна зводити емпіричне мислення до другорядного, допоміжного. Воно недостатнє лише при осягненні сутності явища. Емпіричні свідомість і мислення так само цінні для людини, як і теоретичні, оскільки вони дозволяють вирішувати численні специфічні завдання, що виникають в ході пізнавальної практики. Без емпіричної стадії узагальнення не можна зробити теоретичного узагальнення, яке вводить людину в інший світ, в систему ідеальних об'єктів пізнання – моделей, ідей, принципів, абстрактних уявлень і т.д. На цьому етапі важливе не формально-логічне узагальнення, на підставі якого виникає чуттєво-наочне знання, одиничне за своєю суттю, а змістовне, сутнісне узагальнення, яке робить його абстрактним теоретичним знанням.

Зрозуміло, що в процесі формування системи знань на учня впливає не лише вчитель та система експерименту, а й те середовище, в якому відбувається процес навчання. Вплив середовища визначає вибір методів,

засобів, технологій, які обирає вчитель та сприймає учень. Сучасне навчальне середовище ми визначили як віртуально орієнтоване, однією з найважливіших складових якого є інформаційно-комунікаційні технології.

Виходячи з цього та з теми нашого дослідження, вважаємо за потрібне детальніше розглянути особливості формування системи емпіричних знань з фізики в старшій школі та зв'язки теоретичного та емпіричного методів у процесі пізнання.

В основі процесу формування емпіричних знань лежить навчання учнів емпіричним законам та фактам, формування умінь аналізувати результати дослідів, висувати гіпотези та здійснювати їх експериментальну перевірку. Систему емпіричних знань можна подати як дві підсистеми – підсистема наукових фактів фундаментального й прикладного змісту та підсистема методологічних знань – і на основі системного аналізу виявити особливості їх розвитку (рис. 2.5).

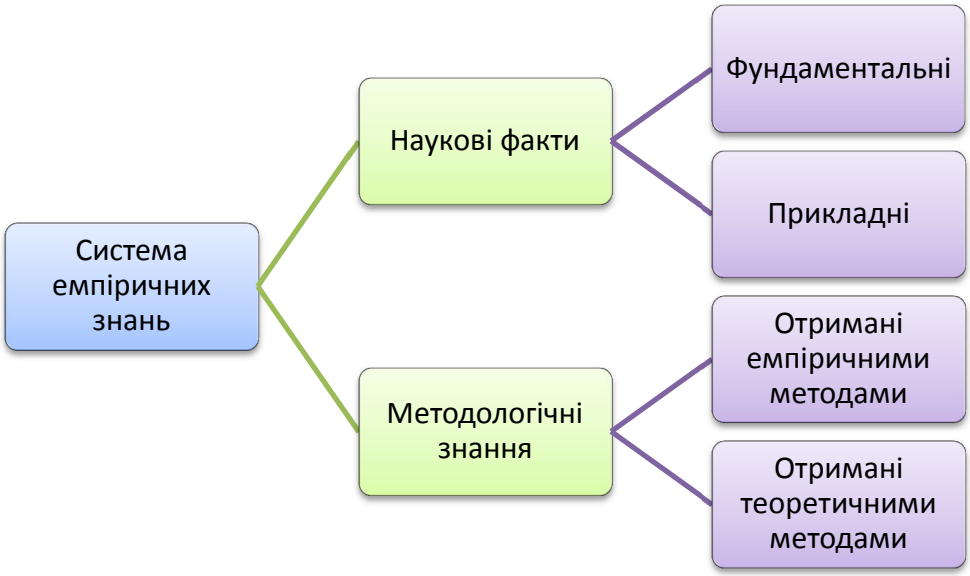


Рис.2.5. Структура емпіричного знання

Вивчення об'єкту або явища природи може здійснюватися безпосередньо через виконання експериментаторської діяльності або через розумові дії внаслідок вивчення результатів досліджень вчених, опрацювання літератури, викладення матеріалу вчителем і т.д. Відповідно, можна виділити

такі напрями набуття емпіричних знань учнями: через несвідоме спостереження (повсякденне знання), свідоме спостереження або виконання експерименту.

Однією із складових емпіричного знання є наукові факти, до яких відносяться фундаментальні факти (об'єкти, явища, поняття, фізичні величини та зв'язки між ними, закони, фундаментальні константи і т.д.), а також факти прикладного змісту (створення штучних матеріалів, нових приладів та пристроїв, розробка нових методів дослідження та технологічних процесів та ін.). Усі наукові факти, що вивчаються в школі, Р.В. Майєр поділив на три групи: ті, що можна експериментально встановити в повсякденному житті (конвекція, теплопередача, сила тертя, веселка і т.д.); ті, що можуть бути встановлені експериментально на уроці (взаємодія зарядів, дія електричного та магнітного поля, дисперсія, дифракція світла і т.д.) та ті, які не можна встановити експериментально в умовах школи (будова атома, квантовий характер випромінювання і т.д.) [250]. Але учень повинен оволодіти якомога більшою кількістю фактів з метою формування його мислення на більш високому науковому рівні: перехід від емпіричного до теоретичного, практичного й навіть філософського рівня пізнання, коли людина здатна використовувати набуті знання в своїй практичній, професійній діяльності та навіть усвідомлення методології процесу пізнання взагалі на філософському рівні (рис. 2.6).

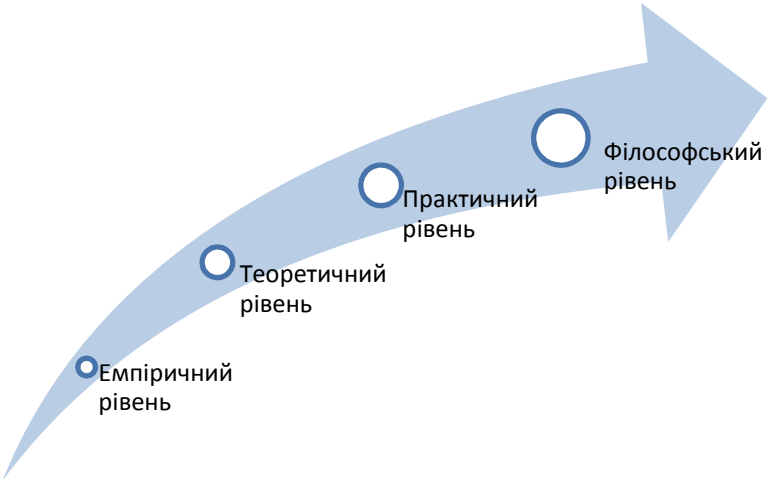


Рис.2.6. Формування мислення в процесі пізнання

Відповідно, в процесі шкільного експериментування доцільно запроваджувати такі засоби, які б сприяли процесу пізнавальної діяльності учнів, успішному засвоєнню усієї сукупності знань та сучасних наукових фактів, оволодінню методами наукового пізнання. Серед таких сучасних засобів ми виділяємо ІКТ.

Виходячи з означеного, інтегрований навчальний фізичний експеримент можна розглядати як засіб поєднання в процесі навчання фізики учнів старшої школи теоретичного та емпіричного методів пізнання та формування цілісної системи знань.

У своєму дисертаційному дослідженні О.І. Ляшенко дає концептуальне обґрунтування методичної системи формування фізичного знання, в основу якої покладено взаємозв'язок емпіричного та теоретичного в навчанні фізики й сформульовано методичні поради щодо технології формування фізичного знання на теоретичному рівні. Наголошується, що спостереження не повинно завершуватися збором емпіричних даних, а повинно передбачати пізнавальну активність учнів. Важливу роль у цьому має відіграти процедура теоретичного осмислення учнями безпосередньо сприйнятого чуттєвого матеріалу з позицій існуючого теоретичного знання. Адже органам чуття доступне зовнішнє явище, а внутрішнє, сутність, осягається мисленням [245].

На наш погляд, внутрішню сутність явищ та процесів дозволяє розкрити віртуальний експеримент, що ґрунтується на використанні комп'ютерного моделювання.

Характерними рисами емпіричного пізнання є те, що об'єкт або явище вивчається переважно з огляду на його зовнішні зв'язки та прояви, що доступні для спостереження та певним чином виражають внутрішні його властивості. Отримання фактів, їх попереднє усвідомлення, опис експериментальних даних, їх систематизація, класифікація – характерні ознаки емпіричного пізнання, з яким зустрічається учень у ході пізнавальної діяльності.

На відміну від емпіричного, теоретичне пізнання характеризується спрямованістю на себе, тобто дослідженням самого процесу пізнання. На основі

теоретичного пізнання здійснюється обґрунтування та передбачення нових закономірностей, формування методології наукового пізнання, що може прискорити розвиток знань та світогляду учнів.

Основу змісту шкільного курсу фізики складають фізичні теорії, які, в певній мірі, відіграють роль методологічних основ цього курсу. У процесі вивчення фізичних теорій учні впевнюються, що емпіричний та теоретичний рівні пізнання відмінні. Але в реальній дійсності ці два рівні пізнання завжди взаємодіють. Тому з метою формування цілісної системи наукових знань, що мають одночасно прикладний характер, необхідно запроваджувати їх взаємодію та показувати взаємозв'язок.

Аналіз системи наукових знань, що вивчаються в шкільному курсі фізики, показав, що в старшій школі, на відміну від основної, де переважає повсякденне знання (53,6%) та реальний експеримент (41,6%), лише 22% знань відносяться до повсякденного знання, 49,7% – факти, що підтверджуються експериментально на уроці завдяки реальному експерименту, 28,3% – факти, які вимагають експериментального підтвердження, але в шкільних умовах це здійснити виявляється неможливо (рис.2.7).

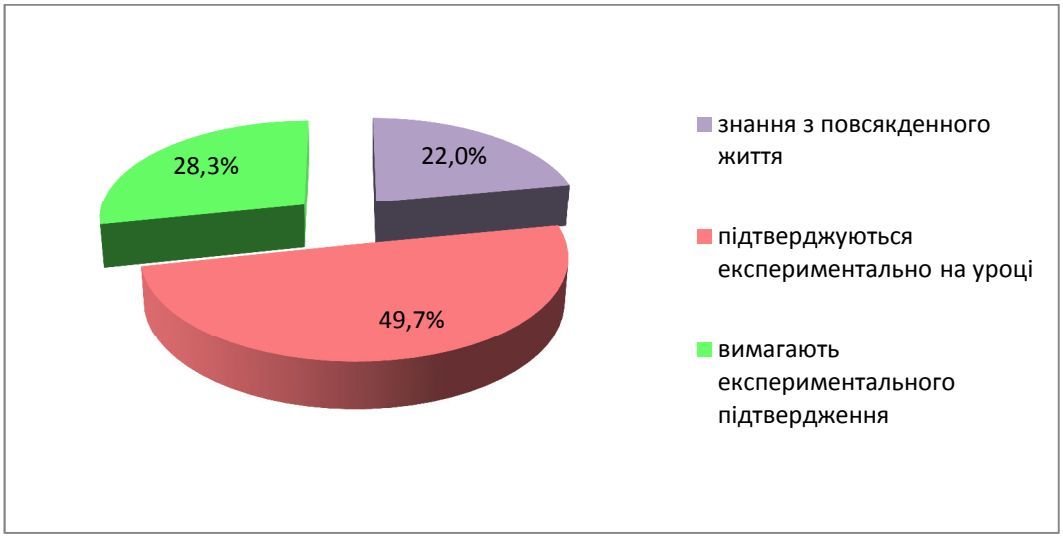


Рис. 2.7. Структура системи знань, що вивчаються в курсі фізики старшої школи (відповідно до програми профільного навчання фізики)

Отже, старша школа вимагає поєднання різних видів експерименту – віртуального та реального.

Такий висновок також випливає з аналізу змісту шкільного курсу фізики на предмет розподілу різного типу наукових фактів за темами (рис.2.8), який дозволяє стверджувати, що факти, які можуть бути встановлені в повсякденному житті переважають у процесі вивчення механіки.

Переважна більшість явищ, процесів, законів та закономірностей, що можуть бути експериментально встановлені в умовах школи вивчається в електродинаміці. Основну частину системи знань квантової оптики, атомної і ядерної фізики складають наукові теорії та факти, що не можуть бути встановлені експериментально в умовах школи. Більш того, є окремі теми шкільного курсу фізики, в яких майже зовсім відсутній емпіричний матеріал (загальні відомості про рух, елементи теорії відносності).

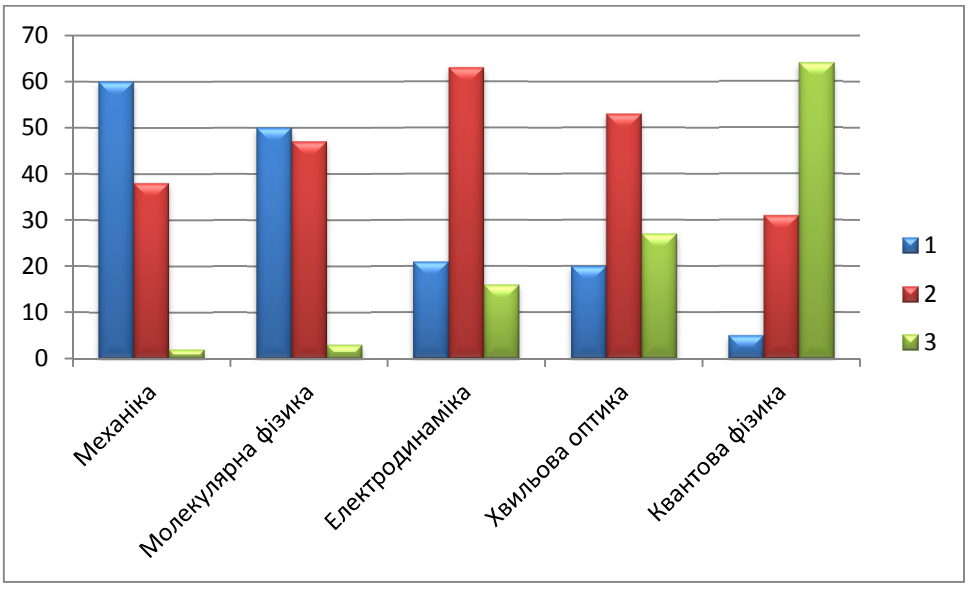


Рис. 2.8. Результати аналізу програми курсу фізики старшої школи на предмет виявлення знань різного рівня експериментального підтвердження

Слід також констатувати, що протягом усього курсу фізики кількість фундаментальних знань більша за кількість матеріалу прикладного змісту.

З розвитком науки та розширенням системи фізичних знань, що вивчається в школі, буде зростати доля наукових фактів саме третьої групи,

тобто тих, які вимагають експериментального підтвердження, але в умовах школи з різних причин такі експерименти відтворені бути не можуть.

Отже, частина питань шкільного курсу фізики вивчається суто емпірично, а частина – суто теоретично. Для формування цілісної системи знань необхідно надати учню можливість не лише отримати певні знання про явища, процеси, закономірності, а й створити умови для оволодіння методами їх вивчення, а також сформувати вміння використовувати їх для обґрунтування теоретичних положень. Найважливішою умовою системності фізичних знань є наявність у свідомості учнів стійких зв’язків між науковими фактами та теоретичними положеннями, тобто експериментом та теорією. Подолати розрив, що існує між знаннями, отриманими різними методами, показати зв'язок між теоретичним та експериментальним дозволить інтеграція в системі навчального фізичного експерименту віртуального та реального.

Таке поєднання цілком відповідає дидактичному принципу зв’язку емпіричного з теоретичним, який вимагає одночасного та взаємопов’язаного формування емпіричних та теоретичних знань, в результаті чого учні розуміють зв'язок між теорією та практикою, вміють пояснювати факти та обґрунтовувати теоретичні положення.

Як було нами зазначено, емпіричне знання не може повністю пояснити закони виникнення, функціонування та розвитку об’єкту, не розкривають причинно-наслідкові зв’язки та внутрішній зміст. Теоретичне ж узагальнення намагається зсередини з’ясувати суть, зрозуміти інформацію, що недоступна емпіричному пізнанню. Це можна зробити й у системі навчального експерименту за допомогою використання віртуальних моделей фізичних об’єктів, які, як нами було зазначено раніше, розкривають внутрішню суть явищ та процесів.

Для того, щоб теоретичний образ сформувався у мисленні учнів, необхідно синтезувати два основних рівня психічного відображення людиною об’єктивної реальності – чуттєво-предметний та понятійно-знаковий. Віртуальний експеримент може виконати функцію сполучної ланки між

понятійним та образним мисленням, забезпечивши успішний перехід від емпіричного до теоретичного в процесі пізнання й навпаки. Отже, інтеграція в системі навчального фізичного експерименту старшої школи віртуального та реального дозволяє встановити гносеологічні зв'язки між рівнями пізнання в системі знань, створити умови їх цілісного сприйняття та перетворення в переконання, перевести процес пізнання на більш високий рівень.

Проведений аналіз особливостей та характерних властивостей запровадження реального і віртуального фізичного експерименту в умовах сучасного навчального середовища старшої профільної школи дозволив нам виділити ті чинники, які забезпечують їх інтеграцію у формуванні емпіричних і теоретичних знань як цілісної системи. Такі зв'язки показані нами на рис.2.9.

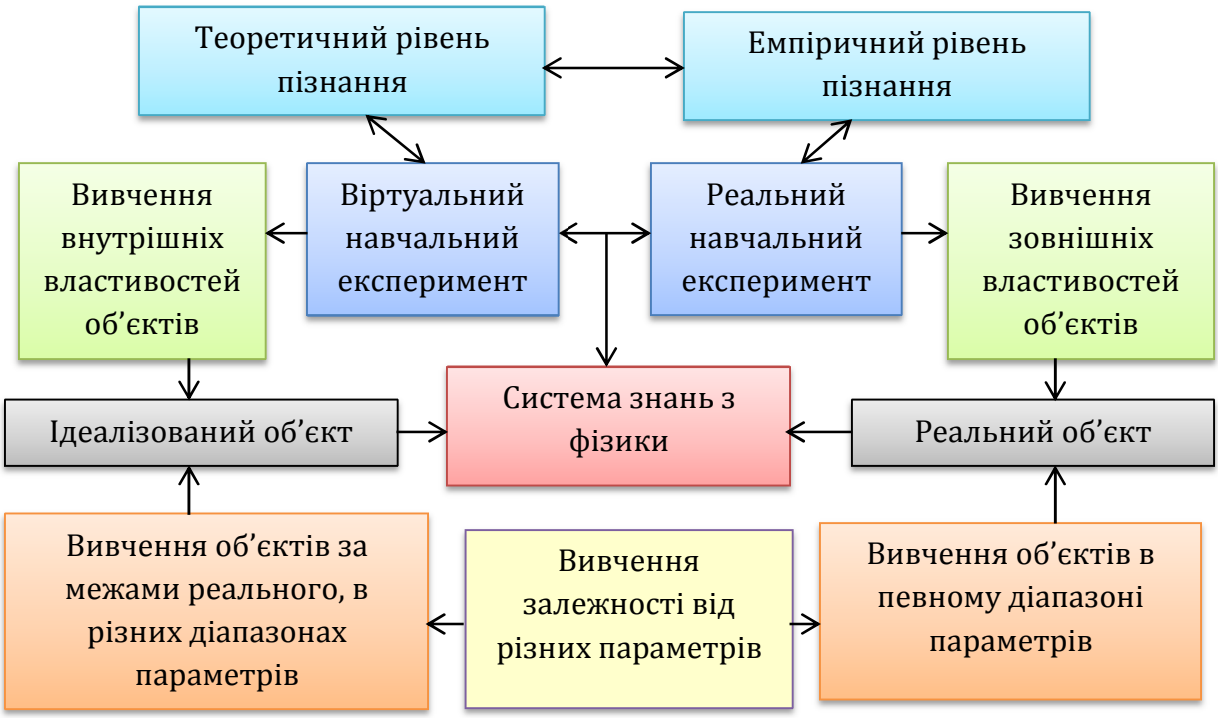


Рис. 2.9. Формування цілісної системи знань на основі інтеграції віртуального та реального навчального фізичного експерименту

Побудова сучасного курсу фізики старшої школи з урахуванням профільної та рівневої диференціації вимагає розробки такої методичної системи навчального експерименту, що дозволяє сформувати цілісну систему знань, як суму певного знання та методів оволодіння ним в нерозривному

зв’язку з формуванням теоретичних узагальнень. Така система передбачає взаємопов’язане використання навчального експерименту з реальними приладами й установками та широке запровадження інформаційно-комунікаційних технологій з урахуванням вимог синергетичного підходу.

2.5. Концептуальні положення інтеграції реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі

Стрімке зростання кількості інформації, динамічний розвиток сучасного суспільства та зростання ролі особистості у суспільстві й посилення інтелектуалізації праці поряд зі швидкою зміною техніки і технологій в усіх сферах діяльності людини потребує забезпечення якісно нового рівня фізичної освіти, оволодіння сучасними методами виробничої діяльності та технологіями. Однак, за сучасних умов реформування змісту і методики навчання фізики в загальноосвітніх навчальних закладах слід констатувати, що престиж фізичної освіти з різних причин упав: зацікавленість учнів шкільного віку до вивчення фізики знизилася, досить сильно зменшилися конкурси у вищі навчальні заклади, де готуються фахівці з вищою освітою з ряду галузей, що передбачають вивчення фізики. Таким чином, намітилася досить непроста, а з погляду потреб подальшого розвитку професійної освіти, навіть певною мірою загрозлива тенденція зниження інтересу молоді до фізики та до фізико-технічних професій.

Тут не можна не погодитися з висновками, зробленими у дослідженні С.П.Величка [90], де зазначається про різні причини цього глобального і важливого явища взагалі – про соціально-економічні причини, обумовлені станом взаємозв’язків між суспільством на даному етапі його розвитку, фізичною галуззю науки і виробництвом (промисловістю). Однак цю ситуацію слід виправляти. Як свідчать результати нашого дослідження, означену проблему можна розв’язувати через вирішення освітніх проблем, зокрема, пов’язаних зі змістом, методикою навчання фізики, застосуванням і

запровадженням у навчально-виховному процесі з фізики наукових досягнень в галузі фізики, сучасних інформаційних технологій у поєднанні з системою навчального експерименту, посиленням тих аспектів, котрі підвищують інтерес і зацікавленість учнів та активізують самостійну пізнавальну діяльність кожного школяра.

У даному аспекті, як було показано в нашому дослідженні, одним із ефективних напрямів є широке запровадження у навчально-виховному процесі з фізики та в системі навчального фізичного експерименту новітніх інформаційних технологій і сучасних засобів їх реалізації.

Проведений в дослідженні аналіз дозволяє нам визначити *сучасні підходи до реформування загальної середньої*, зокрема фізичної, освіти, які полягають в наступному:

– нова система освіти є розвивальною та випереджаючою, що має на меті формування у людей таких якостей, які дозволять їм успішно адаптуватися в сучасних умовах, відтак, метою навчання є не лише опанування деякою сумою знань, а спрямування отриманих знань на розв'язання актуальних практичних і теоретичних проблем, тобто формування ключових компетентностей учнів;

– найвпливовішою тенденцією розвитку освіти є впровадження у навчальний процес ІКТ та систем віртуальної реальності, які мають дуже серйозні перспективи в напрямку створення не просто навчальних посібників, віртуальних лабораторних робіт, демонстрацій та інших електронних засобів начального призначення, а як основа віртуально орієнтованого освітнього середовища;

– нові завдання фізичної освіти вимагають застосування в широкому контексті інноваційних педагогічних технологій, найбільш перспективною з яких є синергетична модель, яка у поєднанні з віртуальним навчанням дозволяє обґрунтувати нові інтегровані підходи до вивчення оточуючого природнього світу, а також вдосконалити процес навчання;

– одним з інноваційних підходів до розвитку та вдосконалення системи освіти в цілому та фізичної зокрема є системно-синергетичний підхід, який передбачає запровадження педагогічних технологій, характерними рисами яких є: співробітництво, діалогічність, діяльнісно-творчий характер, спрямованість на підтримку індивідуального розвитку дитини, надання учням свободи для прийняття самостійних рішень, творчості, вибору змісту і способів навчання, співтворчість учителя і учнів. Такий підхід дозволить створити умови для досягнення найбільш доцільного співвідношення та поєднання гуманітарної і природничо-математичної складових середньої освіти, оптимального поєднання їх теоретичних і практичних компонентів. Реалізація такого підходу може бути здійснена через запровадження елективних та факультативних курсів синергетичного змісту;

– застосування інформаційних і телекомунікаційних технологій якісно змінює роль вчителя в управлінні навчальним процесом та розподіл функцій в цьому процесі між вчителем та учнем: учень значно активніше, ніж при традиційному навчанні, перебирає ці функції на себе, звідси випливає принципова інтерактивність віртуального освітнього простору, а також принцип індивідуальної освітньої траєкторії учня у цьому просторі, що реалізує особистісно орієнтований підхід у навчанні;

– оскільки старша школа функціонує як профільна, важливим є питання адаптації учнів до нових умов навчання, тому навчально-виховний процес повинен бути організований таким чином, щоб учні сприймали профільне навчання як можливий вид майбутньої діяльності: така діяльність буде викликати інтерес до навчання, підкріплена мотивами, тому й процес адаптації до нових умов в цьому випадку проходитиме без проблем;

– стрімкий розвиток та широке запровадження нових технологій навчання, включаючи інформаційні технології і комп’ютерну техніку, підносять на новий значно вищий рівень і фізичну освіту, бо всі новітні технології, включаючи і нанотехнології, базуються на єдиному фундаменті – на знаннях, уміннях і навичках, котрі одержують школярі з фізики в школі;

– варіативність навчальних програм з фізики, відповідно до яких курс фізики вивчається у різному обсязі та різної глибини з'ясування сутності природних явищ і процесів навколишнього світу, зовсім не означає, що курс фізики і значущість фізичних знань для кожного випускника середньої школи зменшується, навпаки, знання з фізики стають необхідні усім випускникам незалежно від рівня та профілю навчання, отже постає необхідність створення та запровадження нових методів, засобів, прийомів навчання фізики.

У контексті зазначеного, як свідчить наш аналіз, виникає необхідність формулювання основних положень, згідно яких має розглядатися і розроблятися сучасна система навчального фізичного експерименту старшої профільної школи як невід'ємна складова навчально-виховного процесу з фізики, яка найбільшою мірою відповідатиме сучасним вимогам та тенденціям розвитку фізичної освіти, принципам компетентнісного та синергетичного підходів та враховуватиме інтеграцію віртуальної та реальної складових цієї системи.

У «Національній стратегії розвитку освіти на 2012-2021 роки» одним з ключових напрямів освітньої політики є модернізація структури, змісту й організаційних форм освіти на засадах компетентністного підходу. Поставлені завдання відображають сучасні тенденції розвитку середньої освіти, зумовлюючи доцільність та необхідність модернізації природничо-математичної освіти, зокрема через формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики [272].

Згідно Концепції профільного навчання у старшій школі, воно спрямоване на набуття старшокласниками навичок самостійної науково-практичної, дослідницько-пошукової діяльності за принципами диференціації (розподіл учнів за рівнем освітньої підготовки, інтересами, потребами, здібностями і нахилами), варіативності, альтернативності й доступності (освітніх програм, технологій навчання і навчально-методичного забезпечення) та гнучкості (змісту і форм організації профільного навчання, у тому числі дистанційного; забезпечення можливості зміни профілю) [302].

У пояснювальній записці до програм профільного навчання фізики вказується, що головна мета навчання фізики в середній школі полягає, зокрема, у розвитку в учнів експериментаторських умінь і дослідницьких навичок [266]. У старшій школі – це узагальнене експериментаторське вміння вести природничо-наукові дослідження методами фізичного пізнання (планування експерименту, вибір методу дослідження, вимірювання, обробка та інтерпретація одержаних результатів) [173, 300]. У профільному навчанні фізики навчальні дослідження реалізуються у формі демонстраційного і фронтального експерименту, лабораторних робіт, фізичного практикуму, позаурочних дослідів і спостережень тощо. Тому навчальний фізичний експеримент, безумовно, можна вважати головним чинником формування не лише предметних, але й ключових компетентностей.

Доцільність та результативність запровадження у навчальному процесі з фізики старшої школи сучасної методичної системи навчального фізичного експерименту, що ґрунтується на засадах синергетичного підходу і передбачає інтеграцію віртуального та реального, як свідчить наш аналіз, значною мірою залежить від того, наскільки така система відповідає дидактичним та ергономічним вимогам [321]. Разом з тим зауважимо, що розробка та створення системи експерименту не може проводитися без урахування як загальних, так і сучасних тенденцій розвитку ШФЕ (п.1.4), які є наслідками як наших науково-методичних досліджень з цієї проблеми, так і роботи в цьому напрямку раніше згадуваних науковців Л.І.Анциферова, О.І. Бугайова, С.П. Величка, В.В.Вовкотруба, Ю.І.Діка, Є.В. Коршака, Д.Я. Костюкевича, Б.Ю. Миргородського, О.В. Сергєєва, В.Г.Чепуренка, М.І.Шута та інших.

Отже, враховуючи результати аналізу досліджень згаданих методистів, а також наші власні висновки, можна виокремити основні ***концептуальні положення, на яких має базуватися модель методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи***.

1. Віртуалізація освітніх середовищ, науково обґрунтоване використання елементів технологічної системи віртуального навчання веде до

становлення принципово нової системи освіти, яка ґрунтується на принципах гуманізму, людиноцентризму та враховує нахили, здібності й запити на майбутнє кожного учня. Відповідно процес навчання фізики повинен відповідати новій парадигмі освіти, тобто метою навчання фізики стає не лише опанування деякою сумою знань, вмінь та навичок, а й формування здатності спрямовувати отримані знання на розв'язання актуальних практичних та теоретичних проблем, на розвиток особистості, підвищення свого інтелектуального рівня, самоосвіту та самовиховання. Тому *сучасна система навчального фізичного експерименту старшої школи повинна базуватися як на загальнодидактичних принципах, так і враховувати принципи інтерактивності, мобільності, адаптивності, технологічності та індивідуалізації навчання.* Така система має враховувати вже сформовані індивідуальні особливості учнів, їх попередній досвід і одночасно сприяти розвитку пізнавальних і творчих здібностей, формувати вміння та навички, необхідні учневі для реалізації власної траєкторії навчання.

2. Процес навчання фізики є складною педагогічною системою, усі елементи якої перебувають у тісному ієрархічному зв’язку. Однією з підсистем процесу навчання фізики є система навчального фізичного експерименту, від якості якої значною мірою залежить якість знань і практична підготовка учнів з фізики. Навчальний експеримент має першочергове значення як для навчання фізики, так і для загального розвитку особистості школяра, формування світогляду, розвитку індивідуальних якостей. Оскільки навчання фізики базується на використанні двох основних методів – теоретичного та експериментального, то лише їх поєднання та системне використання дозволить отримати найкращі результати навчання. Тому *методична система навчального експерименту повинна максимально реалізовувати логічні зв'язки між розділами та темами шкільного курсу фізики, поєднуючи та розвиваючи емпіричний та теоретичний рівні пізнання, піднімаючи учня на більш високий практичний рівень опанування фізичними знаннями та формуючи цілісні уявлення про навколишній світ.*

3. Сучасний етап розвитку освіти характеризується не лише урізноманітненням та збільшенням кількості програмних засобів, що використовуються у навчальному процесі, а й створенням особливого віртуального освітнього середовища, яке співіснує з середовищем традиційного навчання, одночасно змінюючи його, розширюючи можливості, створюючи умови реалізації нових форм і методів навчання. У системі навчального експерименту це передбачає *створення умов для повноцінного використання усіх можливостей, які мають програмно-педагогічні засоби та системи віртуальної реальності (аудіо та відео, моделювання та ін..), з метою підвищення зацікавленості процесом навчання, розвитку психічних (пізнавальних) процесів та виховання учнів.*

Фізика є фундаментальною наукою, яка вивчає реальні об’єкти, явища, закони та закономірності й приклади практичного їх використання. За цих умов реальні досліди і комп'ютерний імітаційний експеримент є взаємодоповнюючими способами вивчення фізичного (реального) навколишнього світу. Звідси випливає *необхідність одночасного використання у системі навчального фізичного експерименту старшої школи як досліджень учнів з реальними об’єктами, так і запровадження лабораторних робіт, демонстрацій та інших досліджень з використанням комп’ютера.* Увага вчителя повинна бути спрямована на встановлення оптимального співвідношення між цими видами експерименту, що *визначається віковими та індивідуальними особливостями учнів конкретного класу, методичними особливостями розділу фізики, що вивчається, інформаційною ємкістю експерименту, яка не повинна перевищувати можливості сприйняття та усвідомлення навчальної інформації.* Оптимальним можна вважати таке поєднання експериментів, за якого досягається максимальний педагогічний ефект.

4. Модель методичної системи навчального фізичного експерименту, що ґрунтується на поєднанні „віртуальне–реальне” має стати елементом саморозвитку і самовдосконалення учня в межах педагогічної системи, засобом

розвитку предметних та ключових компетентностей, розуміння явищ і процесів природи. Вона має забезпечувати основні вимоги особистісно орієнтованого навчання: централізацію освітнього процесу на особистості учня, організацію навчального процесу як цілеспрямоване управління самостійною навчальною діяльністю учня, скерованість навчального і освітнього процесів на розвиток і саморозвиток суб'єктів навчально-педагогічної діяльності (вчителя та учня). При цьому впровадження у навчальний процес пов’язаних елементів (віртуального та реального) повинно давати певний синергетичний (системний) ефект в результаті інтеграції, злиття окремих частин в єдину систему за рахунок так званого системного ефекту. *Синергетичний підхід до навчального експерименту дає можливість більш об’ємно та цілісно поглянути на процес пізнання як комунікативну діяльність, в якій розвиток теоретичного та експериментального йде паралельними шляхами і завершується не тільки створенням нового знання, але й певними змінами в розумовій діяльності, мисленні, почуттях учня. Таким чином, експеримент можна розглядати як засіб мотивації та розвитку особистості школярів.*

5. *Внесення до шкільних програм вивчення питань про сучасні технічні досягнення, що стали можливі завдяки фізичній науці, передбачає одночасне запровадження елементів таких знань в системі навчального фізичного експерименту* (космонавтика, телебачення, голографія, електрорадіотехніка, побутова техніка, лазери, рідкі кристали і т.д.). Це дозволить посилити практичну спрямованість шкільного курсу фізики та роль емпіричної складової в процесі пізнавальної діяльності учнів з фізики.

6. Запровадження в процесі навчання інформаційних технологій і систем віртуальної реальності повинно носити поступовий характер та не виключати можливість використання у навчально-виховному процесі тих засобів і навчального обладнання, котрі виправдали себе в навчальному процесі і пройшли перевірку практикою; нові засоби навчання мають доповнювати існуючі та розширювати їх функції відповідно до нової парадигми освіти. *Поєднання в системі навчального фізичного експерименту віртуального та*

реального дозволить навчити учнів взаємодіяти з віртуальним світом та сприймати його лише як модель реального світу й одночасно мінімізує негативний психологічний вплив віртуальної реальності.

7. У зв'язку із запровадженням в старшій школі профільного навчання постає проблема розробки такого навчального середовища з фізики, в якому учні мали б змогу розвивати свої здібності за рахунок пізнавальної діяльності, а сама діяльність викликала задоволення та зацікавленість. Першочерговим є завдання створення системи навчального експерименту, що забезпечує індивідуалізацію процесу навчання фізики, як засобу розвитку та формування компетентностей учнів. У зазначеному аспекті *вагоме значення мають інформаційно-комунікаційні технології та навчальний фізичний експеримент, можливості яких дозволяють реалізувати в навчально-виховному процесі значну кількість завдань, зокрема, завдання індивідуалізації через адаптацію до процесу навчання фізики в профільній школі* (коли непрофільні класи вивчають фізику на доступному рівні, а профільні – на межі складності).

8. Поняття і закони фізики є складнішими, ніж повсякденне знання, тому вимагають чималих зусиль для їх засвоєння. Досить складний математичний апарат, який використовується в деяких розділах фізики старшої школи, вимагає від учнів, особливо тих, що віддають перевагу вивченню суспільно-гуманітарних дисциплін, значних розумових зусиль. Така ситуація не призводить до підвищення вмотивованості та рівня знань з предмету. Вихід з даної ситуації бачиться *у поясненні фізичних явищ і процесів, встановленні закономірностей і законів з опорою на приклади з повсякденного життя та широке використання спостережень і демонстрацій, які дозволяють не лише якісно пояснити явище, а й встановити певні кількісні закономірності. Розширення кількісного демонстраційного експерименту можливе завдяки запровадженню ІКТ, які одночасно дозволяють вивчати явища «вглиб», з'ясовуючи їх внутрішню сутність.*

9. Розвиток системи навчального експерименту безпосередньо пов'язаний з тими змінами, які відбуваються в системі освіти, з сучасним

станом розвитку науки, із запитами суспільства до рівня компетентностей учнів. *Головною тенденцією розвитку системи навчального фізичного експерименту взагалі, і зокрема в старшій школі, є запровадження комплектів обладнання для комплексного використання як під час постановки демонстраційних дослідів вчителем, так і з метою виконання лабораторного експерименту учнями.* До складу таких комплектів повинно входити обладнання для проведення як реального експерименту, так і електронні засоби навчального призначення, комп'ютерні вимірювальні блоки, різноманітні датчики, усі елементи і складові повинні бути узгоджені між собою, відповідати усім ергономічним вимогам. Такі комплекти здатні забезпечувати високий рівень фізичної освіти школярів у різних навчальних закладах, де курс фізики вивчається за різними рівнями, одночасно посилюючи самостійну навчально-пізнавальну діяльність учнів.

10. Оскільки професійна діяльність кожного вчителя є суто індивідуальною, в практиці навчання *доцільно поряд з наявними рекомендованими засобами використовувати й самостійно розроблені цифрові матеріали (відео, анімації, презентації, найпростіші моделі та інше). Такий матеріал може складати комплект, який забезпечує викладання фізики конкретним вчителем. Такі комплекти повинні стати основою створення віртуального середовища з фізики загальноосвітнього навчального закладу та містити усі можливі інформаційні джерела з фізики, що систематизовані відповідно до основних змістових ліній та дидактичних одиниць освітнього стандарту.* До кожного уроку вчитель має можливість отримати дидактичні матеріали, а також інструменти у відповідності з поставленою в межах уроку метою. Цінність таких комплектів полягає в тому, що такий тип електронних засобів навчання є найбільш демократичним, оскільки забезпечує простір для творчості вчителя, створює умови для реалізації індивідуального професійного стилю діяльності.

11. *У моделі системи навчального фізичного експерименту відповідно до сучасних вимог значну роль має відігравати принцип*

багатофункціональності навчального обладнання та комплектів, що має бути спрямованим на посилення міжпредметних зв'язків та інтеграцію навчальних дисциплін природничо-математичного циклу, наприклад, фізики та астрономії, фізики та математики тощо. За цих обставин досить важливим є врахування альтернативності навчальних планів дисциплін в процесі їх вивчення відповідно до програм профільного навчання.

12. Застосування інформаційних технологій, що якісно змінює роль вчителя в управлінні навчальним процесом та розподіл функцій в цьому процесі між вчителем та учнем, підвищує продуктивність навчального процесу, створює умови для ефективної реалізації можливостей і здібностей, побажань і планів усіх учасників навчального процесу. Відповідно, *система навчального експерименту в старшій школі, що ґрунтується на інтеграції віртуального та реального, має передбачати створення та запровадження обладнання, яке забезпечує варіативність навчальної діяльності під час виконання різних видів навчального фізичного експерименту; розробку методики і техніки навчальних дослідів, що виконуються на основі цілеспрямованої, самоорганізуючої пізнавальної діяльності учнів; формування ефективно діючого віртуально орієнтованого навчального середовища, у якому створені умови для саморозвитку та самоосвіти усіх учасників навчального процесу.*

13. Використання сучасних засобів експериментування та комплектів обладнання повинно слугувати завданням активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів і бути спрямованим на розвиток самостійності учнів у навчальному процесі, стимулювати активну діяльність кожного школяра з урахуванням його індивідуальних та психологічних особливостей, підвищувати інтерес і мотивацію учіння. Відтак, у системі навчального експерименту повинна бути врахована можливість його використання вчителем для різних дидактичних цілей. *Найбільш ефективним засобом унаочнення процесу навчання фізики, основним чинником реалізації особистісно орієнтованого та діяльнісного підходів, спрямованих на виявлення прихованих резервів кожної дитини, стимулювання її розвитку є такий експеримент, який передбачає*

інтеграцію реального та віртуального експерименту й враховує усі їх позитивні сторони.

14. *Інтеграція в системі навчального фізичного експерименту віртуального та реального дозволить наблизити структуру індивідуальних експериментальних досліджень учнів (лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму, експериментальних завдань та проектів) до структури наукового дослідження, що дозволить розвивати творче мислення учнів та значно активізувати їх пізнавальну діяльність.*

15. *Система навчального експерименту,* що побудована за принципом системності *повинна представляти собою набір елементів, що є логічно пов'язаними між собою* і *передбачають поступове ускладнення дослідження, посилення самостійності та індивідуалізації. Одночасно така система є відкритою та адаптивною*, тобто передбачає можливість доповнення відповідно до конкретних умов.

16. Використання засобів ІКТ у процесі виконання навчального експерименту з фізики дає можливість реалізації комп'ютерного експерименту різного рівня автоматизованості, проведення віртуального комп'ютерного експерименту, застосування стандартних або педагогічно орієнтованих програмних засобів для обробки, зберігання та презентації результатів експериментального дослідження. Таким чином, навчальна діяльність у віртуально орієнтованому середовищі з фізики знаходить все більшого поширення в загальноосвітніх навчальних закладах. *Вибір форми віртуально орієнтованого експерименту має визначатися педагогічною доцільністю використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій з метою реалізації поставлених цілей навчання. Серед інших найбільш ефективним є таке поєднання віртуального та реального, що передбачає проведення дослідження учнями у вигляді реально-віртуального навчального експерименту.*

Сформульовані концептуальні положення стали основою розробки моделі системи навчального фізичного експерименту старшої профільної школи, що ґрунтується на засадах інтеграції віртуального та реального.

Інтеграція з точки зору теорії систем є надзвичайно складним структурно - функціональним утворенням, тому в побудові такої системи логічним є виділення певних факторів, що впливають на її функціонування. Результати системного дослідження процесу інтеграції на різних етапах розвитку дозволяють розробити конкретні методики його вдосконалення. На основі проведеного нами аналізу виділені основні фактори та компоненти навчального процесу, які зазнають змін та впливають на розвиток системи фізичного експерименту, пов’язані з інтеграцією реального та віртуального, а саме: соціальне замовлення, вимоги Державного стандарту, зміст програми з фізики відповідно до рівнів та профілів навчання, методологічні підходи (синергетичний та компетентнісний), структура (види та форми) фізичного експерименту, середовище навчання – віртуально орієнтоване, матеріально-технічне забезпечення (як для реального, так і для віртуального експерименту, навчально-методичні комплекси експериментального вивчення питань фізики), компетентності (ключові та предметні), що формуються в процесі експериментаторської діяльності.

Сучасна модель системи фізичного експерименту повинна відповідати певним принципам щодо її функціонування, а саме:

1. Предметність моделі. Модель системи фізичного експерименту може включати різні сукупності компонентів, які можуть знаходитися в специфічних відношеннях між собою, що стосується лише цієї моделі. Отже, методична система може відрізнятися від інших таких систем і мати певні особливості притаманні лише їй.

2. Локальність моделі. Врахування в моделі особливостей функціонування навчально-виховного процесу з фізики, що склалися в конкретному навчальному закладі. Таким чином, в удосконаленій моделі системи фізичного експерименту необхідно враховувати локальні особливості навчального процесу, тобто передбачити внесення коректив до моделі, яка буде впроваджена в навчальний процес конкретного навчального закладу.

3. Динамічність моделі. Компоненти моделі системи фізичного експерименту знаходяться у постійному розвитку, часто змінюються зв’язки, які обумовлені розвитком соціально-економічної системи. У навчанні фізики, мовою синергетики, спостерігається певна нестабільність: змінюється кількість годин у навчальному плані відповідно до рівнів навчання, отже й система експерименту, низький або високий рівень матеріально-технічного забезпечення призводять до швидких змін в змісті навчального процесу, змінюються вимоги до рівня знань, вмінь та навичок учнів, а також до рівня їх компетентностей, які впливають на мету, зміст, методи, засоби і форми навчання. Тому в моделі необхідно передбачати загальний розвиток дисципліни, виділити компоненти, де можливий розвиток їх змісту, перебудова структурних зв’язків.

Кожний компонент (підсистема) в такій моделі розглядається як самостійна система. Якісне функціонування системи залежить від якості її структурних компонентів, характеру їх взаємозв’язків та зв’язків між системою і середовищем. З точки зору функціонування модель системи фізичного експерименту, що розробляється, не повинна викликати руйнівних змін у сучасній системі, а лише вдосконалити її з урахуванням інтеграційних процесів, пов’язаних із запровадженням ІКТ в комплексі з реальним (натурним) експериментом.

Враховуючи зазначені аспекти, проведений аналіз сучасного стану експерименту та розглядаючи систему навчального фізичного експерименту старшої школи як складне особистісно спрямоване утворення, що ґрунтується на інтеграції віртуального та реального, забезпечує реалізацію цілей навчання фізики та особистісних траєкторій навчання учнів, нами була побудована структурно-функціональна модель такої системи, загальний вигляд якої подано на рис. 2.10.

Створена модель є функціональною, поліструктурною, динамічною, відкритою для впровадження нових технологій та методичних підходів й вдосконалення традиційної системи навчання.

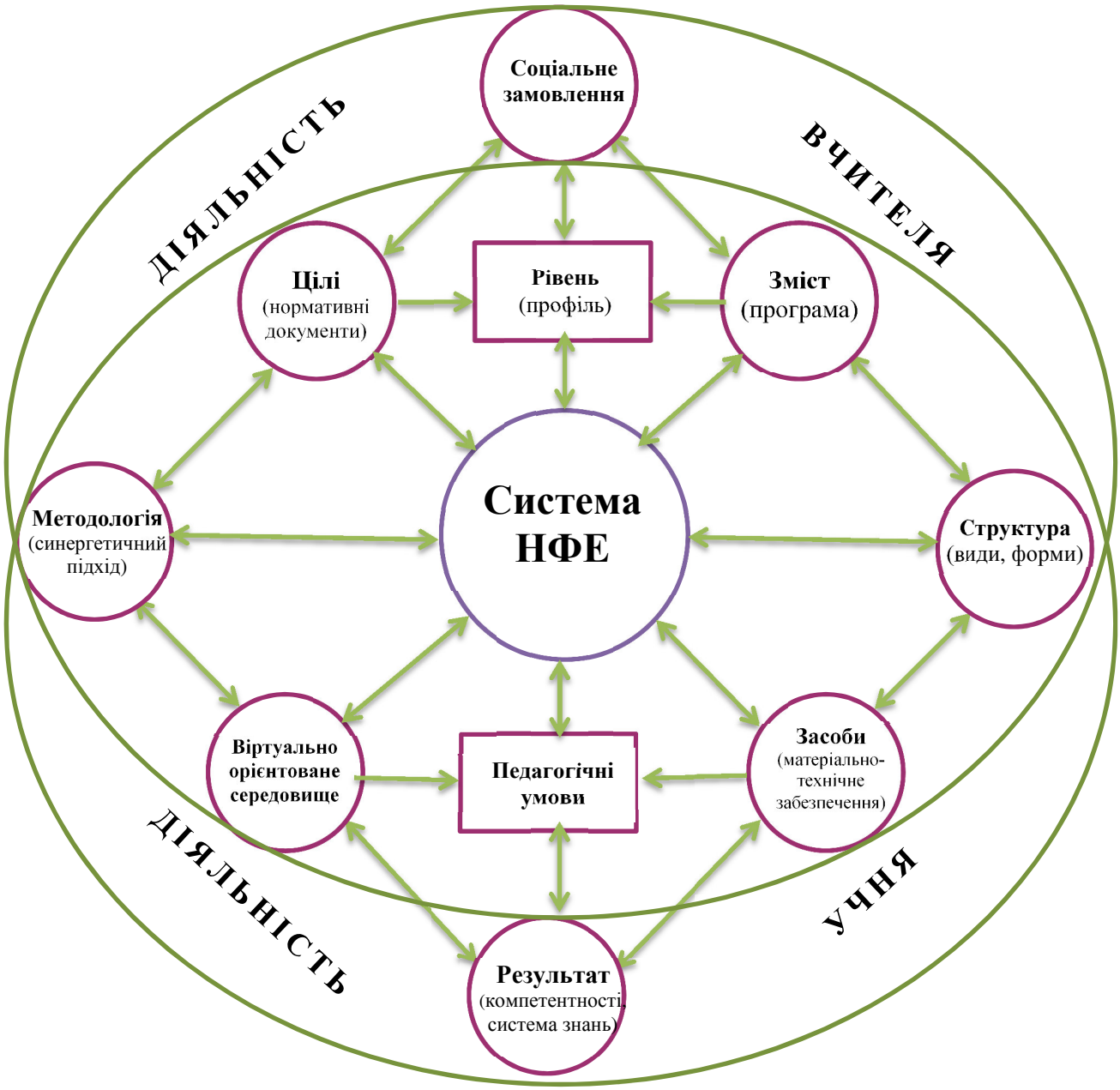


Рис.2.10. Функціональна модель сучасної системи навчального фізичного експерименту старшої школи

Модель характеризується такими основними категоріями: 1) формою, вираженою у вигляді певної конструкції; 2) змістом, який розкриває взаємні співвідношення між елементами навчально-виховного процесу; 3) можливим станом, який визначає вибір шляхів розвитку освітньої системи з можливих варіантів; 4) наявним станом системи (конкретним співвідношенням форми і змісту) в певних соціально-економічних умовах.

Запропонована модель змістовно істотно відрізняється від традиційних моделей, оскільки орієнтована на вищий рівень самостійності учнів в процесі експериментування та пізнавально-пошукової діяльності взагалі, є мобільною та передбачає запровадження сучасних підходів до системи фізичного експерименту (синергетичного та компетентнісного), які уможливлюють посилення практичної спрямованості системи, урахування інтересів, нахилів, вподобань учнів.

Ефективність моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи визначається адекватним вибором цілей і завдань, засобів, форм і методів експериментаторської діяльності учнів старшої школи у їх раціональному поєднанні.

Провідним принципом у системі навчального фізичного експерименту нами визначена інтеграція реального та віртуального її компонентів.

На основі структурно-функціональної моделі нами запропоновано методичну систему фізичного експерименту старшої школи, в основу якої покладено концепцію інтеграції реального та віртуального та принципи синергетичного підходу з метою формування цілісної системи знань та ключових і предметних компетентностей (розділ 3).

Висновки до розділу 2

Нагальною проблемою сьогодення є теоретичне обґрунтування та розробка моделей навчально-виховного процесу, що відповідають сучасним тенденціям розвитку освіти взагалі, й фізичної зокрема. Проведене дослідження дозволило визначити основні компоненти та обґрунтувати теоретичні засади побудови і розвитку сучасної моделі системи фізичного експерименту на основі інтеграції реального та віртуального відповідно до вимог синергетичного підходу для забезпечення єдності теоретичного та емпіричного в процесі формування цілісної системи знань.

Завершене на даному етапі дослідження дозволило виокремити певні положення та сформулювати наступні висновки.

1. Тенденція розвитку освіти з урахуванням запровадження в навчальному процесі ІКТ призводить до формування нового навчального середовища, яке нами означене як віртуально орієнтоване.

Виконаний нами всебічний аналіз процесу навчання фізики дозволив *запропонувати означення віртуально орієнтованого навчального середовища* – це середовище, в якому інформаційно-комунікаційні ресурси узгоджуються з процесами комунікації та діяльності учасників освітнього процесу, утворюючи цілісну інтегровану систему, за допомогою якої підтримується та спрямовується процес навчання. *Визначено,* що віртуально орієнтоване навчальне середовище з фізики, як і будь-яка система, має свою структуру і проявляє певні особливості як основа педагогічної системи «процес навчання фізики», одним з компонентів якої є навчальний фізичний експеримент.

2. *Виявлені* особливості застосування синергетичного підходу до процесу навчання фізики, що дозволило нам провести порівняльній аналіз щодо зіставлення традиційно-класичної та синергетичної моделі навчання. Таке порівняння дає підстави стверджувати, що синергетична модель є основою формування сучасного віртуально орієнтованого навчального середовища з фізики.

3. Урахування в процесі аналізу освітніх систем їх синергетичних властивостей та особливостей, характерних для відкритих систем, дає можливість визначити параметри освітнього процесу, адаптованого до умов сучасного суспільства. Проведений нами аналіз дав можливість *виділити напрями запровадження синергетичного підходу* в контексті формування віртуально орієнтованого освітнього середовища з фізики, як фактору поліпшення його структурної та функціональної ефективності.

4. Проблемою, яка потребує розв’язання, є необхідність скорочення розриву між еволюційно-синергетичним рівнем єдності сучасної картини світу та класичним рівнем навчання природничо-математичних дисциплін і фізики зокрема. Доцільним бачиться розробка елективних та факультативних курсів, що забезпечують не лише розуміння учнями сучасної наукової картини світу,

дозволяють знайти відповіді на питання про конкретний зміст матеріалу, що вивчається та пов'язаний із сучасними досягненнями природознавства, а й створюють умови для формування цілісних уявлень про навколишній світ, його закони та закономірності розвитку. Нами *розроблений та запропонований* факультативний курс «Еволюція складних систем» для учнів 10-11 класів, який сприяє формуванню у школярів сучасного світогляду, нелінійного стилю мислення, цілісної фундаментальної освіти.

5. Виявлені нами характеристики існуючої системи шкільного фізичного експерименту дозволяють стверджувати, що одним з інноваційних підходів до розвитку та вдосконалення цієї системи є синергетичний підхід, який передбачає запровадження інноваційних педагогічних технологій, характерними рисами яких є співробітництво, діалогічність, спрямованість на підтримку індивідуального розвитку старшокласника, надання свободи для прийняття рішень, вибору змісту та способів навчання.

Проведене нами дослідження дозволило *запропонувати* напрями практичної реалізації синергетичних принципів у контексті педагогічного конструювання, сучасного трактування та функціонування системи навчального фізичного експерименту.

6. Аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку системи навчального фізичного експерименту і встановлені нами закономірні зв’язки віртуального та реального, дозволили *виділити концептуальні положення*, які є теоретико-методологічною основою розробки моделі системи НФЕ старшої школи.

7. Сформульовані концептуальні положення та сукупність розглянутих і характерних саме для синергетичного підходу напрямів реалізації принципів синергетики в системі навчального фізичного експерименту дозволило *рекомендувати модель* системи навчального фізичного експерименту старшої школи на засадах інтеграції реальної та віртуальної її складових.

Результати даного етапу дослідження відображені у публікаціях [319, 321, 323, 328, 330, 334, 341, 343, 345, 347, 348].

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИЧНА СИСТЕМА НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ СТАРШОЇ ШКОЛИ НА ЗАСАДАХ ІНТЕГРАЦІЇ РЕАЛЬНОГО ТА ВІРТУАЛЬНОГО

3.1. Комплекти навчального обладнання в системі навчального фізичного експерименту старшої школи

Вдосконалення та розробка нових типів і видів навчального обладнання та установок неминуче призводить як до розвитку науки, так і до проведення ефективних наукових досліджень і одночасно до більш раціональної організації навчального процесу, що відповідає методичним і науковим цілям сучасного етапу вдосконалення освітньої галузі.

У педагогічній науці завжди приділялася серйозна увага проблемі навчального експерименту з фізики у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах. Проведений нами аналіз сучасних тенденцій розвитку навчального експерименту (розділ 2) показав, що він відбувається у двох основних напрямах: 1 - виявлення можливостей використання експерименту як методу навчання, виховання й розвитку учнів і студентів, джерела знань, об’єкту вивчення та виду наочності; 2 – створення матеріально-технічного забезпечення, яке охоплює устаткування фізичної лабораторії, прилади, установки та обладнання для постановки демонстраційного експерименту та виконання учнями і студентами самостійних дослідів, а також інших засобів навчання, що у комплексі з приладами дозволяють досліджувати явища і процеси, встановлювати і перевіряти фізичні закони, закономірності тощо. Можна стверджувати, що обидва напрями розвиваються у тісному зв’язку, бо створення нових приладів неминуче призводить до необхідності розробки методики їх використання у практиці експериментування, й навпаки, запровадження нових методичних підходів у процесі навчання фізики викликає

відповідні зміни у системі навчального фізичного експерименту, що вимагає розробки нових установок та обладнання з метою реалізації поставлених завдань. Не виключенням є запровадження ІКТ у навчанні фізики, як нового засобу навчання, що безпосередньо впливає й на систему навчального фізичного експерименту, обумовлюючи її розвиток, як у напрямі суто методичному, так і у напрямі розробки нового устаткування та комплектів обладнання.

Для створення якісного засобу навчання слід виходити з того, що цей засіб повинен: забезпечувати відповідність сучасним науково-методичним підходам і стану науки і техніки; сприяти ознайомленню учнів із методами наукового пізнання, формуванню наукового світогляду; відображати загальні властивості предметів і явищ, розкривати закономірні зв'язки і співвідношення між ними; активізувати і стимулювати самостійне мислення учнів, створювати ситуацію творчого підходу до пізнання; бути наочним, активізувати увагу, викликати інтерес і зосередження на об'єкті, явищі, результаті дослідження кожного учня; відповідати віковим особливостям і рівню підготовки тих, хто навчається, тобто бути доступними для учнів відповідного віку, не бути надмірно складним, не містити другорядної інформації і відповідати рівню знань, умінь і навичок, сформованих в учнів до моменту його використання; відповідати основним завданням у процесі навчання і задачам виховання; бути придатним до застосування сучасних методів і організаційних форм навчання і виховання; об'єм та зміст інформації, яка передається за допомогою засобів навчання повинні відповідати навчальним програмам.

Зазначимо, що до навчального обладнання з фізики відносяться: 1 – прилади загального призначення, демонстраційні прилади до кожного розділу курсу фізики, а також обладнання для лабораторних робіт і фізичного практикуму; 2 – моделі демонстраційні; 3 – посуд і пристосування для виконання дослідів; 4 – посібники друковані (альбом, портрети, таблиці, роздатковий матеріал тощо); 5 – діапозитиви, діафільми, кінофільми та 6 – прикладні навчальні програми для ЕОМ [90, с146].

Вимоги, що ставляться перед розробниками нового навчального обладнання, що має високий рівень педагогічної ефективності, відповідає вимогам ергономіки, повинно мати таку конструкцію, яка:

- передбачає раціональне розміщення блоків і деталей, з урахуванням частоти їх використання при проведенні демонстрації;
- обмежує розміри і форму приладів для фронтальних лабораторних робіт, що дозволяє використовувати їх в межах одного робочого місця;
- забезпечує мінімальну затрату часу на підготовку приладів до роботи;
- має забезпечувати заміну деталей з обмеженим ресурсом роботи;
- враховує зручні можливості для перенесення приладів, а також їхню стійкість, щоб вони не переверталися при відхиленні від нормального положення;
- поєднує прилади, які входять до складу комплектів і навчальних установок відповідно до вимог, що ставляться перед навчальним обладнанням.

Ефективність нового обладнання визначають через вплив засобів навчання на якість і швидкість навчання, на збереження в учнів працездатності і зацікавленості до процесу навчання, на мотиваційну стійкість.

Досить вагомою в удосконаленні системи шкільного фізичного експерименту є тенденція розробки нового й поліпшення існуючого обладнання з урахуванням названих вимог та останніх наукових досягнень, а також тенденція створення на цій основі навчальних комплектів, які дозволяють відтворювати серію різних видів та різних рівнів складності навчальних дослідів. Такі комплекти без зайвих витрат часу і зусиль з боку вчителя, мають ефективно сприяти організації різних видів діяльності школярів і запроваджувати наявні засоби навчання, що активізують пізнавальну діяльність учнів. Створювані універсальні навчальні комплекти мають узгоджуватися із робочим місцем учителя й учнів і можуть передбачати різний перелік елементів, блоків чи систем, що входять до їх складу, коли вони пропонуються для диференційованого вивчення курсу фізики за варіативними програмами.

Проведений у розділі 1 аналіз розвитку системи навчального фізичного експерименту та результати нашого дослідження узагальнені у розділі 2, дозволяють стверджувати, що нині *в системі шкільного фізичного експерименту має місце протиріччя, між необхідністю широкого запровадження навчального експерименту, який передбачає посилення самостійної творчої діяльності учнів, сприяє розвитку їх нахилів та здібностей, відповідає вимогам синергетичного та компетентнісного підходів, і низьким рівнем забезпечення шкіл сучасним навчальним обладнанням та практично відсутністю комплектів лабораторного обладнання, що відповідають психолого-педагогічним та ергономічним вимогам і враховують особливості навчально-пізнавальної діяльності учнів в умовах віртуально орієнтованого середовища старшої профільної школи*.

Розв'язання даного протиріччя, на нашу думку, полягає в розробці, створенні та оснащенні шкіл тематичними комплектами обладнання, які входять до складу навчально-методичних комплексів вивчення питань курсу фізики і використовуються як для демонстраційного, так і для лабораторного експерименту, що дає можливість створити матеріально-технічні умови для реалізації сучасних педагогічних технологій та передових методик (рис.3.1).

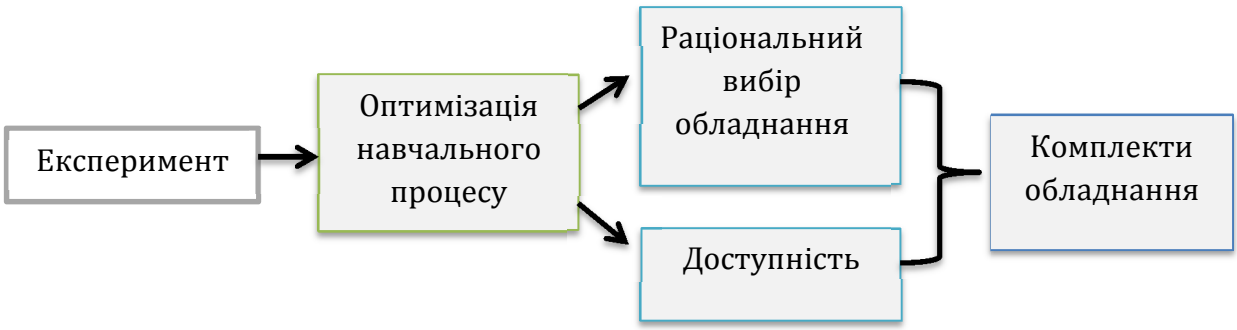


Рис.3.1. Синергетичний підхід до створення комплектів обладнання.

Будь-який фронтальний експеримент в оснащеному таким обладнанням кабінеті практично не потребує часу на попередню підготовку і може проводитись в будь-який момент уроку – учні отримують весь комплект і мають можливість самостійно добирати обладнання у відповідності до мети

експерименту. Таким чином, створюються оптимальні умови для організації навчальної діяльності учнів, відповідно до вимог синергетичного підходу, що є методологічною основою сучасної концепції освіти, спрямованої на розвиток творчих здібностей учнів, врахування їх нахилів та потреб. Поряд з цим, сучасний етап розвитку системи ШФЕ *пов'язаний із розробкою та запровадженням навчально-методичних комплексів з відповідних тем курсу фізики для комплексного використання під час постановки демонстраційних дослідів вчителем та виконанні лабораторного експерименту учнями, які включають в себе сучасне обладнання для проведення реального фізичного експерименту у поєднанні з електронними засобами навчального призначення*.

Не будь-який набір обладнання можна назвати комплектом. В сучасному словнику української мови поняття комплект трактується наступним чином: «Комплект – повний набір предметів, які становлять щось ціле або мають однакове призначення» [369]. Виходячи з означеного, комплектом обладнання будемо називати набір приладів та устаткування для проведення фізичного експерименту з певної теми або розділу шкільного курсу фізики. Навчально-методичний комплекс – це комплект обладнання для проведення різних видів навчального експерименту (демонстраційного та лабораторного) разом із методичним забезпеченням щодо його використання.

Комплекти обладнання, що є основою сучасного навчально-методичного комплексу повинні задовольняти певним вимогам, а саме: містити необхідну кількість елементів проведення усіх дослідів передбачених програмою вивчення відповідної теми або розділу фізики; елементи комплекту повинні бути доступними для розуміння учнями їх будови та принципу дії; обладнання комплектів повинно бути розроблене як в демонстраційному, так і в лабораторному варіантах, забезпечувати ознайомлення учнів із сучасним рівнем розвитку техніки та виробництва, значимість у науці і техніці тощо. Окрім цього комплект обладнання повинен бути доступним по ціні для загальноосвітніх шкіл. Запровадження у навчальному процесі інформаційних технологій ставить вимоги внесення до складу комплектів відповідних

елементів: комп’ютерних вимірювальних блоків, різноманітних датчиків (напруги, струму, температури, оптоелектронних, деформацій, руху, тиску та ін.), програмного забезпечення виконання лабораторних робіт.

Комплекти навчального обладнання випускаються промисловістю як в Україні, так і за кордоном. Вони стали невід’ємною складовою типового переліку навчального обладнання кабінету фізики, а саме: експериментальний вимірювальний комп'ютерний комплекс, який використовується для проведення демонстраційних дослідів з відображенням параметрів і результатів явища, що досліджується на дисплеї або на інтерактивній класній дошці для демонстрації досліду цілому класу безпосередньо у режимі реального часу (рис. 3.2); комплект «Механіка»; набір лабораторний "Електрика"; комплект приладів з електрики «Школяр»; набір «ОПТИКА» (рис. 3.3), набір лабораторний "Геометрична оптика" (рис. 3.4) та інші.



Рис.3.2. Експериментальний вимірювальний комп'ютерний комплекс

Досить цікаві та ґрунтовні дослідження в цьому напряму проводяться в Німеччині. Відомі фірми «PHYWE» та «LD DIDACTIC» займаються виготовленням комплектів обладнання для шкіл, які відповідають сучасним вимогам і не поступаються обладнанню наукових лабораторій (детальніше про це нами показано в п. 1.4).



Рис. 3.3. Комплект приладів «ОПТИКА»

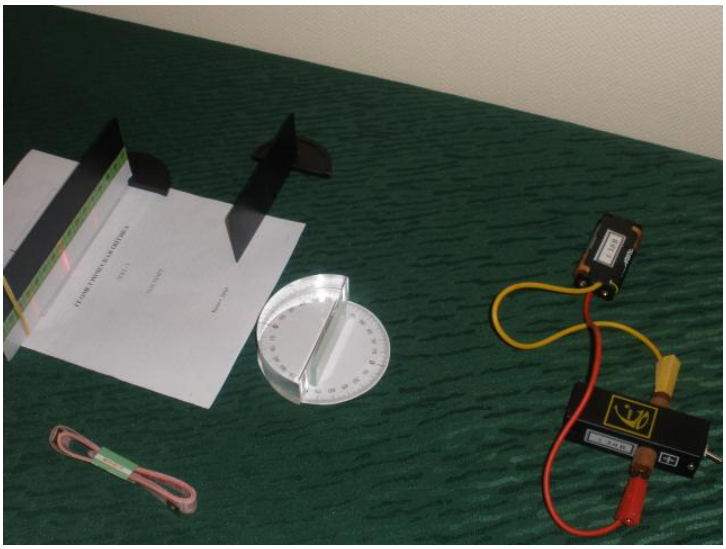


Рис. 3.4. Комплект лабораторний "Геометрична оптика"

Велика робота по виготовленню комплектів приладів проводиться в НВП "Учбова техніка" (м.Рівне), де розробляються установки з усіх розділів фізики. Розроблені установки успішно запроваджуються під час досліджень, які проводяться учнями в процесі роботи Малої академії наук, а також в навчально-виховному процесі з фізики в класах з профільним навчанням предмету (фізико-математичного або технічного профілю).

Одночасно, в Україні розробкою комплектів обладнання як для загальноосвітніх, так і для вищих навчальних закладів, займаються науковці Інституту інформаційних технологій та засобів навчання НАПН України та його наукових центрів, зокрема, наукового центру розробки засобів навчання, що працює на кафедрі фізики та методики її викладання КДПУ ім.В.Винниченка під керівництвом професора С.П.Величка. За роки існування центру тут створена значна кількість комплектів обладнання, які зараз широко використовується не лише у вищих навчальних закладах, а й у загальноосвітніх школах України. Останні розробки пов'язані з виготовленням комплектів, що відповідають усім сучасним дидактичним вимогам. Серед них комплект «Оптична міні-лава», розробка якого розпочата в 2005 році із створення відповідного обладнання та переліку дослідів з ним [83]. Даний комплект впроваджений в навчальний процес загальноосвітніх шкіл і проходить там комплексну перевірку. Нами розроблені методичні рекомендації до проведення усіх видів досліджень з обладнанням комплекту[84]. Для інформативної його підтримки та з метою розширення кількості досліджень за рахунок проведення віртуального експерименту нами розроблений цифровий навчальний комплект.

Серед розробок цього наукового центру, що заслуговують на окрему увагу, слід відмітити навчальний комплект "Спектрометр 01" (автори – Величко С.П., Ковальов Ю.Г., загальний вигляд поданий на рис. 3.5), який відповідає усім дидактичним вимогам до сучасного обладнання, використовує віртуально-реальний експеримент, тобто поєднує у собі можливості як віртуального, так і реального та враховує вимоги синергетики до навчального експерименту. Комплект оснащений комп'ютерним керуванням з відповідним оригінальним програмним забезпеченням, яке дозволяє проводити фізичний експеримент при вивченні оптичного випромінювання з необхідними передумовами для виникнення самоорганізації індивідуальної навчальної діяльності студентів як суб'єктів навчального процесу, тобто враховує впровадження елементів синергетичного підходу у навчальному процесі з фізики у ВНЗ.

Завдяки запропонованому навчальному комплекту в процесі вивчення загального курсу фізики у вищих навчальних закладах є можливість на сучасному рівні виконати експериментальні дослідження, що передбачають вивчення основних властивостей оптичного випромінювання та основ спектрального аналізу у зв'язку із такими роботами фізичного практикуму:

1. Вивчення законів поглинання світла, перевірка закону Бугера.
2. Градуювання шкал спектрометра.
3. Вивчення елементів фотометрії.
4. Дослідження явища фотоефекту.
5. Вивчення дифракційної ґратки.
6. Дослідження розподілу енергії в спектрі випромінювання вольфраму та перевірка закону Віна.
7. Вивчення абсорбційного кількісного спектрального аналізу.

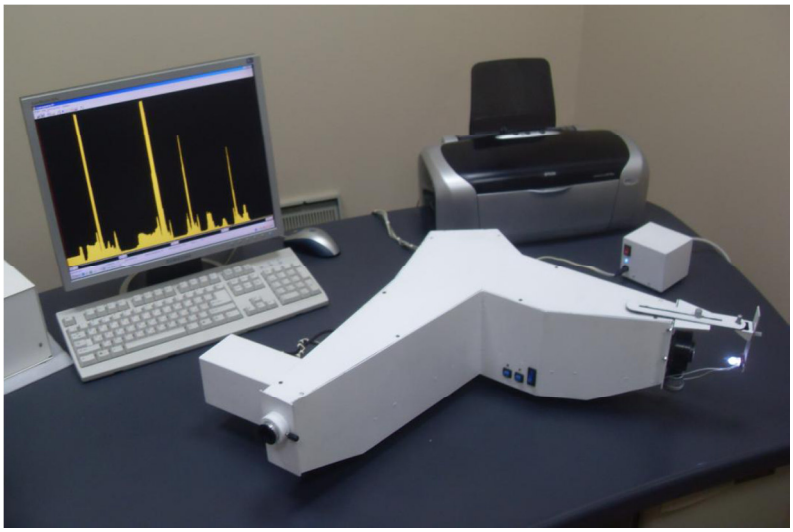


Рис. 3.5. Загальний вигляд навчального комплекту "Спектрометр 01"

Не зважаючи на те, що даний навчальний комплект розроблявся для вивчення питань загального курсу фізики у ВНЗ, нами була проаналізована можливість запровадження деяких досліджень у шкільному курсі фізики, що дало позитивний результат. Особливо цінними є рекомендації, щодо використання приладу у поєднанні з інтерактивною дошкою або мультимедійним проектором, які дозволяють дуже ефектно «укрупнити»

експеримент, проектуючи його на екран. Навіть на останній парті буде добре видно, як відбувається складний процес, що дозволяє на високому якісному рівні проводити демонстрації та фронтальні лабораторні роботи в курсі фізики старшої школи.

Нами розроблені та апробовані такі навчальні досліди в процесі вивчення квантової оптики та атомної фізики з навчальним комплектом «Спектрометр.01» [81]:

- *демонстрації* – перевірка першого закону фотоефекту, перевірка другого закону фотоефекту, визначення „червоної межі" фотоефекту для речовини, з якої виготовлено фотокатод, спостереження спектрів різних хімічних елементів, визначення хімічного складу суміші спектральним методом, перевірка закону Віна, порівняння спектрів випромінювання атомів He та Ne з випромінюванням активного елемента навчальної моделі лазера;
- *фронтальні лабораторні роботи* – вивчення явища поглинання світла за допомогою спектрометра, спостереження неперервного та лінійчатого спектрів, визначення сталої Рідберга, вимірювання енергії у спектрі випромінювання абсолютно чорного тіла;
- *роботи фізичного практикум* – перевірка законів фотоефекту, визначення температури спіралі лампи розжарювання, перевірка закону Віна, вивчення якісного спектрального аналізу, вивчення емісійного кількісного спектрального аналізу, дослідження спектрів випромінювання атомів гідрогену неону та ртуті, вивчення абсорбційного кількісного спектрального аналізу.

Як було нами зазначено, в склад сучасних навчальних комплектів обладнання повинні входити різноманітні датчики, цифрові вимірювальні прилади з метою проведення кількісних вимірювань на вищому рівні. Мова йде про використання саме аналізуючих комп'ютерних систем, що в реальному часі можуть проводити збір та опрацювання характеристик фізичних об'єктів, що змінюють свої параметри під час проведення демонстрацій та навчальних дослідів.

З метою розширення можливостей та якості застосування комп’ютерної техніки у системі навчального фізичного експерименту, нами була розглянута можливість використання в процесі експериментування в старшій школі апаратно-обчислювальних платформ. Комплекти, що розробляються на основі таких платформ та використовуються в процесі навчання фізики в Україні, нами були проаналізовані у п. 1.3. Це, зокрема, «*L-микро®*» – являє собою єдину систему у вигляді експериментального середовища, що об'єднує демонстраційне обладнання і набори для лабораторних робіт та практикуму. Основним елементом «*L-микро®*» є персональний комп'ютер з вимірювальним блоком. Для проведення вимірювань слугують датчики фізичних величин, які під’єднуються до вимірювального блоку. Крім того, до такого типу комплектів відносяться *цифрові лабораторії*, такі як «*Архімед*» (включає переносні комп'ютери NOVA 5000 або вимірювальні інтерфейси USBLink, набори датчиків, а також програмне забезпечення для збору, аналізу та обробки даних та ін.).

Зазначені комплекти мають закрите програмне забезпечення, яке не дозволяє вносити зміни та адаптувати систему під вимоги навчального процесу, який передбачається навчальними програмами, що змінюються, а як наслідок унеможливлює якісно і повною мірою використовувати комплекти на уроках фізики, як за планом вчителя, так і з урахуванням відповідно створених умов.

Закритий програмний код є наслідком комерційної складової зазначених проектів, він не дає змоги викладачам, вчителям змінювати та вносити корективи у формат отримуваних результатів та у вигляд способів представлення їх на екрані монітора.

Ще однією суттєвою проблемою для більшості подібних систем є неможливість обробки результатів за власним алгоритмом, а також отримання результатів, що не передбачені функціоналом програми.

Виходячи з означеного, в науковому центрі розробки засобів навчання кафедри фізики та методики її викладання КДПУ ім. В. Винниченка, було проведене дослідження з метою розробки сучасного навчально-методичного

комплексу експериментального вивчення фізики. Внаслідок аналізу програмно-апаратних розробок, що задовольняють вимогам до організації навчального експерименту, було обрано відкриту апаратно-обчислювальну платформу Arduino.

Arduino – апаратна обчислювальна платформа, основними компонентами якої є плата вводу/виводу та середовище розробки на мові Processing/Wiring. Arduino може використовуватися як для створення автономних інтерактивних об'єктів, так і для роботи в інтегрованому режимі, під’єднуючись до програмного забезпечення, яке виконується на комп'ютері (наприклад: Adobe Flash, Processing, Pure Data, SuperCollider). Інформація про плату (схема друкованої плати) знаходиться у відкритому доступі (http://www.arduino.cc).

Плата Arduino (рис.3.6) складається з мікроконтролера Atmel AVR, а також елементів обв’язки для програмування та інтеграції з іншими пристроями. На багатьох платах наявний лінійний стабілізатор напруги +5В або +3,3В. Тактування здійснюється на частоті 16 або 8 МГц кварцовим резонатором. У мікроконтролер записаний завантажувач (bootloader), тому зовнішній програматор не потрібен.

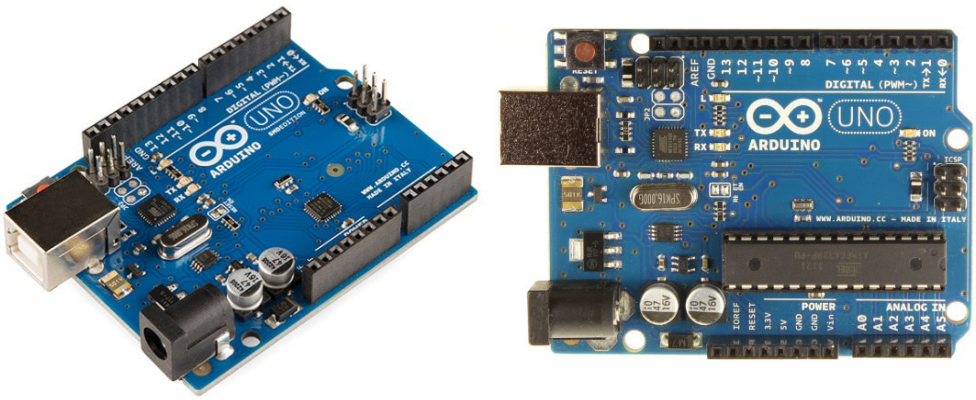


Рис. 3.6. Загальний вигляд апаратно-обчислювальної платформи Arduino Uno

Arduino – це ефективний засіб розробки програмованих електронних пристроїв, які, на відміну від персональних комп'ютерів, орієнтовані на тісну взаємодію з навколишнім світом. Arduino – це відкрита програмована апаратна

платформа для роботи з різними фізичними об'єктами, вона являє собою просту плату з мікроконтролером, та спеціальне середовище розробки для написання програмного забезпечення мікроконтролера.

Arduino може використовуватися для розробки інтерактивних систем, керованих різними датчиками і перемикачами. Такі системи, в свою чергу, можуть управляти роботою різних індикаторів та інших пристроїв. Проекти Arduino можуть бути як самостійними, так і взаємодіяти з програмним забезпеченням, що працює на персональному комп'ютері (наприклад, з додатками Flash, Processing, MaxMSP). Будь-яку плату Arduino можна зібрати самостійно або ж придбати готовий пристрій; середовище розробки для програмування такої плати має відкритий вихідний код воно повністю безкоштовне.

Для апаратно-обчислювальної платформи Arduino розроблена велика кількість програмних бібліотек, що дозволяє працювати з найрізноманітнішими датчиками та елементами контролю фізичних процесів, що відбуваються в навколишньому середовищі, що дозволяє, в свою чергу, не обмежуватися стандартними методами вимірювання фізичних величин та не перевантажувати обробку результатів надмірними розрахунками проміжних значень вимірювань.

Наприклад, замість звичних оптичних датчиків, що використовуються в ПДЗМ (прилад для демонстрації законів механіки), використовувати ультразвуковий датчик відстані, що безперервно буде визначати положення рухомого візка в часі і дає змогу відразу будувати графічні залежності параметрів візка (координата, швидкість, прискорення), що змінюються з часом.

Дана апаратна платформа з успіхом застосовується в процесі підготовки вчителів фізики КДПУ ім.В.Винниченка. В науковому центрі розроблене методичне забезпечення навчального проецсу з використанням апаратно-програмної платформи Arduino (автори: С.П.Величко, Д.М.Соменко) [373].

Нами використані частково результати даного дослідження та запропоновані напрями використання в системі навчального експерименту

старшої школи апаратно-програмної платформи Arduino з метою проведення дослідів вчителями та учнями під час вивчення, наприклад, явища фотоефекту (детальніше про це в розділі 4).

Обов'язковим елементом навчально-методичного комплекту, як було зазначено нами, повинно бути методичне забезпечення: перелік всіх можливих для проведення досліджень з описом та конкретними методичними порадами для їх успішної реалізації у процесі профільного вивчення фізики.

Названі елементи (комплект обладнання та методичне забезпечення), таким чином, складають основу для створення навчально-методичного комплексу з експериментального вивчення питань, що охоплюють цілий розділ шкільного курсу фізики, та відповідає вимогам педагогічної синергетики, ергономіки та основним засадам сучасної парадигми освіти.

Використання таких комплексів, на наш погляд, дає можливість:

1. Перевести навчання на рівень педагогічних технологій спільних досліджень вчителя та учня, коли вчитель виконує демонстраційний експеримент, а учень – лабораторний з ідентичним обладнанням;

2. Зменшити час для підготовки до демонстрації або лабораторної роботи, оскільки комплект може бути використаний на будь-якому етапі уроку; використання комп'ютера дозволить суттєво скоротити час на проведення розрахунків та оформлення результатів дослідження;

3. Підвищити пізнавальний інтерес учнів до вивчення фізики на основі експериментальних методів. Ознайомлення учнів з усім комплектом обладнання одразу викликає у них зацікавленість та інтерес про можливості використання усіх його складових;

4. Організувати самостійну експериментальну діяльність учнів. Під час проведення лабораторних робіт учень може самостійно добирати обладнання з наявного в комплекті для проведення індивідуального дослідження;

5. Організувати дослідницьку діяльність учнів. Наявність в комплекті достатньої кількості елементів дозволяє учневі самостійно розробляти план проведення дослідження, виходячи з його мети, та реалізовувати цей план на

наявному в комплекті обладнанні, пропонувати інші можливі варіанти дослідження поставленої проблеми;

6. Ознайомити учнів із сучасними методами дослідження. Використання інформаційних технологій дозволяє проводити експерименти на більш високому рівні, швидше і точніше обробляти результати досліджень, аналізувати та порівнювати результати, багаторазово за короткий час проводити експеримент та інше, тобто на високому науковому рівні організовувати експериментальну діяльність учнів;

7. Укомплектувати сучасним обладнанням кабінети малокомплектних шкіл, які не мають коштів для закупівлі сучасного, але дорогого обладнання.

3.2. Цифрові навчальні комплекти в системі шкільного фізичного експерименту

У кінці 30-х – на початку 40-х рр. XX століття створення багатофункціональної обчислювальної машини було розпочато одночасно в США, Великобританії, Німеччині та СРСР – то були моделі *першого покоління ЕОМ.*

Технічною базою тієї техніки були *ламповий діод,* створений в 1904 р. Дж.Флемінгом (Великобританія), *тріод,* запропонований в 1906 р. Лі де Форестом (США), і *ламповий тригер,* що був винайдений у 1918 р. М.О. Бонч-Бруєвичем (СРСР).

Стрімкий розвиток і вдосконалення ЕОМ йшло двома напрямками: *електромеханічному* – на основі використання реле, і *цифровому* – із застосуванням електронних схем.

У 1937 р. ідею автоматичної цифрової ЕОМ використовує Дж.Атанасов (США) і в 1939 р. створює свій настільний (персональний) комп'ютер. Але реалізацією і впровадженням цієї ідеї учені Дж.Фон Нейман, Г.Гольдстейн і Беркс зайнялися тільки в 1946 р.

Робота над обчислювальними машинами була перервана на час Другої світової війни і відновлена тільки в кінці 1942 р. До кінця війни у всіх перелічених країнах у суворій секретності вже функціонували свої ЕОМ: ЕНІАК (США), Машина Тюрінга, «Колос», «Колос Марк-2» (Великобританія), МЕСМ (СРСР). Проте вони були більшою мірою ще механічними пристроями.

Перші ЕОМ з програмою були вироблені в 1946 р. і називалися ЕДСАК. У них була п'ятиблокова структура (структура фон Неймана): вхідний пристрій – для введення даних, вихідний пристрій – для видалення результатів рішення задачі і операцій над даними, запам'ятовуючий пристрій – для зберігання інформації, пристрій управління – для організації управління і взаємодії вузлів ЕОМ, та арифметичний пристрій – для основних арифметичних дій, логічних операцій, властивих алгебрі логіки.

Отже, щоб спілкуватися з комп'ютером, довелося написати програми на машинній мові – автокоді, або мові Асемблера. Проте написання програм на такій мові було дуже трудомістке, тому були розроблені інші мови, так звані мови програмування високого рівня, з яких значного поширення набули С, С++, Pascal, Basic, Logo, Fortran, LISP та ін.

Виробництво ЕОМ розвивалося стрімко, використовувалися для цього все нові і нові досягнення науки в галузі напівпровідникової техніки.

Друге покоління ЕОМ функціонувало у період з 1965 р. і до кінця 1970-х років. Машини цього покоління мали розширену і вдосконалену архітектуру, якісне програмне забезпечення, інтерфейс для спілкування людини з ЕОМ.

Третє покоління комп'ютерної техніки представляють машини серії IBM-360, IBM-370 (США) і М-10 (СРСР), основою яких є інтегральні мікросхеми з високою швидкодією (швидкість обробки інформації) і сумісністю машинних мов.

Четверте покоління ЕОМ (середина 1970-х – кінець 1980-х рр.) базується вже на великих інтегральних мікросхемах (оперативна і постійна пам'ять) із застосуванням мікропроцесорів (пристроїв, що містять в одному кремнієвому кристалі до 2250 транзисторів).

ЕОМ п'ятого покоління розробляються з початку 1990-х рр. до теперішнього часу і використовують операційну систему, зручний для користувача інтерфейс на природній мові, об'ємне програмне забезпечення, що включає різноманітні бази даних.

Розробка подальших поколінь комп'ютерів ведеться з використанням великих інтегральних схем підвищеного ступеня інтеграції, можливостей оптоелектроніки (лазерів, голографії). У процесі розробки нових комп'ютерів вирішуються абсолютно інші завдання, ніж при розробці попередніх поколінь ЕОМ (див. табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Розвиток комп'ютерів та домінуючі проблеми користувачів

Тип комп'ютера	Період	Основні користувачі	Проблеми користувачів
Спеціалізовані ЕОМ	50-ті роки XX ст.	Математики, вчені	Надійність машин
Великі ЕОМ	60-70-ті роки XX ст.	Спеціалісти з обробки даних	Затримки в процесі обробки даних, недостатня гнучкість, висока вартість систем
Міні ЕОМ	70-ті роки XX ст.	Інженери та інші фахівці некомп'ютерних професій	Незручність користування та програмування
Мікро ЕОМ	80-ті роки XX ст.	Представники різних професій, прості користувачі	Головна проблема – зручність користування
Мікро та нано комп'ютери	*з початку XXI ст.*	*Практично кожна людина*	*Головна проблема – «інтелектуалізація» комп'ютера, а також його зовнішній вигляд, розміри, наявність спеціальних ефектів та засобів моделювання віртуальної реальності, програмне забезпечення, швидкість передачі інформації та її об'єм.*

Якщо перед розробниками ЕОМ з I по IV покоління стояли завдання збільшення продуктивності числових розрахунків, досягнення більшої пам'яті, то основним завданням розробників ЕОМ V покоління є вже створення комп’ютерів на основі штучного інтелекту (можливість робити логічні висновки з представлених фактів). Розвиток «інтелектуалізації» комп'ютерів передбачає усунення бар'єру в процесі сприйняття інформації з рукописного або друкарського тексту, з бланків, людського голосу, впізнання користувача за голосом, здійснення перекладу з однієї мови на іншу і т.д.

Як показав наш аналіз, у зв'язку з розвитком комп'ютерної техніки і програмного забезпечення до кінця XX ст. сформувалася нова віртуальна реальність, вплив якої на процеси, що відбуваються в суспільстві, зростає. Треба зазначити, що така ситуація стосується практично усіх галузей суспільного життя, що було нами проаналізовано в розділі 1.

Для навчальних цілей віртуальні технології почали застосовуватися ще в 1960-х роках, коли за допомогою спеціальних тренажерів пілоти опановували способи керування літаком. З 80-х років у США стали створюватися принципово нові системи діалогового керування образами, що створювалися машинами, насамперед для рішення задач підготовки військового персоналу. Сьогодні мова йде про створення віртуальної педагогіки і психології, що визначають специфіку освітньої діяльності учнів і вчителів за допомогою мультимедійних, телекомунікаційних та інших електронних засобів навчання і технологій.

Технічною основою віртуальної реальності слугують технології комп'ютерного моделювання і комп'ютерної імітації, які в поєднанні з прискореною тривимірною візуалізацією дозволяють реалістично відображати на екрані природні явища і процеси в динаміці.

Сучасна фізика досягла великих успіхів у тих напрямках досліджень, де можливо чітко спостерігати явища і вимірювати їх параметри. Проте сучасна фізична методологія опинилася практично безсилою при вивченні тих явищ, де неможливо все розгледіти в мікроскоп або телескоп, і потрібні якісь інші

способи організації мислення і пошуку інформації. Йдеться, наприклад, про ядерну фізику і фізику елементарних частинок, про вивчення колективних явищ в складних системах великого числа частинок, нерівноважних процесах, а також про структуру невидимих фізичних полів і будову Всесвіту.

У цих розділах не можна зрозуміти сутність фізичних процесів навіть на описовому рівні, продовжуючи користуватися старими методами збільшення точності експериментів або модернізації математичного апарату: перше неминуче приводить до неадекватного подорожчання устаткування, а друге – до безглуздого нарощування складності розрахунків. Більше того, жоден з цих напрямів не дозволяє помітно просунутися в іншому вимірюванні розвитку фізики: не «в ширину» до опису нових явищ, а «вглиб», – до розкриття внутрішніх механізмів, що стоять за видимою поведінкою об'єктів. Пошук саме в цьому напрямі робить фізику найактуальнішою і найцікавішою наукою, що дозволяє навчитися відрізняти ілюзію від реальності, а також знайти відповіді на питання про будову Всесвіту. Дослідження в цьому напрямі неможливі без використання нових комп'ютерних технологій і різних систем візуалізації віртуальної реальності.

Комп'ютерне імітаційне моделювання можна виділити як перспективний напрям розвитку комп'ютерного навчання фізики та предметів природничо-математичного циклу, яке є ефективним для створення програмних засобів і комп'ютерних технологій нового покоління, в тому числі й у системі навчального фізичного експерименту.

Поняття «імітаційне моделювання» достатньо розроблене в теорії моделювання.

Суть комп’ютерного моделювання полягає в наступному: на основі математичної моделі за допомогою ЕОМ проводиться серія обчислювальних експериментів, тобто досліджуються властивості об’єктів або процесів, знаходяться їхні оптимальні параметри та режими роботи, уточнюється модель. Наприклад, маючи в своєму розпорядженні рівняння, що описує перебіг того чи

іншого процесу, можна, змінюючи його коефіцієнти, початкові та граничні умови, досліджувати, як при цьому буде вести себе об’єкт.

Реальні процеси і системи можна досліджувати за допомогою двох типів математичних моделей: аналітичних та імітаційних. Імітаційні моделі — це обчислювальні експерименти, що проводяться на ЕОМ з математичними моделями, що імітують поведінку реальних об’єктів, процесів або систем. В аналітичних моделях поведінка реальних процесів і систем задається у вигляді явних функціональних залежностей (рівнянь лінійних або нелінійних, диференціальних або інтегральних, систем цих рівнянь). Однак отримати ці залежності вдається тільки для порівняно простих процесів. Коли явища складні і різноманітні, дослідник вимушений йти на спрощення уявлень про них. У результаті аналітична модель стає занадто грубим наближенням до дійсності. Якщо все ж таки для таких процесів та систем вдається отримати аналітичні моделі, то найчастіше вони є такими, що досить складно розв’язують поставлене завдання. Тому дослідник змушений використовувати імітаційне моделювання.

Імітаційне моделювання являє собою чисельний метод проведення на ЕОМ обчислювальних експериментів з математичними моделями, що імітують поведінку реальних об’єктів, процесів і систем у часі протягом заданого періоду. При цьому функціонування реальних процесів та систем розбивається на елементарні явища, підсистеми та модулі. Функціонування цих елементарних явищ, підсистем і модулів описується набором алгоритмів, які імітують елементарні явища зі збереженням їх логічної структури і послідовності протікання в часі. Тобто, імітаційне моделювання – це сукупність методів алгоритмізації функціонування об’єктів досліджень, програмної реалізації алгоритмічних описів, організації, планування та виконання на ЕОМ обчислювальних експериментів з математичними моделями, що імітують функціонування реальних процесів протягом заданого періоду [270].

Фактично усі галузі науки і техніки моделюють реальні процеси і системи. Щоб відрізнити математичні моделі одна від одної, дослідники почали

давати їм додаткові назви. Термін «імітаційне моделювання» означає, що використовуються такі математичні моделі, за допомогою яких не можна заздалегідь обчислити або передбачити поведінку системи, а для передбачення поведінки системи необхідний обчислювальний експеримент (імітація) на математичній моделі при заданих вихідних даних.

Перспективність імітаційного моделювання визначається використанням системного підходу і спрямованістю на створення різних модельних систем, що заміщають реальні об'єкти і процеси. Завдяки широкому діапазону застосування в різних сферах природничо-наукового пізнання імітаційне моделювання стає одним з могутніх інструментів аналізу функціонування складних процесів і систем.

У той же час, слід чітко розуміти, що виконуваний за допомогою комп’ютера експеримент, на відміну від реального, замість фізичної моделі використовує теоретичну модель, реалізовану у вигляді програми, а маніпуляції з фізичною моделлю заміняються систематичними розрахунками на комп’ютері і шукані характеристики моделі обчислюються за її заданими параметрами. Однак, такий обчислювальний (теоретичний) експеримент часто ототожнюють з реальним фізичним експериментом.

Відомий фахівець з комп’ютерного моделювання, академік О.А.Самарський зазначав, що схожість заключних етапів обчислювального експерименту з реальним експериментом є надзвичайно сильною. На комп’ютері проводяться обчислення, які далі аналізуються з метою постановки нових експериментів. Насправді ж зв'язок з реальним експериментом значно глибший. Вивчаючи на комп’ютері поведінку моделі, дослідник немов би випробовує саму природу (конструкцію, процес), ставлячи перед нею питання і отримуючи повні й достовірні відповіді [352].

Специфіка програмно-педагогічних засобів з фізики пов'язана із специфікою предмету. Предмет, в арсеналі якого великий комплекс символіко-графічних модельних засобів, активно використовуються фізичний експеримент та методи модельного вивчення макро- і мікрооб'єктів, обумовлює

сприятливі можливості для впровадження комп'ютерного навчання, для комплексного поєднання комп'ютерного навчання з іншими його видами і формами, для поліфункціонального використання комп'ютерних програм, створених на основі методу імітаційного моделювання.

Серед нових інформаційних технологій навчання технологія комп’ютерного імітаційного моделювання є перспективною і провідною. Її використання в процесі навчання фізики має ґрунтуватися як на загальнодидактичних принципах [85, с.42], так і на специфічних для комп’ютерного навчання закономірностях. До останніх ми відносимо такі:

1. Принцип цільової установки (припускає чітке формулювання мети і визначення меж, в яких здійснюється процес моделювання та післяопераційні дії його виконання).

2. Принцип достовірності інформації (інформація повинна відповідати поставленим цілям і принципам науковості і доступності, повинна бути мінімальною, але в достатньому обсязі для досягнення запланованих результатів).

3. Принцип алгоритмізації (імітаційне моделювання здійснюється відповідно до певного алгоритму, в якому чітко відбита послідовність виконання дій).

4. Принцип адекватності (передбачає відображення розробленою моделлю реальної події, процесу або об'єкту, що вивчаються).

5. Принцип особистої участі (від особистої участі учня залежить результат застосування операцій і прийомів на кожному етапі моделювання або виконання операцій, починаючи від їх кількості і закінчуючи їх черговістю).

6. Принцип пооперацийного дослідження (припускає включення різного роду операцій, їх достатність і чітку логічну послідовність для оптимального досягнення поставленої мети).

7. Принцип візуалізації (відображає наочне представлення реальних об'єктів, абстрактних і теоретичних понять у вигляді моделей, що їх замінюють).

На нашу думку, саме використання комп’ютерного моделювання сприяє підвищенню ефективності процесу навчання фізики. Для доведення своєї думки звернемося до результатів дослідження В.Е.Штейнберга в галузі інструментальної дидактики. За його словами, розвиток дидактики йде в напрямі створення різних організаційно-методичних форм процесу навчання: проблемного, модульного, проектного і т.д. Без сумніву, названі форми навчання відіграли певну роль у процесі підвищення ефективності навчання, але, враховуючи, що основні задачі навчання розв’язуються на рівні мікротехнології процесу сприйняття, переробки та використання знань учнями, головні бар’єри на шляху підвищення ефективності навчання – недостатній об’єм моделюючих дидактичних засобів та недостатні знання про механізми мислення людини або антропологічні основи дидактики – залишилися не подоланими [429]. Виходячи з цього, можна стверджувати, що сам метод моделювання в сукупності із сучасними засобами його реалізації задіює одночасно декілька каналів зв’язку між внутрішніми властивостями учня та зовнішніми чинниками навчальної діяльності. На основі цього створюються необхідні психолого-педагогічні умови для істотного підвищення ступеня самостійності у пізнавальній діяльності учнів, що відповідно підвищує її ефективність.

Комп’ютерні моделі дозволяють задіяти імітаційну форму навчання через проведення віртуального експерименту, який виступає в якості тренажера для проведення реального експерименту: попередньо готує до його виконання і показує певні результати, що дозволяють в подальшому аналізувати результати реального експерименту. З іншого боку, віртуальний експеримент володіє такими можливостями, які виключає реальний, наприклад, моделювання аварійних режимів роботи обладнання і таким чином, забезпечення виконання правил техніки безпеки під час виконання реального експерименту, сповільнення чи прискорення перебігу явищ чи процесів, неодноразове повторення дослідів, що сприяє їх глибшому вивченню та аналізу.

Комп’ютерні моделі дозволяють отримати наочні рухомі ілюстрації фізичних дослідів та явищ, відтворити їх найменші деталі, які не завжди помітні під час спостереження реальних дослідів. Деякі моделі дозволяють виводити на екран графіки залежностей величин, що досліджуються, від параметрів, що змінюються в експерименті (часу, температури, видовження, освітленості і т.д.). Такі графіки, що виводяться на екран одночасно із відображенням самого експерименту, надають йому особливу наочність і роблять легким сприйняття та розуміння загальних закономірностей процесів, що вивчаються.

Під час використання моделей комп’ютер надає унікальну можливість, яка відсутня у реального експерименту, можливість візуалізації не реального явища природи, а його спрощеної теоретичної моделі з поетапним включенням у процес вивчення додаткових факторів, що поступово наближають цю модель до реального явища (наприклад, від моделі вільних коливань в системах без тертя перейти до систем з тертям, спостерігати затухаючі коливання (як реальні), і далі перейти до розгляду вимушених коливань).

Надзвичайно зручно та ефективно використовувати комп’ютерні моделі у вигляді демонстрацій в процесі пояснення нового матеріалу. Наприклад, простіше й наочніше показати як електрон, у відповідності до моделі Бора, переходить з орбіти на орбіту (з одного енергетичного рівня на інший), що супроводжується поглинанням або випромінюванням кванту, використовуючи комп’ютерну модель (рис. 3.7.), ніж пояснювати це за допомогою дошки та крейди.

Коли ж врахувати, що така модель дозволяє одночасно побачити відповідну спектральну лінію, то стає зрозумілим, що дану демонстрацію не можна забезпечити іншими засобами, аніж комп’ютерною моделлю.

Недостатня забезпеченість фізичних лабораторій загальноосвітніх навчальних закладів обладнанням для проведення лабораторних робіт, є ще одним фактором, який впливає на поширення засобів комп’ютерного моделювання. У цьому випадку робота учнів з комп’ютерними моделями

надзвичайно корисна, оскільки дозволяє побачити на екрані живу, динамічну картину фізичного досліду чи явища.

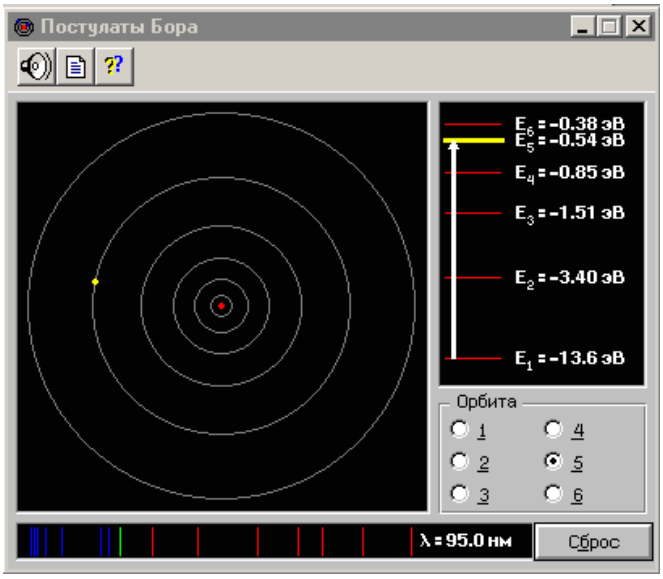


Рис. 3.7. Комп'ютерна модель «Постулати Бора», пропонована комп'ютерним курсом «Открытая физика 1.0»

Виходячи з нашого аналізу, комп'ютерне моделювання у системі навчального експерименту може бути запроваджене в трьох напрямках:

1) як самостійна форма експерименту;

2) як доповнення до реального експерименту, коли частина дослідження проводиться віртуально (наприклад, обробка результатів, графічна інтерпретація), або, у випадку, коли деякі роботи проводяться віртуально, а деякі – реально;

3) як невід'ємна частина експериментального дослідження інтегрована із реальним (комплекти обладнання у поєднанні з ІКТ).

Перший підхід є доцільним у тому випадку, коли проведення експерименту обмежено можливостями існуючого лабораторного обладнання.

Другий підхід дозволяє значно розширити тематику експериментальних досліджень, але, зрозуміло, що для отримання результатів експерименту та їх аналізу найбільш достовірні дані будуть отримані за умови комплексного проведення дослідження.

На нашу думку, лише інтеграція віртуального та реального фізичного експерименту, їх обґрунтований взаємозв'язок, дасть можливість учню вивчати навколишній світ, його закони та закономірності розвитку на більш високому рівні, одночасно стимулюючи самостійну пізнавальну діяльність школярів, їх творчість, саморозвиток та самоосвіту. Для успішної реалізації названих аспектів необхідне подальше вдосконалення і розвиток методичних аспектів упровадження засобів ІКТ та створення на їх основі сучасних навчально-методичних комплексів.

Створення нового віртуально орієнтованого середовища з фізики та широке запровадження електронних засобів у навчальному процесі взагалі та в системі навчального фізичного експерименту зокрема, вимагає створення адекватних методичних систем та засобів навчання, що забезпечують можливість самовдосконалення особистості.

Засоби навчання, з одного боку, розвиваються відповідно науково-технічному прогресу, реалізуючи новітні досягнення у навчальному процесі, з іншого – вони відтворюють методичні досягнення педагогічної науки. Вчені-педагоги наголошують: еволюція засобів навчання визначається потребами педагогічної науки і практики, а їх розвиток спрямовується на задоволення цих потреб [132].

Технічні засоби навчання, які реалізовані за допомогою програмних та апаратних засобів мультимедійних технологій, є відносно новим елементом навчального середовища загальноосвітньої школи. Форми реалізації та методика їх використання у навчально-виховному процесі є актуальним напрямом розвитку методики навчання фізики.

Дидактичні засоби мають важливе значення для самостійної роботи учнів, розвиток якої є однією з головних цілей навчання. Важливо розуміти, що вчитель як джерело інформації, який раніше, безумовно, займав провідне положення в інформаційному просторі системи освіти, поступово витісняється з цих позицій. Нові тенденції в розвитку інформаційної культури суспільства не виключають вчителя з системи освіти, але передбачають зміну його функцій.

Професійна діяльність педагога на сучасному етапі буде результативною тільки за умови активного засвоєння і використання в своїй діяльності функції організатора і консультанта взаємодії школярів з різними джерелами інформації та формування відповідних вмінь і навичок. Ця тенденція в розвитку системи освіти робить доволі актуальною розробку засобів підтримки самостійної роботи учнів, в тому числі й цифрових інформаційних комплектів.

Зростання обсягів виробництва програмних засобів навчального призначення спостерігається останні десятиліття. Вони виробляються як відомими виробниками, так й окремими дослідними групами (детально це питання розглянуто в п. 1.4).

На сучасному етапі в навчальних закладах успішно використовуються різні програмні комплекси – як відносно прості, так і складні. У наукових центрах і навчальних закладах США, Канади, Західної Європи, Австралії, Японії, Росії, України та ряду інших країн була розроблена велика кількість спеціалізованих комп'ютерних систем саме для потреб освіти, орієнтованих на підтримку різних сторін навчально-виховного процесу. Програмні засоби навчального призначення можна отримати безоплатно, наприклад на сайті Острів знань (http://shkola.ostriv.in.ua) або інтерактивному сайті «Інтерактивні симуляції» Phet (Physics Education Technology http://phet.colorado.edu/) Університету Колорадо. На даний момент за висновками дослідників розроблено близько 300 ЕЗНП, які отримали відповідний гриф МОН України, серед них усього 8 з фізики. Безумовно якість цих ЕЗНП дуже висока, про що свідчать результати їх апробації та комплексної перевірки протягом багатьох років [230].

На підставі аналізу наукових джерел [7, 19, 31, 77, 78, 79, 88, 95, 123, 128, 135, 148, 153, 160, 179, 193, 240, 249, 253, 285 та ін.], власного педагогічного досвіду та проведеного дослідження, ми схильні підтримувати таку існуючу думку: найбільш ефективними системами навчання є ті, де основною фігурою тривалого навчального процесу є вчитель. Він передає учням основний обсяг

інформації, організує навчальний процес, керує ним та формуванням особистості учня.

Як показує опитування вчителів, готові програмно-педагогічні засоби навчання не завжди відповідають їх вподобанням, оскільки професійна діяльність кожного вчителя є суто індивідуальною. З цієї причини на сучасному етапі спостерігається тенденція пов'язана із самостійною розробкою вчителями програмного забезпечення та електронних засобів. Такі засоби, незважаючи на те, що вони не завжди відповідають вимогам стандартів до якості програмних продуктів, відображають методичні підходи до навчання кожного окремого вчителя й пристосовані до його системи викладання фізики.

Вчителі поряд з наявними рекомендованими засобами використовують й ті, що доступні у мережі Internet та самостійно розроблені цифрові матеріали (слід зауважити, що під час вибору того чи іншого програмного засобу варто зупинятися на тих, що рекомендовані Міністерством освіти і науки України, оскільки навчальний матеріал у них відібраний і структурований з урахуванням вимог шкільної програми, перевірений фахівцями на коректність і правильність наведених даних, відповідає дидактичним принципам). Такий матеріал складає комплект, який забезпечує викладання фізики конкретним вчителем. На наш погляд, такі комплекти повинні стати основою створення віртуально орієнтованого навчального середовища з фізики загальноосвітнього навчального закладу.

Такі комплекти мають містити усі можливі інформаційні джерела з певного предмету, що систематизовані відповідно до основних змістових ліній та дидактичних одиниць освітнього стандарту. До кожного уроку вчитель має можливість отримати дидактичні матеріали, а також інструменти у відповідності з поставленою в межах уроку метою.

Цінність цифрових комплектів полягає в тому, що такий тип електронних засобів навчання є найбільш демократичним, оскільки забезпечує простір для творчості вчителя, створює умови для реалізації індивідуального професійного стилю діяльності.

Основними елементами таких комплектів є віртуальні навчальні об’єкти – будь-які семантичні елементи фізики або їх системи, що представлені у віртуальному середовищі в певній формі: текст, рисунок, модель, відео і т.д. Отже, основними складовими комплектів, що формують віртуальне середовище з фізики є:

- *Символьні об’єкти*: знаки, тексти, графіки, схеми, формули, таблиці, діаграми тощо.
- *Образні об’єкти*: фото, рисунки, об’єкти комп’ютерної графіки.
- *Аудіо об’єкти:* коментарі до віртуальних дослідів та спостережень, звуки процесів, аудіо сюжети.
- *Відео об’єкти*: анімації, відео сюжети, динамічні демонстраційні моделі тощо.
- *Об’єкти віртуальної реальності:* тренажери лабораторних робіт, інтерактивні моделі явищ та процесів, конструктори і т.д.

Кожному типу віртуального навчального засобу може відповідати певний комплект, що враховує диференціацію за рівнем складності, відповідає певному профілю навчання.

Слід відзначити, що сучасні інформаційні технології дозволяють розширити самостійну навчальну діяльність учнів за рахунок значної кількості дидактичних матеріалів, можливості їх поповнення та нестандартного використання, варіативності змісту з метою індивідуалізації навчання, забезпечення інтерактивного характеру діяльності школяра, можливості використання дистанційних форм організації навчання.

Відповідно, склад комплекту повинен відповідати певному виду діяльності учня на уроці або в процесі самостійної роботи.

Необхідність цифрового супроводу вивчення шкільного курсу фізики випливає також із проведеного нами аналізу та вимог сучасного віртуально орієнтованого навчального середовища (п.2.1.).

Отже, в процесі вивчення фізики актуальним є створення цифрових інформаційних комплектів, що підтримують самостійну роботу учнів під час виконання ними фізичного експерименту.

Цифровий інформаційний комплект представляє собою набір електронних засобів навчального призначення, що в сукупності відображає модель навчального процесу і призначений для практичного використання вчителями та учнями.

Для визначення складу такого комплекту потрібно врахувати не лише змістовий компонент навчальної програми та організаційно-педагогічні особливості навчального закладу, а й рівневий підхід до розвитку самостійності школярів, необхідність формування у них узагальнених експериментаторських умінь під час виконання досліджень та відповідних предметних компетентностей.

Основною дидактичною метою створення цифрових інформаційних комплектів з фізики є допомога учню ефективніше опановувати фізичні поняття, закони, теорії, а також наукові методи дослідження явищ і процесів. Цифровий комплект є для учнів одночасно додатковим джерелом інформації й засобом навчання фізики. Він повинен мати зрозумілу структуру, мати зв’язок з іншими джерелами інформації, ґрунтуватися на сучасних технологіях навчання, орієнтуватися на формування ключових і предметних компетенцій.

У процесі розробки комплекту потрібно врахувати, що кожен новий елемент повинен бути невід’ємною складовою в загальній системі засобів навчання, а вчитель повинен бачити та розуміти його місце і роль в організації самостійної роботи учнів.

Необхідність створення вчителем тематичних авторських комплектів з готових віртуальних навчальних об’єктів викликана, з одного боку, їх різноманіттям, з іншого – його професійними уподобаннями. Оскільки кожне з електронних джерел містить як віртуальні об’єкти, що за своєю якістю відповідають професійним уподобанням вчителя, так і ті, які не влаштовують його за тими чи іншими характеристиками, то створення власного комплекту, в

якому зібрані лише ті об’єкти, що цікавлять вчителя та допомагають йому у підготовці та проведенні навчального процесу, дозволить раціоналізувати його професійну діяльність.

Зрозуміло, що в процесі навчання фізики за основу створення цифрового навчального комплекту можна взяти різні аспекти, що складають зміст і структуру курсу фізики: елементи системи знань (факти, поняття, елементи фізичних теорій і т.д.), історико-культурний аспект розвитку фізичної науки та фізико-технічного знання (біографії вчених, історія фундаментальних відкриттів, історія розвитку науки та техніки), його соціально-економічний аспект (застосування результатів фізичної науки в різних галузях виробництва), гуманітарний та екологічний напрями (використання результатів науки в сфері охорони життя людини, збереження навколишнього середовища). Всередині кожного напряму можуть бути виділені окремі лінії, що є основою створення комплекту, які визначаються потребами практичної діяльності та творчістю вчителя.

Враховуючи, що навчально-пізнавальна діяльність – це спільна діяльність вчителя та учнів, склад комплектів повинен містити не лише матеріали, що є потрібними для учнів, але й додаткові навчально-методичні матеріали для вчителя, що допомагають йому організовувати діяльність учнів з матеріалами комплекту.

Склад цифрового навчального комплекту, перш за все, визначається системою видів діяльності учнів з фізики. Для кожного виду діяльності (розв’язування задач, лабораторний експеримент, самостійна робота з книгою, розвиток технічної творчості учнів, науково-дослідна діяльність і т.д.) можуть бути розроблені різні навчальні комплекти. У процесі розробки їх об’єднують в більш складні, що передбачають пов’язані види діяльності або для вивчення конкретних тем (тобто тематичні).

Сам процес створення цифрового інформаційного комплекту передбачає декілька етапів:

- Вивчення питань методики та техніки розробки цифрових комплектів навчального призначення з фізики;
- Розробка концепції авторського цифрового навчального комплекту (мета його створення, загальна структура, принципи та порядок формування його окремих складових і т.д.);
- Визначення цифрових технологій, що будуть використані під час розробки комплекту;
- Добір навчального матеріалу та електронних засобів навчального призначення для комплекту;
- Розробка за необхідності авторських навчальних матеріалів;
- Комплектація матеріалів в єдиний комплект та створення каталогу;
- Розробка методичних матеріалів для вчителя;
- Тестування розробки та проведення експертизи;
- Апробація розробки в навчальному процесі.

Створюючи цифрові інформаційні комплекти за напрямами «Навчальний фізичний експеримент з хвильової оптики» та «Навчальний фізичний експеримент з квантової оптики та атомної фізики» нами були проаналізовані існуючі електронні засоби навчального призначення різних виробників та виявлені структурні елементи, що повинні входити до складу комплекту і використовуватись для роботи як учня, так і вчителя (детальніше комплекти розглянуті в розділі 4).

Зрозуміло, що цифрові комплекти є достатньо об’ємними. Тому в рамках їх створення доцільно розробляти тематичні цифрові комплекти з навчального фізичного експерименту. Більш того, на початку створення комплект може містити не всі складові й доповнюватися по мірі його розробки.

Серед матеріалів, що призначені для учнів та можуть входити до складу комплекту нами виділені наступні:

1. Інструкції до реального навчального експерименту в цифровому форматі;

2. Інструкції – презентації до проведення реального експерименту (або відео фрагменти);

3. Віртуальні моделі для інтерактивного експерименту з інструкціями до його проведення;

4. Матеріали для самопідготовки учнів до лабораторних занять (завдання на засвоєння теоретичного матеріалу з теми лабораторної роботи, типові задачі та вправи на перевірку глибини засвоєння матеріалу, вправи на відпрацювання експериментальних дій та операцій, завдання творчого характеру та індивідуальні експериментальні задачі тощо);

5. Тести для перевірки готовності учнів до лабораторного заняття та тести підсумкового контролю знань;

6. Цифрові додатки (довідкові таблиці);

7. Зразок звіту про виконання реального експерименту та зразок звіту про виконання віртуального експерименту.

Серед матеріалів, що виділені нами для роботи вчителя:

1. Каталог цифрових об’єктів, що містять навчальний експеримент за темами курсу фізики;

2. Віртуальний експеримент по вивченню фізичних явищ (демонстраційний для інтерактивної дошки);

3. Презентації вчителя для проведення вступних занять до лабораторного практикуму;

4. Тренажери для відпрацювання окремих дій та операцій для інтерактивної дошки;

5. Матеріал історичного характеру про досліджувані явища;

6. Навчально-методичний комплекс лабораторного заняття, в склад якого входять усі основні компоненти.

Зрозуміло, що виділені нами складові не є остаточними, вони можуть бути змінені або доповнені самим вчителем, доповненням до комплекту можуть бути й матеріали створені учнями. Дуже важливо, щоб в процесі створення цифрових навчальних комплектів, було визначено, наскільки даний вид

діяльності або дана тема потребує цифрового дидактичного супроводу, які віртуальні навчальні об’єкти максимально повно забезпечують інформаційну підтримку даного виду діяльності.

Одразу відзначимо, що використання таких комплектів не повинно розглядатися в якості спроби замінити реальний фізичний експеримент його симуляціями, оскільки кількість явищ, що вивчаються в школі і, які не охоплені реальним експериментом, навіть при повному оснащенні фізичного кабінету, досить велика (див. рис. 2.8, п.2.4). Тому, на нашу думку, усі досліди, які можливо показати реально в шкільних умовах, повинні бути так і відтворені. Умовний характер відображення результатів комп’ютерного моделювання можна компенсувати демонстрацією відеозапису реальних експериментів, які дають адекватні уявлення про протікання фізичних явищ.

Виходячи з результатів проведеного дослідження (п.3.1 та 3.2), можемо зробити висновок про необхідність розробки єдиного навчально-методичного комплексу, який поєднує в собі навчально-методичний комплект, тобто обладнання та методичне забезпечення до виконання навчального фізичного експерименту (як реального, так і віртуального) та цифровий навчальний комплект. Такі навчально-методичні комплекси повинні стати основою сучасної системи фізичного експерименту старшої школи, яка ґрунтується на засадах інтеграції реального та віртуального та враховує вимоги синергетичного підходу.

3.3. Комплексний підхід до використання інформаційно-комунікаційних технологій та реальних досліджень учнів у навчальному фізичному експерименті старшої школи

Створення умов для розвитку творчого та інтелектуального потенціалу школярів є вельми важливим та значущим завданням освіти. Ця обставина диктує необхідність розробки нових форм та засобів організації навчальної діяльності, які дозволили б учням з будь-яким рівнем знань та вмінь, в

залежності від нахилів до певного виду діяльності та індивідуальних здібностей, повноцінно реалізувати себе.

У той же час, практика показує, що в процесі навчання фізики зберігаються протиріччя між «формальними» методами навчання та індивідуальними способами навчально-пізнавальної діяльності самих учнів.

Дидактичні функції більшості занять з фізики націлені на реалізацію теоретико-понятійного компоненту навчання й не орієнтовані на організацію цілеспрямованої експериментаторської діяльності учнів, на процес індивідуальної самореалізації їх творчого потенціалу. Особливо гостро стоїть ця проблема в старшій школі, оскільки психолого-педагогічні особливості розвитку учнів цього віку, як було показано нами в п. 1.2, передбачають опанування фізичного матеріалу на теоретичному рівні пізнання.

З іншого боку, інтенсивний розвиток та розширення можливостей інформаційно-комунікаційних технологій сприяло їх включенню до складу навчально-методичних засобів та актуалізувало проблему їх запровадження в системі навчального фізичного експерименту. Тенденція поєднання реального експерименту з віртуальним визначає актуальність теоретичного обґрунтування та практичної реалізації нової методичної системи навчального фізичного експерименту, що ґрунтується на інтеграції цих двох складових – віртуальної та реальної. Поєднання віртуального та реального в системі навчального фізичного експерименту передбачає таку організацію експериментаторської діяльності, за якої ці види експерименту будуть доповнювати один одного, а їх взаємодія викличе появу нових, інтегративних, синергетичних ефектів в організації пізнавальної діяльності учнів.

Взаємопов’язане комплексне використання у системі навчального фізичного експерименту віртуального та реального має значний освітній потенціал, який визначений нами та може бути використаний з метою ефективної організації навчально-пізнавальної діяльності учнів.

По-перше, потенціал такого зв’язку знаходить відображення в усіх компонентах дидактичної системи навчання фізики: цілях, задачах, змісті,

методах, формах. *Внутрішня структура усієї дидактичної системи змінюється*, удосконалюється, піднімається на новий рівень та створює умови для реалізації усіх дидактичних принципів та методологічних підходів, що більш детально показано нами в розділі 2 (п.2.2, 2.4).

По-друге, саме інтеграція віртуального та реального в навчальному фізичному експерименті дозволяє забезпечити *методичне різноманіття навчально-виховного процесу* (дозволяє урізноманітнити та удосконалити методи, форми, засоби навчання та інше), формує і розвиває саму пізнавальну діяльність учнів.

Як показує практика та наше дослідження (п.1.5), навчальний фізичний експеримент з реальним обладнанням не завжди створює умови для організації самостійної пізнавальної діяльності учнів, що спрямована на виявлення сутності фізичних явищ та процесів. Самостійності такій пошуковій діяльності додають ІКТ, зокрема частково переносячи функції вчителя з керування навчальним процесом на засоби навчання, активізуючи тим самим пізнавальну діяльність учнів. Таким чином, вивчення комп'ютерної моделі фізичного процесу в деяких випадках дозволяє засвоїти їх сутність навіть без допомоги вчителя. Тобто запровадження ІКТ у системі навчального фізичного експерименту створює умови для організації самостійної пізнавальної діяльності учнів, самостійного оволодіння ними новим навчальним матеріалом за рахунок розширення меж пізнавальних можливостей учнів, а саме, збільшення об'єму, повноти та точності навчальної інформації, доступної для самостійного вивчення фізичних явищ та процесів.

Одночасно в процесі комплексного запровадження віртуального та реального в системі навчального експерименту реалізуються міжпредметні зв'язки фізики з іншими природничими дисциплінами (хімією, біологією, географією), а також з інформатикою. Так, загально навчальні вимірювальні навички поводження з приладами, які відносяться до числа таких умінь, якими учні користуються при вивченні усіх предметів природничо-математичного циклу, формуються у лабораторних роботах з фізики, хімії, біології (наприклад,

використання навчальних терезів, прийомів зважування, формування навичок визначення точності і ціни поділки приладів і т.д.). Успішне їх формування можливе лише на основі врахування системи міжпредметних зв'язків. Крім того, в навчальному процесі формується багато знань, що мають міжпредметний характер, наприклад, поняття «речовина», «енергія», «рух», «розвиток», фундаментальні закони (збереження речовини, періодичності), теорії (будови речовини, електролітичної дисоціації). Сповна розкрити їх засобами лише одного предмета неможливо. Це стосується також способів діяльності учнів. Загальними для предметів фізики і хімії, наприклад, є: система понять про речовину і її будову, яка необхідна для засвоєння фундаментальної фізико-хімічної теорії будови речовини, система понять про енергію, її види і перетворення, включаючи поняття про внутрішню енергію, енергію активації, іонізації тощо.

Взаємозв’язок фізики з біологією реалізується при вивченні дифузії; тема "Випромінювання і спектри" містить питання застосування різних видів випромінювання в молекулярній біології; учні дізнаються про використання рентгеноструктурного аналізу у вивченні будови складних органічних речовин, наприклад, гемоглобіну. Велике значення має питання про вплив рентгенівського випромінювання на мутації хромосом та про дію ультрафіолетових і інфрачервоних променів на живі організми. У темі "Світлові кванти. Дія світла" розглядаються питання біологічної дії світла, фотосинтез та інше. Вивчити глибинну сутність цих та інших природних явищ і процесів, їх перебіг, властивості та різноманітні прояви без запровадження інформаційно-комунікаційних технологій в комплексному поєднанні з реальними дослідами та спостереженнями дуже складно.

По-третє, комплексний підхід до запровадження ІКТ у системі навчального фізичного експерименту старшої школи викликає *зміни й у процесі пізнання* (тобто проявляє гносеологічні можливості). Такі зміни проявляються у тому, що однією з методологічних особливостей названого підходу є формування в учнів умінь екстраполювати знання, отримані за допомогою

віртуального експерименту на реальну дійсність, а також синтезувати знання, отримані на основі реального та віртуального експериментів.

Інтеграція віртуального та реального в системі навчального фізичного експерименту старшої школи посилює взаємодію дедукції та індукції, аналізу та синтезу, узагальнення та конкретизації, оскільки кожен з видів експерименту пов'язаний з конкретним рівнем пізнання дійсності: реальний фізичний експеримент орієнтований на індуктивну форму пізнання дійсності й, таким чином, відповідає емпіричному рівню пізнання, віртуальний – відповідає суто понятійній дедуктивній формі пізнання, відповідаючи теоретичному методу пізнання. Отже, реальний експеримент виступає як метод отримання нового знання та перевірки правильності теоретичних положень та індуктивно отриманих результатів. Віртуальний експеримент більшою мірою тяжіє до усвідомлення результатів та отримання дедуктивним шляхом нового знання на базі фундаментальних теорій.

Таким чином, поєднання віртуального та реального в системі навчального фізичного експерименту дозволяє розкрити основні функції теорії та практики, їх взаємозв’язок у процесі навчального пізнання, забезпечуючи методологічну цілісність навчання фізики. Більш детально такі зв’язки показані в п. 2.4.

По-четверте, проведене нами дослідження психолого-педагогічних аспектів процесу пізнання (див. розділ 1) показало, що ефективність навчання залежить від ступеня залучення до сприйняття усіх органів чуття. Чим більш різноманітними будуть чуттєві сприйняття навчального матеріалу, тим краще він буде засвоюватися. Інтеграція віртуального та реального в навчальному фізичному експерименті дозволить *посилити його наочність за рахунок залучення усіх органів чуття*, активізуючи усі канали сприйняття інформації, а також *збільшити інформаційний потік*, що потрапляє через зорові канали, розширюючи сферу пізнання та чуттєвого сприйняття кожного учня.

Поєднання віртуального та реального дозволяє забезпечити стійку увагу учнів за рахунок зміни видів діяльності та роботи з різними джерелами

інформації. Одночасно, можна говорити, що віртуальний експеримент сприяє розвитку теоретичного та абстрактного мислення, реальний – практичного та образного. Тому комплексний підхід до використання реального та віртуального в системі навчального фізичного експерименту дозволяє одночасно *розвивати образне й абстрактне, теоретичне та практичне, критичне й творче мислення учнів, забезпечуючи їхній баланс*.

Завдяки особливостям навчального фізичного експерименту та засобів ІКТ в навчальному процесі стає можливим створення необхідної емоційної основи сприйняття, що підвищує інтерес до вивчення фізичних явищ, активізує процес навчання та сприяє глибшому засвоєнню навчального матеріалу та перетворенню знань на переконання.

По-п'яте, завдяки інтеграції в системі навчального фізичного експерименту віртуального та реального виникає можливість *розв'язати певні завдання виховання*, які виникають внаслідок інтенсивного розвитку технологій віртуальної реальності (про що нами зазначено в п. 1.1, 1.2).

Використання в навчальному процесі засобів ІКТ може сприяти виробленню спрощеного розуміння дійсності, ототожнення віртуального середовища з реальною дійсністю. Запобігти цьому та *сформувати в учнів розуміння віртуального середовища як середовища пізнання реальної дійсності* може комплексний підхід до запровадження в навчанні двох складових – віртуальної та реальної. Оскільки в процесі проведення досліджень учні вчаться екстраполювати знання, отримані за допомогою віртуального експерименту на реальну дійсність, то це дозволяє сформувати правильне відношення до віртуальної реальності.

Відповідно, реальний та віртуальний експерименти, включені в єдиний комплекс, повинні бути взаємопов'язані та взаємообумовлені, між ними повинна бути наступність. Оптимальним можна вважати таке поєднання експериментів, за якого досягається максимальний педагогічний ефект.

Оптимальність поєднання віртуального та реального експериментів визначається їх якісним та кількісним співвідношенням, яке, в свою чергу,

визначається віковими та індивідуальними особливостями учнів, методичними особливостями розділу фізики, що вивчається, інформаційною ємкістю експерименту, яка не повинна перевищувати можливості сприйняття та усвідомлення навчальної інформації.

Отже, проведене нами дослідження дозволяє говорити про багатоплановість впливів інтеграції віртуального та реального в системі навчального фізичного експерименту на навчально – виховний процес з фізики старшої школи (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Вплив інтеграції віртуального та реального навчального фізичного експерименту на процес навчання фізики старшої школи

Означені закономірні зв’язки стають визначальними в організації пізнавальної діяльності учнів з фізики в старшій школі, оскільки змінюють внутрішню структуру усіх складових навчального процесу. Означене дозволяє будувати методичну систему навчального фізичного експерименту старшої школи з урахуванням особливостей інтеграції реальної та віртуальної складових.

Інтеграція в системі навчального фізичного експерименту старшої школи віртуального та реального дозволить реалізувати в навчальному процесі

методичні прийоми, які сприятимуть посиленню ролі емпіричної складової в процесі пізнавальної діяльності учнів з фізики.

1. Запровадження порівняльно-аналітичних спостережень реального та віртуального демонстраційного експерименту, які передбачають спостереження учнями різних видів експерименту з наступним аналізом та узагальненням накопиченого фактичного матеріалу. При цьому реальний та віртуальний фізичний експеримент можуть бути проведені для демонстрації явища, що вивчається, в різних умовах його прояву, з реальними та ідеальними об'єктами пізнання, для вивчення зовнішніх та внутрішніх його властивостей, встановлення функціональної залежності між фізичними величинами в реальних та ідеалізованих умовах в широкому діапазоні параметрів.

Демонстраційні досліди, організовані таким чином, виконуються самим вчителем або учнями під керівництвом вчителя. Даний вид роботи сприяє підвищенню наочності явища або процесу, що демонструється, надає учням більш повну та точну інформацію про них, а також створює умови активізації пізнавальної діяльності учнів і залученню їх до самостійного аналізу отриманих в ході експерименту результатів. У результаті маємо підвищення загальноосвітнього рівня предметної компетентності учнів з фізики.

2. Комплексне виконання реального та віртуального фронтального експерименту передбачає виконання учнями реальних і віртуальних досліджень, спрямованих на багатоаспектне вивчення фізичних явищ і процесів, законів і закономірностей їх перебігу з наступним аналізом та узагальненням отриманих результатів. Реальний та віртуальний експерименти можуть бути виконані для вивчення фізичного явища в різноманітних його проявах, в широкому діапазоні параметрів з використанням як реального об'єкту пізнання, так й ідеалізованого. Такий підхід дозволяє отримати учням більш повну й точну інформацію про явище або процес, що вивчається: самостійно визначити зовнішні ознаки, за якими фізичне явище можна виявити і відрізнити від інших; встановити умови перебігу фізичного явища; виявити та усвідомити сутність цього явища; самостійно розробити математичну модель

фізичного явища та визначити межі її використання; встановити функціональну залежність між фізичними величинами та визначити в яких межах діє фізичний закон і т.д.

3. Виконання дослідницьких робіт на основі реального та віртуального фізичного експерименту як взаємодоповнюючих один одного дозволяє учням здійснити постановку проблеми та розв'язати виникле протиріччя, перевіряючи справедливість висунутих гіпотез, дослідити залежність фізичної величини від різних зовнішніх та внутрішніх параметрів, дослідити фізичну закономірність як на експериментальному, так і на теоретичному рівнях. Такий підхід дозволяє розширити область досліджень, і, таким чином, отримати більш повну та точну інформацію про об'єкт, що вивчається. Узагальнення результатів досліджень, що виконуються учнями на основі інтегрованого реального та віртуального фізичного експерименту дозволяє учням зробити висновки про сутність фізичних явищ, залежність між фізичними величинами, про зв'язки між усіма явищами природи, що вивчаються в різних природничих дисциплінах, про межі застосування фізичних законів. Таким чином, за рахунок інтеграції реального та віртуального фізичного експерименту учень має можливість проводити дослідження на вищому рівні та опановувати не лише програмовий матеріал шкільного курсу, а рухатися власним шляхом дослідника, як це передбачає синергетичний підхід.

4. Виконання лабораторного фізичного практикуму в реальних та віртуальних умовах передбачає виконання учнями однієї і тієї ж лабораторної роботи за допомогою реальних приладів, а також за допомогою комп'ютерних моделей з наступним аналізом методик виконання дослідження та узагальненням і порівнянням результатів. Такий підхід до виконання дослідження дозволяє значно розширити зміст лабораторної роботи, перевірити справедливість фізичних законів у реальних та ідеалізованих умовах, виконати навчальний експеримент з використанням різних методів до його постановки та проведення, одночасно посиливши як практичну, так й теоретичну підготовку учнів, збільшуючи вагу самостійної експериментаторської діяльності учнів.

Діяльність учнів по виконанню роботи фізичного практикуму в реальних та віртуальних умовах дозволяє їм самостійно поглибити та деталізувати знання з фізики; впевнитися в справедливості фізичних теорій; виконати аналіз похибок вимірювань та виявити причини їх появи; вивчити різні методи дослідження фізичних явищ і процесів.

На практиці реалізація основних переваг інтеграції реального та віртуального експерименту проявляється, перш за все, у можливості організації проблемно-орієнованого навчання.

Одним з прикладів використання реально-віртуального експерименту під час проведення фізичного практикуму в 11 класі є дослідження інтерференції на приладі для спостереження кілець Ньютона [86] в монохроматичному світлі. Учні мають можливість вивчити та визначити на реальній установці певні характеристики явища. З метою активізації пізнавальної діяльності учнів, на нашу думку, доцільно провести попереднє моделювання дослідження за допомогою комп'ютера та відповісти на проблемні питання: як зміниться інтерференційна картина кілець Ньютона, якщо в установці використати як джерело лампу розжарення; змінити відстань між лінзою та плоскопаралельною пластинкою; проміжок між лінзою та пластинкою заповнити водою; використати пластинку, яка складається з двох частин із різними показниками заломлення; використати лінзу, яка складається з двох частин з різними показниками заломлення; використати двоколірний світлофільтр?

Поєднання реального та віртуального експериментів дозволяє дати відповідь на всі ці питання та детально дослідити вплив названих чинників на якість інтерференційної картини. Поставлені питання можуть бути використані і в якості додаткових експериментальних завдань з метою стимулювання самостійної пізнавальної діяльності учнів, розвитку їх творчості та здатності до самоосвіти.

Проведений нами аналіз та власний досвід дозволяє стверджувати, що саме реально-віртуальний експеримент є найбільш ефективним засобом

унаочнення процесу навчання фізики, основним чинником реалізації синергетичного та компетентнісного підходів, спрямованих на виявлення скритих резервів кожної дитини, стимулювання її розвитку. Такий вид експерименту має ряд переваг порівняно із суто реальним, або суто віртуальним, а саме:

– можливість проведення реальних досліджень з реальними приладами, тобто вивчення реальних об'єктів дійсності й одночасно дослідження комп'ютерних моделей реальних об'єктів на предмет знаходження відмінності в їх поведінці та проявах;

– розвиток вміння спостерігати за реальними процесами й одночасна можливість швидкої зміни умов перебігу процесів за рахунок використання комп'ютерних моделей досліджуваних об'єктів, виявлення факторів, що впливають на зміну цих процесів, причин відмінності перебігу процесів в реальних та ідеальних умовах;

– формування навичок самостійного проведення експериментів та вміння користуватися фізичними приладами і одночасно вміння проводити розрахунки та фіксувати результати експериментів за допомогою комп'ютерних програм;

– наявність альтернативних варіантів виконання експериментального дослідження, можливість за умови появи труднощів повернутись на початок і на основі вже набутого досвіду обрати інше обладнання або метод дослідження, запровадження досліджень різного рівня складності;

– реалізація умов варіативного виконання лабораторної роботи за рахунок використання комплектів обладнання у поєднанні з електронними засобами навчального призначення, в результаті чого учень має можливість самостійно обирати спосіб проведення дослідження, що є на його думку найоптимальнішим;

– можливість проведення досліду в класі з реальним обладнанням та повторення й узагальнення набутого досвіду вдома за рахунок виконання комп'ютерного експерименту;

– можливість школярів вивчати реальний навколишній світ, його закони та закономірності розвитку на вищому рівні, одночасно стимулюючи їх самостійну пізнавальну діяльність, творчість, саморозвиток і самоосвіту.

У рамках такого комплексного підходу реальний навчальний експеримент та інформаційно-комунікаційні технології виступають як два структурних компоненти єдиної системи «навчальний фізичний експеримент». При цьому кожен з компонентів є певною мікросистемою і характеризується відносною самостійністю. Взаємозв'язки між компонентами сприяють об'єднанню їх таким чином, щоб взаємодія викликала появу нових якостей, що не властиві окремо взятим складовим, тобто синергетичному ефекту. В якості системоутворюючого фактору, що забезпечує інтеграцію усіх компонентів двох складових – реального фізичного експерименту та інформаційно-комунікаційних технологій – в єдину систему виступає самостійна пізнавальна діяльність учнів.

3.4. Дидактичні основи інтеграції віртуального та реального в системі навчального фізичного експерименту старшої школи

У сучасних умовах усе більшого значення набуває техніка та аспекти її функціонування, що обумовлюють особливість функціонування комунікацій типу «людина – зовнішнє середовище». Очевидно, що техніка стає активним посередником в таких комунікаціях. Іноді техніка починає підміняти собою зовнішній світ, для освоєння якого призначалася раніше. Цілком обґрунтовано можна говорити про існування віртуальної реальності та віртуального світу, який здійснює відчутний вплив на реальність та процес пізнання взагалі.

Розробники віртуальних засобів прагнуть до максимальної реалістичності простору, знищуючи для користувача межі реального та віртуального. Віртуальний простір усе більше стає схожим на реальний, іноді замінюючи його.

Різні навчальні та ігрові симулятори дозволяють передавати усю гаму не тільки емоцій, але й фізичних відчуттів, що може привести людину до заміщення потреби в дійсних відчуттях реального середовища. Віртуальна реальність у процесі глибокого занурення діє на усі органи чуття людини, а також на його інтуїцію, уяву та творчі здібності. Названі аспекти можуть привести до необоротних трансформацій діяльності людини в реальному середовищі.

Якщо раніше можна було говорити про суттєву відмінність між реальним та віртуальним простором, то для сучасної молоді ця різниця не є суттєвою, оскільки час їх інтелектуального та фізичного розвитку співпадає з активним запровадженням віртуальності в усі сфери життя та види діяльності людини. Сучасна молодь сприймає дві реальності як такі, що взаємозамінюють одна одну та нерозривно зв'язані між собою: об'єктивну та віртуальну.

У загальному випадку об'єктивна реальність (від лат. realia – справа, речі) визначається через традиційне трактування, як сукупність усього матеріального навколо нас, навколишній світ, що сприймається органами чуття і не залежить від нашої свідомості.

Аналіз, проведений в п.1.1., показує, що віртуальна реальність не є породженням комп'ютерної епохи (хоча в освіті віртуальну реальність пов'язують саме із запровадженням комп'ютерної техніки). Виходячи із змісту терміну «віртуальний», уся література та мистецтво – віртуальні. Будь-який задум – віртуальна реальність. Проект машини, виконаний у кресленнях та обрахунках є віртуальним. Можна говорити, що об'єктивна реальність є втіленою віртуальною реальністю.

Межі реального та віртуального просторів, перехід з одного середовища до іншого, взаємодія цих просторів та одночасне перебування користувача у двох світах – основні проблеми сучасних спеціалістів не тільки в галузі кібернетики, програмування, але й соціології, психології, педагогіки, ергономіки. На наш погляд, визначення можливих варіантів інтеграції віртуального та реального в процесі навчання фізики дає можливість

встановити характер їх взаємозв'язку в процесі навчання та знайти ефективні методи і прийоми використання віртуального та реального.

Отже, важливим питанням є визначення місця та значення віртуальної реальності в реальному світі та способів її прояву.

У цьому аспекті досить переконливим є аналіз можливих варіантів взаємодії віртуального та реального, що схематично представлені на рис. 3.9.

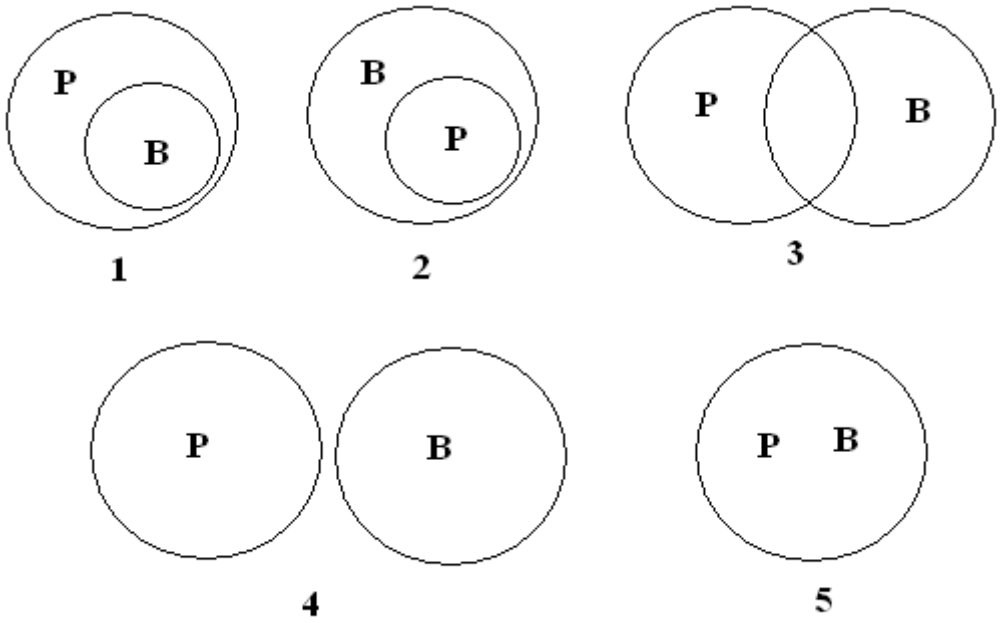


Рис. 3.9. Варіанти взаємодії віртуального та реального.

Варіант 4 можна виключити одразу, оскільки він не передбачає навіть виникнення передумов для проведення аналізу взаємодії.

Варіант 1. Віртуальність – частина реальності. Одночасно віртуальність є породженням реальності. З'явившись в реальності, як один з різновидів технічного розвитку, віртуальність відокремилась і зайняла своє персональне, але підлегле місце. Такий «донорний» підхід передбачає залежність віртуальності від реальності і зникнення першої за відсутності умов для її народження.

Саме такий підхід використовувався на початку запровадження ІКТ у навчальний процес, коли комп'ютерна техніка була «підлеглою» до традиційних засобів навчання. Наприклад, у системі навчального фізичного

експерименту комп'ютер використовували лише для обробки результатів виконання складних математичних розрахунків. Якщо виконання таких дій не передбачалося, то і не виникало необхідності у використанні комп'ютера.

Такий підхід є цілком зрозумілим. Є лише один певний недолік – віртуальність може існувати і як автономна та самодостатня.

Варіант 2. Найцікавіша та водночас екстремальна точка зору. Згідно цієї позиції віртуальність породжує реальність, програмуючи зовнішні прояви кожного об'єкту, явища, процесу і доводячи інформацію про це до людини у вигляді специфічних відчуттів. Тобто віртуальність входить в життя людини, змінюючи її культуру та спосіб світосприйняття.

Віртуальність в її найпоширенішому вигляді – Інтернет – дійсно впливає на реальність. Важливим в цьому варіанті є несподіваний зсув об'єктів. Виникає можливість за допомогою вивчення реальних об'єктів (з людським інструментарієм) підійти до вивчення віртуального, і результати, одержані при цьому, можуть бути оцінені як пряме знання про віртуальний світ. Даний варіант є цікавим як напрям розвитку інтелектуальних технологій, коли технології віртуальної реальності стають інструментом для наукових досліджень. А оскільки технології наукових досліджень поступово проникають в школу, то даний варіант також може виникати у віртуально орієнтованому навчальному середовищі. Прикладом такої взаємодії можуть слугувати сучасні програмно-педагогічні засоби вивчення астрономії.

Варіант 3. Віртуальність та реальність перетинаються, областю перетину є всесвітня мережа та залучені до неї користувачі. Одночасно існують області і реального, і віртуального, що не підлягають обопільній взаємодії. Даний варіант є прикладом філософського мислення, згідно якого одна частина – дух, інша – матерія, а людина – фрагмент їх перетину. Недоліком даного варіанту є нерозуміння генезису віртуальності: або вона породила реальність, або розвивалась паралельно і незалежно.

Варіант 5. Реальність – це і є віртуальність. Тотожність двох понять припускає їх абсолютну автентичність та відособленість. Даний варіант

припускає існування першооснови, що породжує реальне та віртуальне, передбачає їх відмінність лише на функціональному рівні.

Проведений аналіз показує, що, які б варіанти існування віртуального та реального не розглядалися, їх взаємодія є безсумнівною. У різних життєвих ситуаціях віртуальність та реальність взаємодіють більшою чи меншою мірою, по-різному проявляючи свої властивості, виконуючи різні функції. Суттєвим є врахування такої взаємодії в освітньому процесі, особливо з фізики, оскільки саме фізика повинна дати дитині правильні уявлення про закони існування та розвитку навколишнього реального світу.

Зміст шкільної освіти являє собою адаптований соціальний досвід, який учні засвоюють у власній діяльності. Цей досвід реалізується шляхом використання відповідних способів діяльності по відношенню до реальності, що вивчається: природі, культурі, техніці та іншим реальним об’єктам освітньої галузі. У зміст освіти, таким чином, входять не лише знання про реальність, але й сама реальність, що визначається переліком реальних об’єктів, які потрібно вивчити. По відношенню до цих об’єктів організовується відповідна навчальна діяльність учнів, яка спрямована на формування загальноосвітніх знань, вмінь, навичок, способів діяльності, систематизованих у переліку ключових компетенцій.

Саме з метою недопущення підміни вивчення навколишнього світу вивченням готових знань, тобто інформації про цей світ, в стандартах [142] зафіксований перелік об’єктів дійсності, що є обов’язковими для вивчення. До таких, наприклад, відносяться природні об’єкти (вода, земля, Сонце, явище тяжіння і т.д.) та технічні пристрої (телефон, телевізор, комп’ютер та ін.). Зрозуміло, якщо учень замість спостереження реального об’єкту або виконання реального досліду, вивчає його за картинкою в підручнику, то у нього не формуються компетенції, які обумовлені реальною практикою діяльності. Суто інформативний тип освіти робить випускника школи нездатним здійснювати елементарні функції, пов’язані з виконанням спостережень, проведенням дослідів, створенням найпростіших пристроїв.

З іншого боку, в умовах віртуально орієнтованого навчального середовища з фізики система роботи вчителя спрямована на розвиток творчих здібностей учнів на основі поєднання комп'ютерних технологій навчання і запровадження різних пошукових і традиційних методичних підходів, прийомів та засобів навчання.

Використання комп'ютерних технологій навчання дає можливість не тільки підвищити зацікавленість учнів до навчання, але й забезпечити підвищення якості навчання, зменшити витрати часу на проведення унаочнення навчального матеріалу та контроль знань і вмінь учнів.

Візуальні можливості дисплею комп'ютера, екрану мультимедійного комплексу або інтерактивної дошки підвищують якісний рівень проведення ілюстрацій навчального матеріалу. Комп'ютерна техніка дає можливість демонструвати короткі відеофільми, анімації, динамічні комп'ютерні моделі явищ і процесів, які з певних причин не можна спостерігати в класі на уроці, а також візуалізувати механізм явищ, що значно полегшує їх розуміння. Діалогові можливості комп'ютера дозволяють повторювати всі незрозумілі моменти стільки разів, скільки потрібно учню для повного розуміння і кращого осмислення матеріалу.

Крім того, візуальні можливості комп'ютерної техніки та відповідне програмне забезпечення, наприклад, Microsoft PowerPoint, дають можливість демонструвати не тільки статичні наочні схеми, але й схеми, кожен елемент яких з'являється поступово через певні проміжки часу або за бажанням учителя. Такий спосіб використання наочних схем полегшує їх розуміння учнями, допомагає вчителю у зручний спосіб проводити, наприклад, такі етапи уроку, як узагальнення та систематизація знань.

Джерелом комп'ютерних демонстрацій є програмно-методичні комплекси та різні освітні сайти, які надають доступ до електронних ресурсів, що є корисними як для учнів, так і для вчителів, наприклад, такі: http://phet.colorado.edu/ – інтерактивний сайт «Інтерактивні симуляції» Phet (Physics Education Technology), використовується для віртуального

моделювання при вивченні природничих наук, зокрема, фізики, http://www.edu.vn.ua/ – освітній портал, на якому подано розробки уроків, тестові завдання для перевірки знань і умінь учнів; http://fizik.bos.ru/ – портал, присвячений вивченню курсу фізики загальноосвітньої школи; http://www.history.ru/freeph.htm – віртуальні лабораторні роботи з фізики для 10 та 11 класів з газових законів, електрики й оптики та інші.

Як нами зазначалося в п. 3.2 такі освітні ресурси дозволяють кожному вчителю створити свій власний цифровий навчальний комплект, який дозволить максимально ефективно включати віртуальну складову експерименту в структуру навчальної діяльності на уроці фізики.

Слід відзначити, що поступове зменшення ролі і значення реального натурного експерименту в процесі навчання стало причиною появи низки негативних наслідків і проблем. Так, учителі фізики старшої школи почали вважати демонстрацію реального експерименту або проведення лабораторної роботи з реальним обладнанням досить дорогим, складним та незручним. Учні, яким завжди подобалося проведення реальних досліджень, вивчаючи фізику в профільному класі, не мають змоги розвивати вміння спостерігати за реальними процесами, формувати навички самостійного проведення експериментів та вміння користуватися фізичними приладами. Звідси стає зрозумілим, чому в старших класах фізика перестає бути цікавою для учнів.

Інтеграція реального та віртуального в системі навчального фізичного експерименту в старшій школі створює умови, за яких можуть проявлятися як позитивні, так і негативні сторони такої взаємодії. З одного боку, використання віртуального в навчальному експерименті дозволяє: зменшити як матеріальні витрати на його проведення, так і час на підготовку; збільшити кількість та підвищити якість демонстрацій та лабораторних робіт; створювати комплекти обладнання для проведення різних видів досліджень. З іншого боку, не завжди заміна реального експерименту віртуальним є виправданою, особливо, якщо врахувати вікові та психологічні особливості учнів; реальний дидактичний ефект від такого об’єднання в дійсності може бути менший, ніж очікувалося;

зусилля, які покладає вчитель на створення методичного забезпечення для проведення віртуального експерименту бувають досить великими, а результат мізерним, оскільки не враховані психолого-педагогічні особливості поведінки учнів даного колективу в віртуально орієнтованому навчальному середовищі.

Проведений нами аналіз та власний досвід дозволяє стверджувати, що саме інтеграція реального та віртуального експериментів (тобто запровадження реально-віртуального експерименту, коли в процесі його проведення застосовуються позитивні сторони одного та іншого виду) в їх оптимальному співвідношенні є найбільш ефективним засобом унаочнення процесу навчання фізики, основним чинником реалізації компетентнісного та синергетичного підходів, спрямованих на виявлення прихованих резервів кожної дитини, стимулювання її розвитку. Одночасно, такий аналіз дав можливість визначити *дидактичні основи інтеграції ІКТ та реального навчального експерименту з фізики в старшій школі*. А саме:

1) реальний та віртуальний навчальний фізичний експеримент володіють певними психолого-педагогічними (п. 1.2) та методичними (п. 3.3) можливостями, що дозволяє визначити напрями їх найбільш ефективного використання;

2) можливості реального експерименту одночасно є обмеженнями віртуального та навпаки;

3) реальний та віртуальний експерименти гарно узгоджуються між собою, розвиваючи та доповнюючи один одного, оскільки кожен з них має відносні переваги в окремих навчальних ситуаціях, у процесі розв’язування певних дидактичних задач;

4) під час вибору реального або віртуального експерименту повинні враховуватися їх функції у розв’язанні навчально-пізнавальних задач уроку;

5) реальний та віртуальний експерименти повинні являти собою єдину систему в структурі уроку;

6) запровадження реального чи віртуального експерименту повинно визначатися змістом навчального матеріалу, метою та завданнями уроку;

7) кожен із двох видів експерименту повинен сприяти активізації пізнавальної діяльності учнів, забезпечувати активну розумову діяльність, допомагати в подоланні труднощів при викладанні та засвоєнні навчального матеріалу, сприяти досягненню максимальної реалістичності та достовірності навчального матеріалу;

8) сумісне використання засобів навчання повинно сприяти скороченню нераціональних витрат часу, зусиль вчителів та учнів.

Запропоновані положення є вагомими чинниками, що входять до складу педагогічних умов розробки навчально-методичної системи фізичного експерименту старшої школи, що забезпечує інтеграцію реального та віртуального.

3.5. Методична системи навчального фізичного експерименту старшої профільної школи на засадах інтеграції реального та віртуального

Створення системи випереджальної освіти, яка декларується державними нормативними документами, потребує переосмислення цілей і завдань освіти, оновлення її змісту й структури, вдосконалення методів, засобів і форм на усіх етапах навчання фізики в тому числі й в системі навчального фізичного експерименту. Останнє обумовлює розробку нових моделей та методичних систем, що відповідають освітнім стандартам та сучасній парадигмі освіти на основі особистісно орієнтованого, діяльнісного, компетентнісного та синергетичного підходів, запровадження освітніх інновацій та нових інформаційних технологій навчання з метою забезпечення можливостей самовдосконалення особистості та становлення нації.

Однак проблема проектування та поширення ефективних методичних систем в педагогічній теорії та практиці є неоднозначною, що обумовлено неоднозначністю тлумачення цього поняття. Дискусії щодо визначення поняття «методична система», її компонентів, складу, характеру взаємозв’язків,

закономірностей функціонування в сучасній дидактиці фізики, тривають до тепер [428].

Не зважаючи на те, що у методичній та дидактичній літературі [2, 48, 146, 182] представлено різні підходи до визначення цього поняття, більшість авторів сходиться на думці, з якою ми погоджуємося, що методична система – це складне динамічне утворення, сутність якого уточнюється та конкретизується індивідуально, відповідно до умов навчання.

Одночасно, ми підтримуємо думку Е.Г.Азімова та А.М.Щукіна [2]: методична система – цілісний комплекс, що дозволяє моделювати процес навчання і виховання, сукупність основних компонентів педагогічного процесу, що визначають відбір навчального матеріалу, форми його подання, методи і засоби навчання, а також способи реалізації. Основні компоненти системи – мета, зміст навчання, принципи, методи, засоби, уміння, що розвиваються в навчанні, а також результати навчально-виховного процесу з оцінкою їх якості. Усі компоненти методичної системи перебувають у певній ієрархічній залежності.

Разом з тим, варто підкреслити значущість визначення поняття «методична система навчання» О.І.Іваницьким з точки зору врахування в побудові системи взаємозв’язків її компонентів: сукупність взаємопов’язаних і взаємообумовлених елементів – цілей, змісту, форм, методів і засобів навчання [183, с.245].

Методичну систему означимо як цілісне утворення, що містить чотири основні взаємопов’язані та взаємообумовлені компоненти: цільовий, змістовий, процесуальний та результативний, які перебуваючи у ієрархічній залежності, визначаються через методологічні принципи та організаційно-педагогічні умови, на яких ґрунтується процес навчання у відповідності до зовнішніх впливів, тобто вимог суспільства до освіти.

Навчальний експеримент завжди був і є основою вивчення фізики у школі. Зміни, які відбуваються в системі освіти безпосередньо стосуються процесу навчання фізики в цілому і його складової «системи навчального

фізичного експерименту». Як показав наш попередній аналіз, дослідження навчального фізичного експерименту проводяться науковцями в різних напрямках: розглядаються ті чи інші функції експерименту, різні варіанти його виконання, запровадження інноваційних методів та інформаційних технологій в шкільному фізичному експерименті і т.д., але немає досить повного аналізу сучасного поняття «навчальний фізичний експеримент» та обґрунтованої методичної системи навчального фізичного експерименту, що об'єднує діяльність вчителя та учнів у сучасному віртуально орієнтованому середовищі, яка відповідає тенденціям його розвитку, сучасним підходам до його побудови та функцій, ґрунтується на інтеграції віртуального та реального.

Особливо актуальною дана проблема є для старшої профільної школи, де навчальний фізичний експеримент набуває певної специфіки, яка повинна бути врахована в побудові нової його системи.

Проведене дослідження, виявлені концептуальні основи інтеграції реального та віртуального навчального фізичного експерименту, психолого-педагогічні та методичні основи реалізації цієї інтеграції в навчально-виховному процесі з фізики старшої школи, дозволили нам запропонувати методичну систему навчального фізичного експерименту старшої школи, що ґрунтується на засадах інтеграції реального та віртуального та враховує вимоги синергетичного підходу (рис. 3.10).

Умовно методична система навчального фізичного експерименту містить чотири блоки, що відповідають основним компонентам методичної системи: цільовий, змістовий, процесуальний та результативно-діагностичний.

Цільовий блок є системоутворюючим, оскільки визначає функції усіх інших (мета навчання фізики реалізується через цільовий блок, саме він визначає зміст системи та її спрямування). Мета формулюється відповідно до запитів суспільства і визначається стандартами, концепцією освіти та відповідними програмами навчання фізики.

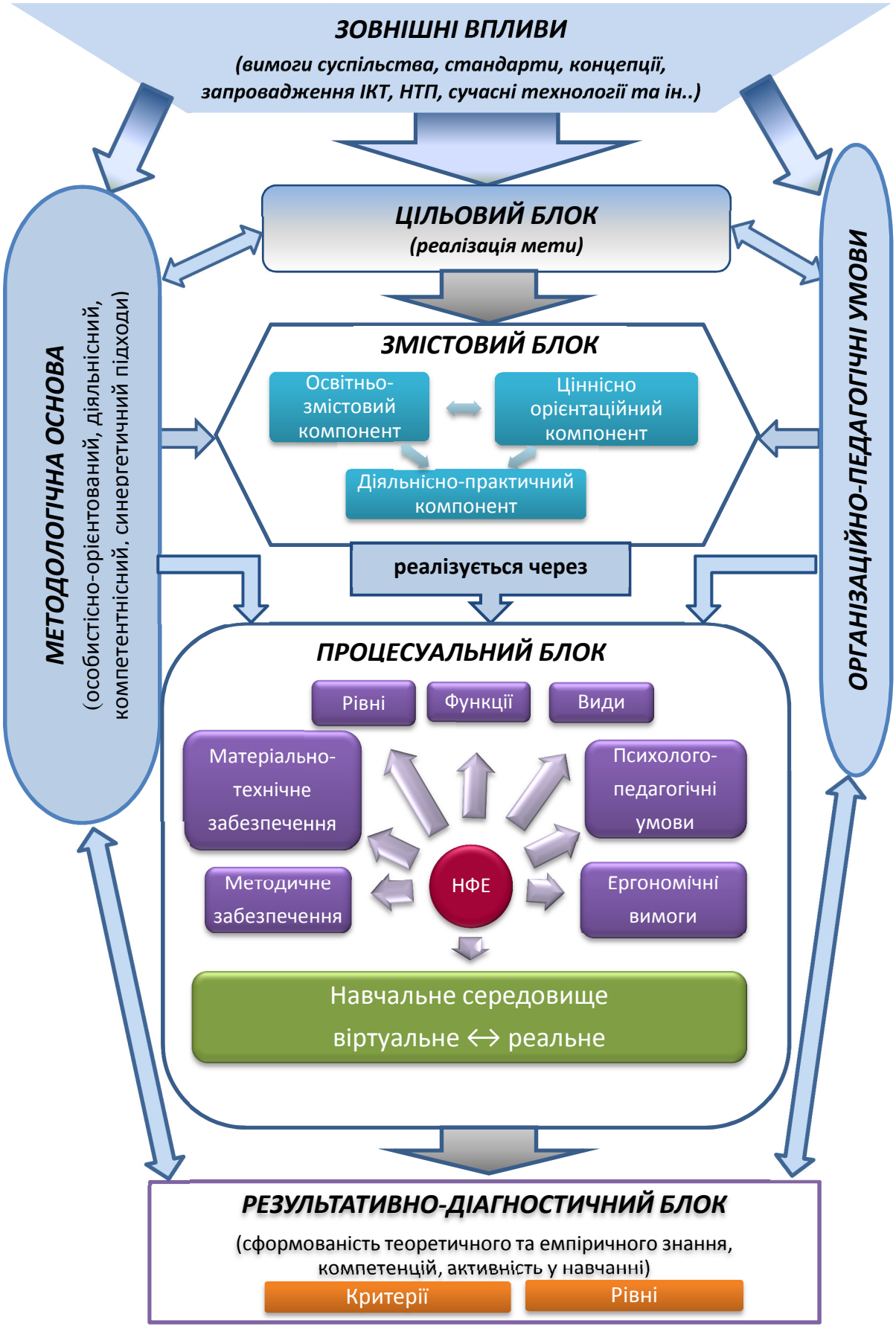


Рис. 3.10. Методична система навчального фізичного експерименту старшої школи

Якщо мова йде про систему навчального експерименту, то на формування структури, змісту, організаційних форм проведення впливають інформаційно-комунікаційні технології, розвиток науково-технічного прогресу та можливість запровадження його досягнень в навчальному процесі, розвиток сучасних технологій взагалі та інновацій у навчанні і т.д. З цієї точки зору, систему навчального фізичного експерименту можна вважати відкритою та динамічною.

Реалізація мети передбачає усвідомлення суб'єктами навчально-виховного процесу загальних цілей і завдань вивчення фізики та опанування навичками в проведенні навчального фізичного експерименту відповідно до вимог державного стандарту та концепції профільного навчання фізики.

Так, цілеспрямування глобальної мети навчання фізики в старшій школі ґрунтується на ідеях особистісно орієнтованої освіти, формування оригінального самостійного стилю мислення з метою подальшого розвитку творчого потенціалу особистості й врахування пізнавальних інтересів і намірів старшокласників щодо обрання подальшого життєвого шляху.

Будь-які зміни в соціальному замовленні приводять до внесення змін до цільового блоку, а отже і до змін у цільовому компоненті методичної системи навчального фізичного експерименту. Так само система навчального фізичного експерименту зазнає змін відповідно до розвитку засобів наукового експериментування та технологій.

Основа системи – змістовий блок, який містить три компоненти: освітньо-змістовий, ціннісно орієнтаційний, діяльнісно-практичний.

Освітньо-змістовий компонент – це відповідний матеріал навчального плану та програми, що є обов'язковим для оволодіння кожним учнем та перелік обов'язкового до виконання навчального експерименту з фізики, відповідних вмінь і навичок, якими повинен оволодіти учень, предметних компетентностей.

Зміст фізичної освіти повинен конструюватися відповідно до вимог системного підходу. Структура навчального курсу має відповідати етапам і структурі наукового пізнання; відповідати системним властивостям і змістовій

структурі фізичних теорій; відповідати психічним властивостям побудови навчального матеріалу; відображати діяльнісну природу наукового знання [162].

Усі фізичні знання, вміння та навички представляють собою певну систему, яка сформована у відповідності до цілей навчання. Згідно програм профільного навчання шкільний курс фізики вивчається відповідно до обраного профілю навчання: на рівні стандарту, академічному або профільному.

На рівні стандарту курс фізики обмежується обов'язковими результатами навчання, тобто мінімально необхідною сумою знань, які мають насамперед світоглядне спрямування; на академічному рівні закладаються базові знання з фізики, достатні для продовження навчання за напрямами, де потрібна відповідна підготовка з фізики; на рівні профільного навчання в учнів формуються фундаментальні знання з фізики, оскільки з їх удосконаленням учні здебільшого пов'язують своє майбутнє у професійному зростанні [303]. Відповідно до рівнів навчання змінюється не лише кількість дослідів, а й зміст навчального експерименту та ті вимоги, які ставляться до нього.

Навчальний фізичний експеримент як органічна складова педагогічної системи навчання фізики забезпечує формування в учнів необхідних практичних умінь, дослідницьких навичок та особистісного досвіду експериментаторської діяльності, завдяки яким учні стають спроможними у межах набутих знань розв'язувати пізнавальні завдання засобами фізичного експерименту [266]. Як нами було показано в п. 2.4, експеримент є основою формування емпіричного стилю мислення учнів, який у поєднанні з теоретичними знаннями дозволяє формувати цілісне наукове знання.

Співвідношення між різними видами навчального фізичного експерименту та його кількістю в контексті оптимального забезпечення вивчення навчального матеріалу не можна визначити нормативно, оскільки на їхній вибір впливає багато чинників. Це і відповідність обраного рівня самостійності учнів меті уроку, і підготовленість їх до сприймання навчального матеріалу на відповідному рівні, і сам зміст досліду, й уміння вчителя

забезпечити на уроці належний рівень пізнавальної активності учнів. У виборі конкретного його виду вчитель мусить керуватися тими міркуваннями, що кожна демонстрація, кожне спостереження або лабораторна робота, кожний дослід повинен, з одного боку, забезпечити виконання програмних вимог до експериментальної підготовки учнів на певному освітньому рівні, з іншого — розвивати в учнів готовність сприймати навчальний матеріал на оптимальному для них за пізнавальними можливостями рівні активності [266]. Отже, структура та зміст навчального фізичного експерименту повинні відповідати рівню опанування знань з фізики учнями, їх психологічним особливостям та індивідуальним запитам та нахилам.

Ціннісно орієнтаційний компонент передбачає врахування в змісті ціннісних орієнтацій кожного суб'єкта навчання, тобто спрямованості на майбутнє мети навчання, механізмів індивідуальної взаємодії.

Ми підтримуємо думку, висловлену Дж.Брунером, що "… навчальна програма має вибудовуватись з орієнтацією на ті проблеми, цінності і факти, знання яких дане суспільство вважає необхідним для кожного свого члена" [63, с.375].

Ціннісні орієнтації, як відомо, є найважливішими елементами внутрішньої структури особистості. Розвиненість ціннісних орієнтацій засвідчує зрілість особистості. Основний зміст ціннісної орієнтації особистості – це її світоглядні переконання, принципи поведінки. Саме ціннісні орієнтації підштовхують особистість до активності, корегують її діяльність, впливають на особисті інтереси та нахили. На прийняття рішення, яке спонукає до дії, безпосередньо впливає те, як оцінює людина навколишній світ, своє місце в ньому. Ця компонента є основою вибору майбутньої професії учня, яка пов'язана з відповідним профілем навчання.

Ціннісно орієнтаційний компонент забезпечує реалізацію не лише особистісно орієнтованого, а й аксіологічного та синергетичного підходів у системі навчального фізичного експерименту.

Ціннісно орієнтаційний компонент реалізується через розробку варіативного навчального експерименту, запровадження інформаційно-комунікаційних технологій, що дозволяють посилити самостійність пізнавальної діяльності, індивідуалізувати та адаптувати навчальний експеримент до умов та потреб навчання кожного учня.

Наукове знання має діяльнісну природу, що й обумовлює наявність в змістовому блоці такої компоненти як діяльнісно-практична. Саме в діяльності формується особистість, її інтелект, стиль мислення, розвиваються творчі здібності. Вміння проектувати свою діяльність є важливою складовою ключової компетентності особистості.

Найважливішим завданням навчальної пізнавальної діяльності є оволодіння учнем видами та способами розумових дій, які в подальшому можуть знайти своє відображення у системі практичних та теоретичних знань з фізики. Згідно з діяльнісною теорією, засвоєння знання є похідними від пізнавальних дій і засвоєння цих дій [116]. Пізнавальні дії, що здійснюються відповідно до поставленої та осмисленої мети, і передбачають процес розв’язання різноманітних пізнавальних завдань, є важливим компонентом процесу навчання фізики.

Навчальне пізнання являє собою діяльність, що складається з операцій і дій, які ведуть до досягнення цілей стандарту освіти [162, с.155].

У процесі навчання предметні дії тісно взаємопов’язані з процесами мислення. Учіння визиває активну діяльність сприйняття, спостереження, творчої уяви, які входять до операційного складу дій та сприяють успішному протіканню процесу навчання.

Діяльнісно-практичний компонент змістового блоку передбачає реалізацію в системі навчального фізичного експерименту, перш за все, діяльнісного підходу.

Реалізація даного підходу в системі ШФЕ була запропонована С.П.Величком і передбачала посилення ролі учня, який “по-перше, з одного боку виступає як об’єкт, а з іншого – як суб’єкт цього процесу, а, по-друге,

активність і відношення якого, а також мотиви суттєво впливають на процес навчання взагалі, включаючи реалізацію його через фізичні досліди, як невід'ємної складової цього процесу" [90, с.76].

Погоджуючись із визначеними науковцем чинниками, вважаємо за потрібне відзначити, що в сучасних умовах діяльнісний підхід набуває певних трансформацій, що відображаються у зміні вимог до результатів навчання. Перш за все, основною метою навчання стає не оволодіння конкретними знаннями, вміннями та навичками, а формування компетентностей учнів (ключових, предметних).

По-друге, змінюється й сама діяльність суб'єктів навчального процесу, оскільки вона відбувається у віртуально орієнтованому середовищі, яке значно впливає як на види навчальної діяльності, так і на функції цієї діяльності. Застосування інформаційних і телекомунікаційних технологій якісно змінює роль вчителя в управлінні навчальним процесом та розподіл функцій в цьому процесі між вчителем та учнем: учень стає більш активним та має можливість самостійно обирати траєкторію навчання. Більш того, учень перебирає на себе частково функції керівника процесом пізнання в навчальному середовищі, як це було нами показано в п. 2.3.

Отже, практично-діяльнісна компонента системи навчального фізичного експерименту набуває змін у відповідності до вимог не лише діяльнісного, а й компетентнісного та синергетичного підходів.

З іншого боку, профільна підготовка, яка здійснюється в школах відповідно до програм профільного навчання, відрізняється від загальноосвітньої підготовки більш конкретними професійно зорієнтованими характеристиками мотивів, мети, засобів і результатів навчальної, продуктивної, творчої діяльності, які виступають стосовно до учня у вигляді певних вимог. Учні повинні перейти від загального, точніше загальноосвітнього до конкретного профілю діяльності, який передбачає певну спеціалізацію, конкретизацію навчальної діяльності навколо визначеної групи професій.

Виходячи з означеного, діяльність учня в процесі опанування профілю навчання має починатися з актуалізації відповідних потреб і мотивів, бути забезпеченою необхідною вихідною інформацією й розгортанням пізнавального процесу, на основі чого він ставить мету і складає програму профільної навчально-пізнавальної творчої діяльності, перебіг якої має обов'язково призводити до суспільного та особистісно значущого результату. Все означене накладає певні вимоги на діяльнісно-практичну компоненту системи навчального фізичного експерименту старшої школи. В практичній діяльності учнів обов’язково повинен бути врахований профіль навчання.

Досягнення цілей навчання забезпечується єдністю змістової та процесуальної сторін навчання, оптимальним вибором відповідних форм і засобів навчання, що дозволяє підтримувати високий рівень пізнавальної активності учнів, сприяючи глибині й міцності усвідомлення ними нових знань.

Основним компонентом процесуального блоку, через який реалізується зміст навчання фізики нами обраний навчальний фізичний експеримент, що здійснюється в навчальному середовищі, яке передбачає інтеграцію віртуального та реального, враховує психолого-педагогічні та ергономічні вимоги до системи фізичного експерименту старшої школи (розділ 1), виконує відповідні функції.

Складова процесуальної компоненти «функції» містить усі функції навчального фізичного експерименту, що визначені Л.І.Анциферовим, доповнені С.П.Величком (стимулююча). Узагальнення наукових досліджень, в яких знайшли своє відображення різні функції, які шкільний експеримент виконував раніше, [17, 90], дозволяє нам систематизувати їх таким чином:

- Функція джерела знань – без експерименту неможливо визначити суттєві ознаки фізичного поняття;
- Функція наочності;
- Стимулююча функція – можливість експерименту посилити пізнавально-пошукову діяльність учнів та формувати стійкий інтерес до фізики;

- Світоглядна функція – наукове бачення навколишнього світу неможливе без спостережень за явищами, без дослідів.

- Методологічна функція – дозволяє виявити етапи наукового пізнання, є джерелом протиріч, може підтвердити або спростувати певну гіпотезу;

- Контролююча функція – експеримент є практичним методом навчання, тому його самостійне виконання учнем дозволяє об'єктивно оцінити рівень опанування знаннями, глибину розуміння фізики;

- Виховна функція – формування позитивного відношення до праці, таких моральних якостей, як наполегливість, відповідальність, цілеспрямованість, ініціатива та ін.;

- Раціонально-особистісна функція – спрямована на розвиток мислення, творчості та самостійності учнів;

- Профорієнтаціно-політехнічна функція – успішно розв'язує завдання підготовки учнів до активної діяльності в різних галузях виробництва.

Виходячи з нашого попереднього аналізу щодо розвитку системи шкільного фізичного експерименту в сучасних умовах старшої профільної школи, ми можемо стверджувати, що функції навчального експерименту повинні бути доповнені наступними:

- Інформативна – засіб отримання більшої інформації про фізичні явища та процеси навколишнього світу за рахунок використання новітніх інформаційних технологій в системі ШФЕ;

- Інтерактивна – можливість проведення навчального експерименту самостійно, поза межами лабораторії, необмежену кількість раз, завдяки використанню віртуальних лабораторних робіт та комп'ютерних моделей;

- Адаптивна функція – є засобом адаптації до нових умов навчання в профільній школі, завдяки чому стає можливою реалізація вимог синергетичного підходу.

Окремо вважаємо за потрібне зупинитися на адаптивній функції навчального фізичного експерименту, яка у віртуально орієнтованому середовищі старшої профільної школи набуває певної специфіки.

Теоретичні основи адаптації нами були розглянуті в п.1.5. Зупинимось детальніше на реалізації цього підходу в системі навчального фізичного експерименту старшої школи.

Аналіз педагогічної практики свідчить, що зміст шкільної освіти переобтяжений, а навчальний процес не завжди орієнтований на можливості учня, тому кількість учнів з високим рівнем навченості становить не більше 10–15%. Такими рисами, як працелюбство, допитливість, самостійність у навчанні, дисциплінованість, цілеспрямованість не володіє більше половини випускників загальноосвітніх навчальних закладів. Саме тому якісна освіта, на нашу думку, має поєднати у собі не лише великий обсяг загальних і спеціальних знань, а й особистісні риси, які дадуть змогу випускникам школи успішно адаптуватися у нових життєвих умовах, що відповідає сучасній синергетичній парадигмі освіти.

На нашу думку, реалізація профільного навчання не розв’язує усіх проблем наступності навчання. Твердження, що учні, які закінчують 9-й клас професійно самовизначилися, дещо перебільшене. Зрозуміло, що є школярі, які визначилися з майбутньою професійною діяльністю, але більше тих, хто сумнівається та не може зробити остаточний вибір. Часто, обравши гуманітарний або природничо-науковий напрям, учні ігнорують предмети «протилежного» напряму. В подальшому виникають складнощі під час вступу до вищих навчальних закладів і надалі в процесі навчання непрофільним предметам.

Усвідомлення практичного значення шкільного предмету, його місця в майбутній діяльності формує в учнів інтерес до предмету, а разом з ним і до професій, науково-теоретичну основу яких він складає. Вчитель, що викладає профільні предмети має можливість використовувати вмотивованість учнів до вивчення своєї дисципліни. У складнішому становищі опиняються вчителі, які

викладають непрофільні дисципліни. У цьому випадку вчителю дуже важко мотивувати учнів, навчати не лише основам дисципліни, а й сформувати усі зазначені вище якості особистості (працелюбство, допитливість, самостійність у навчанні тощо), знайти місток між своєю дисципліною і майбутньою професією учнів, які не будуть її використовувати у подальшій професійній діяльності.

Якщо до таких непрофільних предметів відносяться дисципліни математичного та природничо-наукового напряму, проблема адаптації до навчання поглиблюється. В цьому випадку низький рівень підготовки, як правило, супроводжується недостатнім розвитком логічного мислення та здатності аналізувати, структурувати інформацію, тобто таких якостей, які, як правило, розвиваються в процесі вивчення математики, фізики, хімії.

Поряд з означеними проблемами профільність старшої школи робить найважливішою для сучасних десятикласників проблему адаптації до нової ситуації навчання. Це такі питання, як адаптація в новому колективі, адаптація до навчального навантаження, що зросло за певним профілем, до нових вимог учителів.

Як нами було зазначено в п. 1.5, значна кількість учнів 10-х класів обираючи профіль навчання не визначилися з майбутньою професією, а одночасно і з тими дисциплінами, які їм будуть потрібні в майбутній професійній діяльності. Така невизначеність не призводить до позитивного ставлення старшокласників до фізики. До того ж по мірі вивчення фізики в основній школі інтерес до неї поступово падає.

Це неважко пояснити, оскільки в старших класах вивчення дисципліни потребує використання більшою мірою математичних знань. Учні починають визначати своє ставлення до фізики більш усвідомлено, враховуючи свої здібності до її вивчення. Але, хіба можна обрати усвідомлено те, що не знаєш і не розумієш? Така ситуація створює умови, що не сприяють мотивації учнів 10 непрофільних класів до вивчення фізики, а значить й успішній адаптації до нових умов профільного навчання.

Формуванню мотивів навчання сприяє успішна адаптація. З іншого боку, мотиви навчання відіграють важливу роль в процесі адаптації. Важливість питання формування мотивів навчання вже давно не викликає сумнівів та досліджується вченими в різних її аспектах. Мотиви розуміють як систему чинників, які обумовлюють поведінку, цілі, інтереси, потреби, наміри учня або як характеристику процесу, що підтримує поведінкову активність. Зрозуміло, що кожен період в житті людини передбачає зміни в її мотиваційній сфері, відбувається певна трансформація мотивів.

Як показано в дослідженні Н.Л.Рудої [311], інтенсивний процес самовизначення у період раннього юнацтва і спрямованість життєвих планів на майбутнє зумовили домінування у структурі навчальної мотивації учнів професійно-ціннісного мотиву. Школярі цього віку (незалежно від рівня їх навчальних досягнень) прагнуть стати кваліфікованими фахівцями: віддають перевагу навчанню задля професійного самовизначення. Друге місце у структурі навчальної мотивації посідає утилітарний мотив: сучасні учні досить інтенсивно схиляються до навчання бажанням мати у майбутньому високооплачувану роботу. Вікові особливості раннього юнацтва – прагнення бути авторитетним, опанування нових форм навчальної та соціальної взаємодії і співробітництва – зумовили також високе місце у структурі навчальної мотивації позиційного мотиву. При цьому, як показано в тому ж дослідженні [311, с.9], тиск з боку дорослих не є для учнів цього віку вагомою поштовхом до результативної навчальної діяльності. Отже, лише суб’єкт-суб’єктна взаємодія вчителя та учнів старших класів на уроках фізики на основі діалогу та гуманних відносин, що стимулює розвиток взаємин учителів та учнів як рівноправних партнерів сприяє розвитку взаєморозуміння та поваги до особистості. Саме особистісно орієнтований підхід, орієнтація вчителя на особистість як мету, суб’єкт, результат і показник ефективності навчання, обов’язкове врахування індивідуальних здібностей старшокласників та їхніх можливостей у різних видах навчально-пізнавальної діяльності дозволить

створити умови для задоволення потреб та інтересів учнів, а отже формування стійких мотивів до навчання фізики.

Означені обставини висувають проблему розробки такого навчального середовища, зокрема з фізики (оскільки фізику, як навчальну дисципліну, яка є улюбленою або потрібною у старшій школі з кожним роком обирає усе менша кількість учнів), в якому учні мали б змогу розвивати свої здібності за рахунок пізнавальної діяльності, а сама діяльність викликала задоволення та зацікавленість. У цьому аспекті, на нашу думку, вагоме значення мають інформаційно-комунікаційні технології та навчальний фізичний експеримент, можливості яких дозволяють реалізувати в навчально-виховному процесі значну кількість завдань, зокрема завдання адаптації до процесу навчання фізики в профільній школі.

Узагальнення наукових праць та сутності адаптації до навчання дало нам можливість визначити її багатофункціональний характер: по-перше, вона є необхідною умовою і водночас засобом оптимізації взаємодії учня з навчальним середовищем; по-друге, адаптація сприяє розвитку учнів і одночасно вдосконаленню навчального середовища; по-третє, адаптація є необхідним засобом оволодіння учнем різними видами навчальної діяльності.

Ми вважаємо, що методика навчання фізики в старших класах сучасної профільної школи повинна бути змінена в напряму врахування особливостей адаптації учнів цього віку до сучасного навчального середовища, а саме, враховувати такі позиції:

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

2) процес навчання повинен будуватися на основі взаємодії фізики з іншими предметами (в залежності від профілю навчання), використовувати їх розвивальні можливості (структурування знань, чіткість формулювань, гнучкість та системність мислення, засвоєння алгоритмів роботи з інформацією і т.д.); враховувати рівень соціальної адаптації учнів та їхні індивідуальні

особливості;

3) з метою адаптації учнів в процесі навчання фізики необхідно організовувати індивідуалізовану роботу з використанням новітніх інформаційних технологій. Така робота включає підготовку до різних видів занять (уроків – семінарів, практичних занять по розв'язуванню задач, лабораторних робіт і т.д.), виконання творчих завдань, організація самоконтролю та самоперевірки результатів навчання, що забезпечить розвиток логічного, абстрактного мислення, формування необхідних вмінь, дозволить виробити навички систематичної розумової праці, що, в подальшому, полегшить засвоєння інших профільних дисциплін.

У класах, де фізика є профільною дисципліною, як правило більшість учнів досить швидко проходять період адаптації до навчання цієї дисципліни, оскільки за їх переконанням фізика буде потрібною їм у майбутньому.

Фізика для непрофільних класів – предмет, який відноситься до нелюбимих. Більшість учнів гуманітарних класів (як показало опитування до 90%) вважають фізику нецікавою та непотрібною їм дисципліною. Але необхідність її вивчати приводить учнів до внутрішнього напруження, стану тривоги або стресу, бо більшість з них переживає за оцінку з предмету, що не призводить до позитивного ставлення старшокласників – гуманітаріїв до фізики.

Важливим засобом адаптації та формування позитивного відношення до навчання фізики в новому навчальному середовищі, на нашу думку, є фізичний експеримент.

Навчальний фізичний експеримент завжди був і залишається в центрі уваги науковців, що займаються питаннями методики навчання фізики, але, як показує проведений нами аналіз наукової та методичної літератури, проблема адаптації учнів старшої профільної школи до навчання фізики засобами навчального фізичного експерименту жодного разу не розглядалася в дослідженнях. Ті праці методистів, в яких були здійснені спроби розглянути дану проблему (О.І.Бугайов, В.П.Вовкотруб, О.І.Мельник, Г.І.Наумчик,

В.П.Сергієнко, Б.А.Сусь та ін.), торкалися лише питань адаптації змісту теоретичних питань фізики до вимог шкільної програми або певного напряму підготовки (військового, фізкультурного і т.д.), адаптації засобів навчання, приладів та установок до певних умов роботи відповідно до ергономічних вимог та ін..

Як показує практика роботи та наше дослідження, особливо проявляється адаптаційна функція експерименту в основній школі, коли учні лише починають вивчати фізику у 7 класі. Названа функція проявляється в тому, що, за опитуванням учнів основної школи, вони люблять і вивчають фізику саме тому, що в процесі навчання дуже багато експерименту, який не лише демонструє вчитель, але й виконують самі учні. 74% семикласників надають перевагу на заняттях фізики спостереженню дослідів, які проводить вчитель, 65% – бажають самостійно проводити досліди.

На жаль, у старшій школі експеримент практично втрачає свою адаптаційну функцію, а іноді навіть викликає негативні емоції з приводу його виконання (причому, така ситуація характерна як для учнів класів, де фізика є профільною дисципліною, так і для тих, хто вивчає її непрофільно). В 10 - 11 класах більшість учнів (65%) бажають на уроках слухати розповідь вчителя і лише 35% - полюбляють спостерігати за демонстраціями, що проводить вчитель. Самостійному виконанню дослідів надають перевагу лише 7% учнів. Таким чином, до 10 класу в учнів складається пасивна позиція по відношенню до вивчення фізики та процесу експериментування.

Одночасно з об’єктивними причинами існують і суб’єктивні, а саме, недооцінка вчителями ролі навчального експерименту у старшій школі, недостатнє використання усіх його можливостей в контексті широкого використання у системі шкільного фізичного експерименту інформаційно-комунікаційних технологій та систем віртуальної реальності, які змінюють як експеримент, так і навчальне середовище з фізики. Така ситуація негативно впливає не тільки на розуміння фізики як експериментальної науки, що розкриває сутність явищ, які відбуваються в навколишньому світі, а й не

дозволяє формувати навчально-пізнавальні мотиви навчання, не створює умов успішної адаптації до профільного навчання фізики. Для поновлення інтересу до вивчення фізики, формуванню мотивації з метою створення умов успішної адаптації до навчання в профільній школі необхідно внести певні зміни у методику проведення навчального фізичного експерименту в старшій школі.

Сучасною тенденцією розвитку системи навчального фізичного експерименту є запровадження інформаційних технологій та систем віртуальної реальності, які не лише дозволяють замінити застаріле обладнання сучасними комп'ютерними моделями, а й створюють умови для виконання дослідів відповідно до вимог синергетики, з урахуванням індивідуальних психолого-педагогічних особливостей кожного учня та особливостей адаптації учнів 10 класів профільної школи.

Як приклад запровадження синергетичного підходу, що одночасно дозволяє розкрити адаптаційну функцію експерименту, розглянемо методику проведення першої лабораторної роботи у 10 класі.

Такою є лабораторна робота «Визначення прискорення тіла під час рівноприскореного руху».

Відповідно до різних рівнів опанування навчального матеріалу ця робота має різний зміст та об'єм виконуваного дослідження. Але, оскільки з неї починаються самостійні дослідження учнів у старшій школі, незалежно від рівня ми пропонуємо проведення лабораторної роботи з урахуванням вимог адаптації в декілька етапів.

На першому етапі для усвідомлення сутності дослідження пропонується розв'язати таку задачу: кулька, що рухається із стану спокою, скочується похилим жолобом, довжина якого 70 см. Визначте прискорення кульки, якщо час її руху 1 с. (Для учнів, що навчаються за академічним та профільним рівнями дана задача може бути подана як задача з абстрактними даними). В процесі розв'язку, учні отримують формулу: $a = \frac{2s}{t^2}$.

Аналіз формули дозволяє виявити, які саме величини необхідно виміряти для того, щоб знайти прискорення тіла, і які для цього потрібні

прилади.

На другому етапі з метою кращого ознайомлення учнів з умовами проведення даної роботи, якісної підготовки до її виконання на реальному обладнанні, що, на нашу думку, дозволяє зменшити напруженість на уроці під час проведення дослідження кожним учнем, пропонується дома провести дослідження за допомогою віртуальної лабораторної роботи, яка виступає в якості моделі – тренажера. Для цього було використане ППЗ з фізики від АТЗТ «Квазар – Мікро Техно», а саме «Віртуальна лабораторія. 7-9» (рис. 3.11).



Рис. 3.11. Віртуальна лабораторна робота «Визначення прискорення тіла під час рівноприскореного руху».

Ознайомившись дома з планом виконання дослідження, виконавши його віртуально, учні мали змогу на уроці перед початком експерименту з’ясувати для себе ті моменти у порядку виконання роботи, які для них залишилися незрозумілими. Запровадження такого зворотного зв’язку вчителя з учнем в процесі експериментування дозволить створити умови для становлення самосвідомості, самостійності учня, що є необхідною умовою успішної адаптації.

Третім етапом є виконання лабораторної роботи на уроці з реальним обладнанням.

Як показує наш досвід, запропонована методика підготовки до лабораторної роботи значно зменшує напруження під час її виконання на уроці, учні з розумінням сутності проводять дослідження, наявне обладнання не викликає у них відчуття остраху, вони вільно користуються усіма приладами.

Проведений аналіз та власний досвід роботи в класах різного профілю (фізико-математичний, філологічний, правовий) дозволив нам виділити ті аспекти в розвитку системи навчального фізичного експерименту старшої школи, які суттєво впливатимуть на процес адаптації учнів до навчання фізики, на формування інтересу та позитивного ставлення до предмету. А саме:

1. Навчальний фізичний експеримент дозволяє встановити логічні зв’язки між розділами та темами курсу фізики і, таким чином, зменшити розумове навантаження, що сприятиме створенню комфортних умов навчання та кращій адаптації учнів.

2. Використання фізичного експерименту створює умови оптимізації навчального процесу за рахунок використання однотипного обладнання в процесі проведення демонстрацій, лабораторних робіт, фізичного практикуму, самостійних експериментальних досліджень, тобто запровадження в навчальному процесі комплектів обладнання у поєднанні з електронними засобами навчального призначення, що в свою чергу запобігає зайвому напруженню учнів.

3. Віртуальні лабораторні роботи та індивідуальні експериментальні дослідження можуть бути використані для самостійного вивчення або повторення окремих питань шкільного курсу фізики, що сприяє розвитку власної активності старшокласника, його саморозвитку, врахуванню індивідуальних здібностей. Наприклад, вивчення паралельного та послідовного з’єднання провідників в 11 класі є повторенням вивченого раніше, тому таку лабораторну роботу учні можуть виконати віртуально дома, з урахуванням власного темпу навчання.

4. Проведення лабораторних робіт, а особливо робіт фізичного практикуму в класах гуманітарного профілю, дозволить інтегрувати теоретичну

та експериментальну складові шкільного курсу фізики і, таким чином, полегшити вивчення складних теоретичних питань, одночасно поглибивши знання учнів.

5. Демонстрація фундаментальних дослідів як за допомогою реального обладнання, так і у вигляді віртуального об’єкту, дозволить розкрити історичний хід наукового пізнання, показати роль експерименту у становленні фізики як науки та стане одним із засобів мотивації до вивчення фізики.

6. Поєднання реального та віртуального в системі шкільного фізичного експерименту дозволяє запровадити в процесі навчання фізики принцип генералізації знань, коли в малому обсязі концентрується максимальна кількість навчальної інформації. Таке поєднання дозволяє суттєво спростити експеримент, зробити його доступним, надати можливість учневі обирати варіант виконання дослідження, створюючи в навчанні ситуацію успіху. Діяльність, яка приносить успіх і задоволення, буде ефективно впливати на процес адаптації.

7. Оскільки мова фізики як науки з її термінами, поняттями є складною, вивчення предмету вимагає від учнів чималих зусиль. Вихід з даної ситуації ми вбачаємо у поясненні фізичних явищ та процесів, встановленні закономірностей на основі широкого використання експерименту (перш за все, спостережень та демонстрацій) з опорою на приклади із повсякденного життя та у зв’язку із предметами, що є основою даного профілю (історія, право, література, мистецтво, фізкультура, біологія, хімія і т.д.).

8. Використання віртуальних лабораторних робіт в якості моделей – тренажерів, що дозволяють якісно підготуватися до виконання лабораторного експерименту на реальному обладнанні, дозволить зменшити напруженість на уроці під час проведення дослідження учнем і сприятиме розвитку власної активності старшокласника.

9. Використання для обробки результатів експериментів (у вигляді таблиць або графіків) можливостей програми для роботи з електронними таблицями Microsoft Excel або готових програм створених в інших

середовищах. Це значно полегшить процес обробки результатів, оскільки не вимагає значного розумового напруження та вирівнює можливості учнів з різним рівнем математичної підготовки.

10. Використання в системі шкільного фізичного експерименту старшої школи сучасного обладнання (різноманітних датчиків, електронних засобів навчального призначення) з метою формування стійкого інтересу до вивчення дисципліни.

11. Запровадження особистісно орієнтованого підходу в навчанні фізики, що передбачає врахування індивідуальних здібностей, можливостей та побажань учнів. З цією метою використання в навчанні таких прийомів, як проведення реального експерименту або показ віртуальної моделі виконаного вдома дослідження, пов’язаного з пошуком інформації про роботу сучасних приладів та обладнання, розв’язком домашніх експериментальних задач. При цьому з метою адаптації такі завдання в профільних класах повинні бути на межі складності, викликати необхідність пошуку, творчості, а в непрофільних класах – бути доступними, не викликати перевантаження.

12. Супроводження демонстрацій дослідів опорними конспектами, що дозволить запам’ятати та зрозуміти суть досліду та його результат, таким чином значно зменшить розумове напруження під час повторення або вивчення навчального матеріалу вдома самостійно.

13. Запровадження гуманізації спілкування, що дає змогу створити атмосферу психологічного комфорту, встановити особистий контакт. У зв’язку з цим, в процесі експериментування запровадження діалогічності, зворотного зв’язку – вчителя з учнем (в процесі проведення демонстраційного експерименту), учня з вчителем та із своїм внутрішнім світом (під час виконання лабораторних робіт, фізичного практикуму, самостійних експериментальних завдань). Такий зв'язок дозволить створити умови для становлення самосвідомості, самостійності учня, що є характерним для юнацького віку.

Означені аспекти в розвитку системи навчального фізичного

експерименту старшої профільної школи з різним ступенем ефективності (що залежить від профілю класу, вподобань та нахилів учнів, рівня розумового розвитку, наявності мотивації та ін.) дають позитивні наслідки для успішного пристосування учнів до умов віртуально орієнтованого навчального середовища з фізики, з витратою якомога меншої кількості як психічних, так й емоційних та фізичних зусиль. Запропоновані методичні прийоми успішно запроваджуються автором у процесі навчання фізики учнів Педагогічного ліцею Кіровоградської міської ради Кіровоградської області.

Отже, адаптація старшокласників до нового навчального середовища є основоположним компонентом навчання, а її результат – ефективне дієве засвоєння змісту навчального матеріалу. Тому в системі навчального фізичного експерименту можна означити адаптивну його функцію як одну з провідних серед інших притаманних йому та означених нами.

Реалізується навчальний фізичний експеримент через відповідні його види. Загальновизнані види навчального експерименту у зв’язку із необхідністю наскрізного та цілісно-системного застосування інформаційно-комунікаційних технологій доповнені нами такими видами, як імітаційний комп’ютерний експеримент, реально-віртуальний експеримент.

Пропонована система навчального експерименту передбачає врахування рівневості та варіативності відповідно до реалізації вимог синергетичного підходу. Рівневість навчального експерименту передбачається навчальною програмою з фізики для старшої школи, коли відповідно до профілю навчання фізичний експеримент виконується не лише в різній кількості, а й з різним змістом і ступенем складності завдань дослідження. Синергетичний підхід у розвитку системи навчального експерименту детально розглянутий у п.2.3.

Важливою складовою процесуального компоненту «навчальний фізичний експеримент» є матеріально-технічне та методичне забезпечення, що, в першу чергу, вимагає використання в системі експерименту комплектів обладнання на основі інтеграції віртуального та реального. Такі тематичні комплекти обладнання включають в себе сучасне обладнання для проведення

реального фізичного експерименту у поєднанні з електронними засобами навчального призначення (цифровими інформаційними комплектами) та входять до складу навчально-методичних комплексів вивчення питань курсу фізики і використовуються як для демонстраційного, так і для лабораторного експерименту, що дозволяє створити матеріально-технічні умови для реалізації сучасних педагогічних технологій та передових методик (п.3.1, 3.2).

Методичний аспект системи навчального фізичного експерименту в старшій школі визначається через: складання цільової навчальної програми для реалізації поставленої мети; розробку навчального експерименту; проектування індивідуальних навчально-дослідних, наукових робіт учнів з фізики для вироблення самостійного і оригінального стилю мислення; підготовку методичних матеріалів для реалізації в навчально-виховному процесі системи навчального експерименту.

Ефективність системи НФЕ перевіряється через досягнення прогнозованих освітніх цілей. У зв’язку з цим невід’ємною складовою методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи є результативно-діагностичний блок, складовими якого є критерії та рівні сформованості емпіричних та теоретичних знань, рівнів досягнень учнів у вивченні фізики, активності учнів, визначення яких дозволяє виявити ефективність самої системи та провести відповідне корегування суб’єктами навчально-виховного процесу досягнутих результатів.

Система навчального фізичного експерименту відповідно до вимог синергетики є відкритою системою, здатною змінюватись під дією зовнішніх впливів (п.2.3), до яких відносяться вимоги суспільства, стандартів, концепції розвитку освіти, тенденції розвитку педагогічних систем та інше.

Реалізація змісту та завдань, визначених у методичній системі, має ґрунтуватися на дотриманні відповідних методологічних підходів до організації навчального середовища в старших класах загальноосвітніх навчальних закладів, а саме компетентнісного та синергетичного.

На формування системи навчального фізичного експерименту вирішальний вплив чинять організаційно-педагогічні умови конкретного навчального закладу, в яких відбувається процес навчання фізики. Серед важливих педагогічних умов нами виділені: особливості організації навчально-виховного процесу у зв’язку із запровадженням профільного навчання, синергетичного підходу та віртуального навчального експерименту, як складової системи фізичного експерименту старшої школи; забезпечення системою навчально-виховних впливів вищої, ніж традиційна, ефективності, тобто синергетичного ефекту; створення умов позитивної навчальної мотивації; системність і наступність у змісті навчально-виховної роботи учнів середньої та старшої школи; тісний зв'язок траєкторій індивідуального психологічного розвитку, предметно-перетворюючої діяльності суб’єкта та соціальних запитів суспільства; визначення рівня попередньої підготовки до використання інформаційних технологій, який визначає індивідуальну траєкторію навчання; відповідність змісту системи сучасним тенденціям розвитку та стандартам освіти, що передбачають умови самонавчання; визначення варіативної складової системи, яка передбачає запровадження синергетичного підходу; матеріально-технічне забезпечення навчального закладу, що дозволяє запроваджувати сучасні види навчального експерименту. До складу педагогічних умов нами внесені також запропоновані дидактичні основи інтеграції реального та віртуального навчального фізичного експерименту (п.3.4).

Розроблена нами методична системи навчального фізичного експерименту є поліструктурною, відкритою, динамічною, що реалізується в сучасному віртуально орієнтованому навчальному середовищі та передбачає таку діяльність вчителя та учнів, що ґрунтується на діалогічності, взаєморозумінні та орієнтації на задоволення потреб та нахилів кожного суб’єкта навчально-виховного процесу. Запропонована методична система успішно реалізована через використання в навчально-виховному процесі

загальноосвітніх навчальних закладів навчально-методичних комплексів експериментального вивчення фізики.

Висновки до розділу 3

Проведений в попередніх розділах аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку системи навчального фізичного експерименту старшої школи дозволив виявити напрями та дидактичні основи комплексного підходу щодо використання віртуального та реального в процесі навчання фізики та в системі навчального фізичного експерименту, а також узагальнити та сформулювати наступні висновки.

1. Сучасний етап розвитку навчального фізичного експерименту ми визначаємо як сьомий, для якого характерним є широке використання в системі експериментування засобів ІКТ, систем віртуальної реальності та навчально-методичних комплексів на їх основі. Складовими елементами таких комплексів є комплекти реального обладнання та цифрові навчальні комплекти.

2. Розвиток сучасної системи навчального фізичного експерименту пов'язаний із використанням у начальному процесі електронних засобів навчального призначення. Як перспективний напрям розвитку системи ШФЕ через запровадження ІКТ, *пропонуємо* створення цифрових навчальних комплектів – набору освітніх продуктів різних виробників для навчального процесу з фізики в умовах віртуально орієнтованого навчального середовища.

3. Аналіз взаємозв’язків віртуального та реального в системі ШФЕ старшої школи дав нам можливість *вперше визначити* освітні можливості такої інтеграції в процесі навчання фізики, які можуть бути розкриті та використані з метою ефективної організації навчально-пізнавальної діяльності учнів. Показано, що використання такого потенціалу в системі навчального фізичного експерименту викликає наявність багатопланового впливу інтеграції на весь навчально-виховний процес. При цьому змін зазнає дидактична система (цілі, зміст, засоби, методи, форми), методична система (урізноманітнюються методи

та форми організації навчально-виховного процесу), методологічний компонент (впровадження синергетичного підходу), гносеологічний компонент (поєднання теоретичного ат емпіричного пізнання), психологічні особливості розвитку учнів та процес виховання.

Визначені освітні можливості інтеграції віртуального та реального можуть бути реалізовані завдяки запровадженню *пропонованих нами* методичних прийомів, що сприяють посиленню ролі емпіричної складової в пізнавальній діяльності учнів.

4. Розглянуті нами в дослідженні варіанти взаємодії віртуального та реального як двох складових сучасного світу та факторів розвитку системи навчального фізичного експерименту дозволяє зробити висновок про те, що, які б варіанти існування віртуального та реального не розглядалися, їх взаємодія є безсумнівною. Застосовуючи цей висновок до інтеграції віртуального та реального навчального фізичного експерименту, ми *стверджуємо*, що реальний та віртуальний експерименти повинні бути взаємопов'язані та взаємообумовлені, між ними повинна бути наступність. Оптимальним можна вважати таке їх поєднання, за якого досягається максимальний педагогічний ефект. Оптимальність поєднання віртуального та реального експериментів визначається їх якісним та кількісним співвідношенням, яке, в свою чергу, визначається віковими та індивідуальними особливостями учнів, методичними особливостями розділу фізики, що вивчається, інформаційною ємкістю експерименту, яка не повинна перевищувати можливості школяра сприйняття та усвідомлення навчальної інформації.

5. Проведений психолого-педагогічний та науково-методичний аналіз навчального процесу з фізики в старшій профільній школі дозволив нам *вперше запропонувати* дидактичні основи інтеграції віртуального та реального в системі навчального фізичного експерименту старшої школи, які є базою для обґрунтування навчально-методичної системи фізичного експерименту старшої школи.

6. На основі запропонованої нами в розділі 2 функціональної моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи нами *розроблена та запропонована* методична системи навчального фізичного експерименту старшої школи, що ґрунтується на засадах інтеграції віртуального та реального, забезпечує реалізацію синергетичного та компетентнісного підходів. Створена система є відкритою, динамічною, поліструктурною та містить чотири блоки, що відповідають основним компонентам методичної системи: цільовий, змістовий, процесуальний, результативно-діагностичний, враховує організаційно-педагогічні умови, в яких відбувається процес навчання та особливості навчального середовища.

7. *Виділені,* як нові, наступні функції експерименту в старшій школі: інтерактивна, індивідуалізації, адаптивна. Адаптивна функція експерименту дозволяє розв’язати проблему адаптації учнів до нових умов профільного навчання в старшій школі і, таким чином, сприяє мотивації до навчання фізики. Проведене дослідження та власний досвід роботи в класах різного профілю дозволив нам вперше виділити ті аспекти в розвитку системи НФЕ старшої школи, які суттєво впливають на процес адаптації учнів до навчання фізики та формування інтересу й позитивного ставлення до предмету.

Результати даного етапу дослідження знайшли відображення в таких публікаціях [81, 83, 84, 317, 319, 321, 325, 326, 330, 337, 343, 344, 351].

РОЗДІЛ 4

РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ІНТЕГРОВАНОГО НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ СТАРШОЇ ШКОЛИ

4.1. Методичні підходи до використання віртуального та реального в системі навчального експерименту з фізики старшої школи

Серед найбільш значущих рис системи освіти XXI століття найчастіше називають формування відкритої системи освіти, яка дозволяє кожній людині обирати свою власну траєкторію навчання, а також застосування нових інформаційних технологій у процесі відбору, накопичення, систематизації і передачі знань. У всесвітній доповіді з освіти «Учителі, педагогічна діяльність і нові технології» (Париж: ЮНЕСКО, 1998) було акцентовано увагу на тому, що відставання середньої освіти від розвитку інформаційних технологій, невикористання їх у навчальному процесі, а також наявність відмінностей у методах пошуку знань у школі та поза нею призведуть до проблематизації питання про доцільність такої освіти.

Сучасні інформаційні технології утворюють, як нами зазначалося, принципово нове середовище, що має великий вплив на усі сфери людської діяльності. Саме в такому середовищі має бути реалізована пропонована нами методична система навчального фізичного експерименту старшої школи. З метою виявлення особливостей її реалізації проаналізуємо методичні особливості вивчення шкільного курсу фізики та запровадження системи навчального фізичного експерименту у 10-11 класах відповідно до сучасних тенденцій.

Аналізуючи названу проблему, враховуємо, що «загальновизнаною ідеєю сучасного навчання вважається його відповідність розвитку науки, а також тим методам пізнання, які в науці є вирішальними», а «головна мета навчання фізики в середній школі полягає у розвитку особистості учнів

засобами фізики як навчального предмета, зокрема завдяки формуванню в них фізичних знань, наукового світогляду і відповідного стилю мислення, екологічної культури, розвитку в них експериментальних умінь і дослідницьких навичок, творчих здібностей і схильності до креативного мислення» [303, с.4].

Навчання учнів за профілями вимагає оновлених підходів до змісту, методів і засобів навчання. На думку вчителів, сьогодні найактуальнішими проблемами профільного навчання є відсутність необхідних засобів навчання: нестача відповідного обладнання – 55,3%; нестача підручників і навчальної літератури з профільних предметів – 49,9% [262, с.16].

Навчальний процес з фізики відчуває ці проблеми більш гостро, бо потребує обов'язкового залучення навчального фізичного експерименту. Однак на сьогодні застосування фізичного експерименту у профільному навчанні, як нами вже було зазначено в п. 3.1, спіткає одразу дві вагомі об'єктивні проблеми – практична відсутність сучасного обладнання у кабінетах фізики для повноцінного забезпечення навчального експерименту та невідповідність навчально-методичного забезпечення фізичного експерименту у профільних класах вимогам сучасної парадигми освіти, що ґрунтується на компетентнісному та синергетичному підходах.

У профільному навчанні фізичний експеримент, на наш погляд, має набути певної специфіки відповідно до рівня та профілю викладання фізики. Так у курсі фізики профільного рівня фізичний експеримент окрім відображення наукових методів пізнання навколишнього світу має забезпечити учнів знаннями і вміннями майбутнього напрямку професійної діяльності. Наприклад, навчальний фізичний експеримент у класах природничого профілю, на нашу думку, має дещо відрізнятись від фізичного експерименту у класах інших профілів навчання, набуваючи інтегративного характеру. Оскільки навчання фізики у таких класах потребує не формальних, а дієвих знань з фізики, вміння їх використовувати у природничій галузі, особливого значення набуває профільна (прикладна, професійна) спрямованість експериментальних завдань і дослідів, міжпредметний та інтегративний характер фізичного

експерименту (для даного профілю - природничих дисциплін: фізика + хімія + біологія + географія), надпредметний рівень експериментальних завдань (здатність завдань навчального фізичного експерименту переносити знання учнів у нові нестандарті ситуації, де знання з фізики є інструментом для розв'язування ряду задач). Означені риси навчального фізичного експерименту віддзеркалюють компетентнісно орієнтований підхід до профільного навчання фізики і сприяють формуванню профільно-предметної компетентності учня з фізики.

Ми вважаємо, що врахувати усі особливості навчального фізичного експерименту відповідно до профілю навчання фізики та вимоги, які ставляться до формування профільно-предметної компетентності учня з фізики [302] з урахуванням стрімкого розвитку інформаційних технологій та систем віртуальної реальності, можливо лише на основі інтеграції у запровадженні віртуального і реального в системі ШФЕ.

Відповідно розв’язання означених проблем бачиться нами в площині реалізації розробленої нами методичної системи навчального експерименту старшої профільної школи на основі інтеграції віртуальної та реальної складових.

З метою виявлення напрямів реалізації пропонованої методичної системи проаналізуємо особливості запровадження реального та віртуального в процесі виконання різних видів навчального експерименту.

Під системою навчального експерименту розуміють сукупність взаємопов’язаних предметів навчального обладнання, методів і методичних прийомів, що відповідають домінуючій концепції навчання і виховання [216, с.5]. Шкільний фізичний експеримент охоплює такі його види:

1) демонстраційні досліди;

2) фронтальні, групові та індивідуально-групові лабораторні роботи (часто у методичній літературі ідеться лише про фронтальні лабораторні роботи як про вид навчального експерименту, а фронтальна, групова чи індивідуальна

робота учнів у такому разі визначена як форма організації навчальної діяльності);

3) роботи фізичного практикуму;

4) експериментальні задачі;

5) позакласні досліди та спостереження (домашні лабораторні роботи);

6) мисленнєвий експеримент.

На нашу думку, останній вид експерименту, як вид навчальної діяльності, має право на існування і може мати місце під час пояснення нового матеріалу чи розв'язування задач, але обов'язково має бути підтверджений даними, отриманими експериментально чи на основі спостережень за природними явищами. Якщо в реальному експерименті вчитель чи учень з метою вивчення властивостей того чи іншого явища може змінювати та варіювати умови його проведення, то в *мисленнєвому експерименті* ці умови є уявними, але уява при цьому суворо регулюється добре відомими законами науки і правилами логіки. Дослідник оперує чуттєвими образами або теоретичними моделями, тому мисленнєвий експеримент стосується скоріше теоретичних, ніж емпіричних методів дослідження. Більшість результатів, отриманих на основі побудови комп'ютерних моделей, можна з певним наближенням назвати результатами мисленнєвого експерименту. Мисленнєвий експеримент не можна розглядати як форму практичної діяльності людини. Власне експериментом його називають лише умовно, оскільки спосіб розмірковування в ньому є аналогічним порядку операцій у реальному експерименті. Класичним прикладом є мисленнєвий експеримент Ейнштейна з ліфтом, що вільно падає. Результатом було формування принципу еквівалентності гравітаційної та інертної маси, покладеного в основу загальної теорії відносності.

Термін "мисленнєвий експеримент" (Gedankenexsperiment) запровадив у фізику Ернст Мах. У своїй книзі "Механіка" Мах стверджував, що кожен з нас володіє великим запасом одержаних з досвіду "інстинктивних" знань. Ці знання можуть бути недостатньо чітко сформульовані, але у відповідній ситуації вони

знайдуть своє використання на практиці. Кожна людина в своїй уяві може створювати ту або іншу ситуацію, виконувати певні розумові дії і одержувати результат, який, так само, як і результат матеріального експерименту, відповідатиме об'єктивній реальності [256].

Мисленнєві експерименти застосовували у фізиці в різні часи Арістотель, Архімед, Галілей, Ейнштейн, Мах, Карно, Максвел, Больцман, Гейзенберг та ін. [119]. Описи експериментів видатних фізиків показують, що до основних їх рис можна віднести такі:

1. Мисленнєвий експеримент – це метод дослідження різного роду явищ за допомогою уяви. У всіх випадках, коли необхідне пізнання найглибших сутностей і зв'язків при високому ступені абстракції від реальних умов, дослідник звертається саме до мисленнєвого експерименту.

2. Експеримент проводиться у сфері свідомості, де провідна роль належить мисленню, а операції підкоряються деяким правилам, що випливають із знання об'єктивних законів і правил логіки.

3. Мисленнєвий експеримент дозволяє досліджувати ситуації, нездійсненні практично, хоча іноді принципово можливі.

4. У мисленнєвому і реальному експериментах технології є схожими.

Виходячи з означених властивостей, можемо стверджувати, що мисленнєвий експеримент є віртуальним.

Окрім фізичних мисленнєвих експериментів науці, широко відомі такі експерименти, як філософські апорії Зенона (Ахіллес і черепаха, дихотомія, стадіон, стріла Зенона); кібернетичні мисленнєві експерименти (задача двох генералів, китайська кімната, імітація реальності, мозок у колбі); деякі інші (теорема про нескінченних мавп, парадокс Ньюкома, парадокс ув'язнених, кімната Марії) [265].

Весь ланцюг міркувань під час мисленнєвого експерименту здійснюється на основі наочних образів. Мисленнєве експериментування пов'язано з процесом ідеалізації і за своєю логічною структурою є гіпотетико-дедуктивною побудовою. Воно здійснюється на основі виробленої програми,

плану-схеми з переробки початкової інформації та виходить з досвіду і будується на основі реальних законів досліджуваних явищ і, як правило, не виходить за межі емпіричних передумов.

Отже, мисленнєвий експеримент – це специфічний метод пізнання, в якому дослідник аналогічно з матеріальним експериментом оперує з ідеальними об'єктами і експериментальними умовами з метою виявлення істотних зв'язків і відносин матеріальних об'єктів, що вивчаються.

Логічна структура мисленнєвого експерименту включає процеси абстрагування, ідеалізації, аналогії, узагальнення.

Важливу роль у здійсненні мисленнєвого експерименту виконує *абстрагування*. Зміст його полягає в тому, що річ, властивість, відношення мисленнєво відокремлюється від усієї сукупності інших речей, властивостей та відносин і розглядається як самостійний об'єкт у чистому вигляді. Абстрагування дозволяє створювати різноманітні моделі явищ та процесів, зберігаючи лише важливі їх зв'язки, властивості та відносини. Однак, здійснюючи мисленнєвий експеримент, необхідно абстрагуватися тільки від несуттєвих чинників, що не впливають на зміст аналізованої проблеми. При цьому важливо не втратити якісну визначеність, цілісність ситуації або явища, зберегти системотвірні зв'язки об'єкта аналізу.

Своєрідним продовженням абстрагування є *ідеалізація*. У мисленнєвому експерименті вона є мисленнєвою конструкцією понять про об'єкти, що не існують насправді, але для яких є прообрази в реальному світі (наприклад, матеріальна точка, ідеальний газ, точкове джерело світла і т.д.). "Річ у тім, що конструювання об'єктів, які ідеалізуються, подальше їх вивчення в експерименті є способом виявлення у "чистому вигляді" певних залежностей, які стають ключем для розкриття всієї системи відносин між реальними об'єктами" [236]. Отже, абстрагування та ідеалізація є важливими передумовами плідного мисленнєвого експерименту. Їх використання дозволяє створити такі експериментальні ситуації, які не можуть бути реалізовані у матеріальному експерименті.

Важливу роль у мисленнєвому експерименті виконує метод *аналогії*. Мислення має властивість співставляти і порівнювати різні явища, відтворювати схожі риси різних об'єктів у вигляді асоціативних образів, а потім співвідносити їх із явищами зовнішнього світу, переносити інформацію з одного об'єкта на інший і на цій основі виробляти нові уявлення. Ця властивість виявляється як метод аналогії. Метод аналогії широко використовується багатьма поколіннями. Застосування цього методу відіграє значну роль в активізації творчої думки. Це сприяє формуванню креативності – важливої характеристики мислення учнів.

До логічних засобів, що мають велике значення у мисленнєвому експерименті, належить *узагальнення*. Узагальнення – мисленнєвий перехід від часткового до загального, виокремлення властивостей, що належать деякому класу предметів, формулювання висновку, що розповсюджується на кожний окремий предмет даного класу [310]. За допомогою логічної операції узагальнення об'єднуються та фіксуються у поняттях, категоріях і законах, схожих властивостях та відносинах низка явищ. Операція узагальнення спирається на індукцію і дедукцію, аналіз і синтез. Вона безпосередньо стосується створення мисленнєвих моделей і широко використовується при комплексному дослідженні складних ситуацій, об'єктів тощо.

У мисленнєвому експериментуванні важливу роль виконують такі психологічні процеси як уява, фантазія, інтуїція.

Уява – творчий процес створення нових образів на основі переосмислення минулого сприйняття. Вона відтворює, хоча і в зміненому вигляді, явища, які можна спостерігати насправді, або відображені пам'яттю їх образи. *Фантазія* також ґрунтується на уявленнях. Але це нові незвичайні образи, які не мають прямого аналога у житті (сфінкси, трансформери, інопланетяни тощо). Тому застосування фантазії вимагає великої критичності розуму учня, здатності співвідносити нові образи з фактами науки, дійсністю. Інакше не уникнути безплідних побудов і помилкових ідей. Особливу значущість уява і фантазія мають при вирішенні специфічних завдань в умовах,

що швидко змінюються, у ситуаціях, коли важливих відомостей не вистачає, а наявна інформація є неточною або суперечливою. У цьому випадку важливим елементом структури мисленнєвого експерименту стає *інтуїція* як здатність прямого, безпосереднього збагнення істини без попередніх логічних міркувань і доказів. Основними її рисами є безпосередність, раптовість і миттєвість розуміння сутності явища чи процесу, що вивчається, але одночасно й неусвідомленість причини цього розуміння. Вона виявляється як передчуття, здогадка, проникливість тощо. У мисленнєвому експерименті інтуїція і уява нерозривно пов'язані між собою, проникають один до одного. "Подібно уяві інтуїція обов'язково спирається на попередні знання, всебічне попереднє вивчення проблеми" [41, с. 40]. Поєднання окремих висновків, одержаних на основі абстрагування, аналогії, ідеалізації, індукції або дедукції часто неможливе без інтуїції.

Отже, за своєю структурою мисленнєвий експеримент є особливим інтегральним методом теоретичного мислення, синтезом конкретно-наукових та інтуїтивних евристичних засобів вирішення завдань. Про значні можливості такого експерименту свідчить різноманіття його пізнавальних і прикладних функцій. В першу чергу це *евристична функція,* яка дозволяє розкривати закономірності функціонування і розвитку нових сфер об'єктивного світу, створювати нові теорії, знаходити способи вирішення практичних завдань, а також функція *пошукового прогнозування,* яка дозволяє здійснити рух у дослідженні від засобів і можливостей до потреб і цілей.

Мисленнєвий експеримент є одним з найефективніших засобів вирішення проблемних ситуацій. Штучне створення у навчальних цілях проблемних ситуацій змушують учнів аналізувати ці ситуації, висувати версії, гіпотези, шукати варіанти оптимального їх вирішення, тобто застосовувати мисленнєве експериментування.

В умовах малої забезпеченості якісним лабораторним обладнанням кабінетів фізики мисленнєвий експеримент можна і потрібно проводити на уроках, але обов'язково підкріплювати його наочністю, що підтверджувала б

зроблені у його ході висновки, а саме комп'ютерними моделями та візуалізацією. У цьому випадку досить корисними буде також використання відеофрагментів та науково-популярних фільмів.

Отже, з таким видом експерименту як мисленнєвий, який досить часто застосовується саме в старшій школі, досить добре узгоджується віртуальне (він сам практично є віртуальним), оскільки для його використання учні повинні володіти достатнім ступенем теоретичного мислення, що характерне для даного віку.

Експериментальні фізичні задачі сприяють посиленню експериментальної основи шкільного курсу фізики та надають учням впевненості, що знання з фізики завжди можуть бути використані на практиці, тобто формують діяльнісно-практичну складову компетентності, оскільки передбачають не лише теоретичне розв'язання проблеми, а й дослідну її перевірку. Такі задачі дозволяють учням проявити свою самостійність, творчість та показують нерозривний зв'язок між теорією та практикою. Окрім того, експериментальні задачі демонструють дію фізичних законів у природничо-професійному спрямуванні, збуджуючи таким чином в учнів інтерес до фізики, формують експериментаторські вміння, розвивають спостережливість, вміння досліджувати, тим самим формуючи профільно-предметну компетентність учнів.

У методичній літературі, як відомо, експериментальними вважаються такі задачі, які не можуть бути розв'язані без проведення експерименту або вимірювань певних величин. Тобто передбачається, що дані для конкретної задачі повинні бути отримані в процесі проведення експерименту (демонстраційного, лабораторного), або перевірку теоретичних результатів необхідно здійснити експериментально.

Реалізація в процесі навчання фізики вимог діяльнісного, особистісно орієнтованого та синергетичного підходів передбачає посилення ролі самостійного варіативного експерименту у запровадженні методів експериментального дослідження природних явищ та процесів. Отже, під час

підготовки експериментальних задач вчитель повинен ретельно проаналізувати можливі варіанти її розв’язання та врахувати їх під час дослідної перевірки.

Дуже часто на практиці вчителі не використовують експериментальні задачі з причини відсутності необхідного для їх реалізації обладнання. Але, на наш погляд, раціональне поєднання у системі навчального експерименту демонстрацій, лабораторних робіт та фізичного практикуму із розробленими на їх основі експериментальними задачами, що враховують профіль навчання та сучасні тенденції розвитку шкільного фізичного експерименту (п.3.1.), є одним із головних напрямків оптимізації навчального процесу з фізики, розвитку творчих здібностей та нахилів учнів.

Комп’ютерні моделі, які використовує вчитель для проведення демонстраційного експерименту, які одночасно дозволяють досліджувати фізичні явища та процеси, розкриваючи механізми їх перебігу, можуть успішно використовуватися для постановки експериментальних задач.

Виконання віртуальної лабораторної роботи дозволяє учневі отримати експериментальні дані, які далі використовуються ним у відповідності до поставленого завдання, яке може бути сформульовано у вигляді експериментальної задачі.

Ми пропонуємо використовувати експериментальні задачі, як додаткові завдання до лабораторних робіт, що дозволить не лише ширше їх впроваджувати в процесі експериментування, а й запровадити варіативність та синергетичний підхід до навчального експерименту. Наприклад, до лабораторної роботи «Визначення періоду дифракційної ґратки», ми пропонуємо такі експериментальні завдання: 1 – дослідити, використавши іншу решітку, як впливає зміна періоду дифракційної решітки на кут відхилення променів; 2 – розмістити CD – диск так, щоб світло від далеко розміщеної лампочки або від Сонця ковзало по його поверхні. Описати та пояснити спостережувану картину.

У процесі вивчення геометричної оптики, а саме властивостей лінз, нами запропоновані до розв’язання, наприклад, такі експериментальні задачі:

1. Визначити фокусну відстань системи лінз (дві збірні, збірна та розсіювальна),

2. У Вас є лише джерело світла та дві збірні лінзи однакового діаметра. Як визначити, яка з двох збірних лінз має більшу оптичну силу? Перевірте результат на досліді.

3. Як визначити, яка з двох лінз – збірна чи розсіювальна – має більшу оптичну силу? Перевірте на досліді.

4.. Визначте експериментально положення головних фокусів системи двох лінз, розміщених на відстані L одна від одної.

Зрозуміло, що формувати експериментальні вміння учнів лише на основі використання комп'ютерного експерименту неможливо. Тому, в процесі розв'язування експериментальних задач, особливо в класах природничого, фізико-математичного, технічного профілів, головним залишається реальний експеримент, запровадження якого повинно бути узгоджено та інтегровано із віртуальним. Лише в цьому випадку, як показує практика, можливо досягти поставлених завдань у навчанні та вихованні учнів.

Виконання учнями дослідів і спостережень удома є важливим доповненням до процесу навчання фізики. Особливого значення позакласні фізичні досліди та спостереження набувають у класах фізико-математичного або природничого профілю. Адже такі профілі навчання передбачають формування компетентності учнів поєднувати природничо-наукові знання з їх практичним застосуванням, а також розвиток інтересу до природничої галузі науки, методів її вивчення та дослідження.

Домашні досліди та спостереження дозволяють поширити зв'язки теорії з практикою, розвивають творчі здібності учнів, вчать самостійному проведенню дослідження, постановці проблеми, висуванню гіпотези та її перевірці, розвивають інтерес до фізики та інших природничих наук, розвивають увагу, спостережливість, наполегливість, привчають до свідомої праці.

Домашні досліди та спостереження необхідно застосовувати, оскільки вони значно підвищують мотивацію до навчання фізики. Але, на жаль, в домашніх умовах більшість фізичних явищ дослідити реально важко, або просто неможливо (можливо лише провести спостереження, не заглиблюючись у сутність явища або процесу). Тому в системі навчального фізичного експерименту даний його вид передбачає широке використання комп'ютерних моделей поряд з реальними спостереженнями явищ і процесів та їхнього виконання за допомогою наявного вдома або виготовленого саморобного обладнання. На користь запровадження віртуальних досліджень вдома виступає ще й такий чинник, як підвищення рівня безпеки експерименту. Оскільки проведення самостійного реального досліду учнем вдома вчитель контролювати не може, то з вимог техніки безпеки це значно обмежує кількість таких дослідів, а значить не забезпечує повноцінного формування узагальнених експериментаторських вмінь учнів.

З іншого боку, з урахуванням профільності навчання в старшій школі, учні, що вивчають фізику за рівнем стандарту та не мають стійкого інтересу до її вивчення, мають можливість досліджувати природні явища та процеси вдома із залученням комп'ютерних моделей та візуалізацій, вивчати будову та принцип дії різноманітних сучасних пристроїв і механізмів, що дозволить активізувати їхню пізнавально-пошукову діяльність. Тому, на нашу думку, в домашніх дослідженнях поряд з реальним доцільно використовувати й віртуальний експеримент.

Досліди і спостереження, які учні проводять вдома із залученням мультимедійних засобів, оформлюються у вигляді звіту, створеного у програмі MS PowerPoint або Movie Maker, який містить короткий опис роботи, схеми, фото або відео фрагменти проведення досліду, результати та висновки. Наприклад, в такому варіанті ми пропонуємо проводити роботу по спостереженню явищ інтерференції та дифракції світла в класах гуманітарного профілю.

Демонстраційний експеримент, що включає демонстрацію схем і таблиць, показ установок, діючих моделей та макетів, показ демонстраційних дослідів та їх моделей за допомогою комп'ютера є головним засобом унаочнення процесу навчання фізики і може бути використаний для різних дидактичних цілей: з метою якісної або кількісної оцінки об'єкту вивчення, з метою ілюстрації, конкретизації, ілюстрації або доповнення інформації про досліджуване явище, для побудови фундаменту певної фізичної теорії, для спостереження нових явищ, для розкриття основ експериментальних методів дослідження, для визначення фундаментальних констант [90, с.90].

Під час підготовки та проведення демонстраційного експерименту основна діяльність здійснюється вчителем, учні, як правило, лише спостерігають, фіксують та аналізують експериментальні дані. Незважаючи на це, демонстраційний експеримент спонукає учнів до активної розумової діяльності через проведення самостійного аналізу чи синтезу результатів дослідів, розвиває в них аналітико-синтетичне мислення. Посилити практичну спрямованість демонстраційного експерименту, його значення у формуванні не лише теоретичних, а й прикладних знань та практичних умінь, на нашу думку, дозволить включення в систему демонстрацій віртуального експерименту.

Реальний експеримент, в тому числі демонстраційний, маючи безліч переваг володіє одним суттєвим недоліком – параметри реального експерименту обмежені технічними можливостями конкретного приладу.

Комп'ютерний експеримент здатний доповнити "експериментальну" частину курсу фізики і значно підвищити ефективність уроків. Під час його використання можна виокремити головне в явищі, відсікти другорядні чинники, виявити закономірності, багато разів провести випробування, змінюючи параметри, зберегти результати і використати їх під час інших досліджень. До того ж, в комп'ютерному варіанті можна провести значно більшу кількість експериментів. Робота з моделями відкриває перед учнями величезні пізнавальні можливості, роблячи їх не тільки спостерігачами, але й активними учасниками експериментів, що проводяться.

У більшості інтерактивних моделей передбачені варіанти змін в широких межах початкових параметрів і умов дослідів, варіювання їх часового масштабу, а також моделювання ситуацій, недоступних в реальних експериментах.

Ще один позитивний момент в тому, що комп'ютер надає унікальну можливість, яка не реалізовується в реальному фізичному експерименті, візуалізації не реального явища природи, а його спрощеної теоретичної моделі, що дозволяє швидко і ефективно знаходити головні фізичні закономірності спостережуваного явища (наприклад, рух без тертя, вільні незатухаючі коливання і т.д.). Крім того, учень може одночасно з ходом експерименту спостерігати побудову відповідних графічних закономірностей. Графічний спосіб відображення результатів моделювання полегшує засвоєння великих об'ємів одержаної інформації. Подібні моделі представляють особливу цінність, оскільки учні, як правило, зазнають значні труднощі при побудові і читанні графіків. Необхідно також враховувати, що далеко не всі процеси, явища, історичні (фундаментальні) досліди учень здатний уявити собі без допомоги віртуальних моделей (наприклад, дифузію в газах, цикл Карно, явище фотоефекту, інтерференція та дифракція світла, утворення спектрів, дослід Майкельсона, Фізо, рух зарядженої частинки в електричному або магнітному полі і т. д.). Інтерактивні моделі дозволяють візуалізувати процеси в спрощеному вигляді, уявити собі схеми установок, поставити експерименти, які взагалі неможливі в реальному житті.

Іншим фактором, що зумовлює актуальність проблеми запровадження віртуального експерименту є обмежена можливість доступу учнів до найбільш цікавого й унікального устаткування, технічним об'єктам, науковим і технологічним експериментам, що часом становлять найбільший інтерес і стимулюють надбання знань. Навіть у межах одного навчального закладу масовий доступ до унікального навчального устаткування є проблематичним. У той же час можливість учнем використати унікальні установки, промислові

об'єкти, наукові експерименти в своїй діяльності значно її активізує, розвиває інтерес до навчання, стимулює експериментальну діяльність.

Усе частіше у школах окрім комп'ютера з'являються інтерактивні дошки, дозволяючи розширити методичні можливості уроку фізики і, зокрема, демонстраційного експерименту.

Наприклад, у процесі викладання шкільного курсу фізики таблиці є необхідним ілюстративним матеріалом, який потрібен учителю фізики для пояснення або узагальнення навчального матеріалу і який складно відтворити на звичайній дошці, але дуже просто показати за допомогою інтерактивної дошки. На інтерактивній дошці можна накреслити зовсім просту схему, малюнок у спрощеному вигляді, а потім показати реальний об'ємний вигляд.

Така дошка дає можливість відтворити 3D модель різноманітних пристроїв в об'ємі та русі, реалізувати їх обертання у просторі тощо, а отже, є дуже гарним доповненням до реального демонстраційного експерименту.

Застосування інформаційно-комунікаційних технологій має й дидактичні переваги: яскрава форма показу, швидке відтворення реального експерименту, акцентування уваги на окремих аспектах досліду з метою засвоєння теоретичного матеріалу, збудження пізнавальної активності на основі емоційного сприйняття.

Слід відмітити ті недоліки віртуальних демонстрацій, які мають істотне значення і повинні бути враховані під час планування та проведення уроків фізики.

По-перше, практичне здійснення віртуальних експериментів може бути ускладнене недостатнім комп’ютерним забезпеченням школи. По-друге, учні не отримають на належному рівні практичних навиків. По-третє, віртуальний експеримент, незважаючи на усі зусилля його розробників, має менший ступінь наочності порівняно з реальним.

Врешті, найголовнішим є те, що жодна, навіть найдосконаліша модель, відео- чи аудіоряд не зможуть замінити реального фізичного експерименту. Навіть, якщо учень у ході примітивного експерименту просто підвісить на

звичайній мотузці кульку та спостерігатиме період коливань залежно від довжини цієї мотузки, він отримає більше знань про математичний маятник, ніж тоді, коли буде працювати з інтерактивною моделлю.

Виходячи з нашого аналізу, основний принцип застосування віртуального демонстраційного експерименту в навчальному процесі з фізики полягає в наступному: реальний експеримент необхідно проводити завжди, коли це можливо, віртуальний – коли реальний фізичний експеримент провести важко або неможливо, коли він дає більший дидактичний ефект, в якості доповнення до реального.

Інтеграція реального та віртуального в демонстраційному експерименті дозволяє розширити його можливості як виду наочності та джерела знань (інформативна функція), підвищити зацікавленість учнів, залучити учнів до безпосереднього виконання експериментів, посилити інтерес до дослідницької діяльності.

Запропоновані методичні підходи реалізовані нами у процесі навчання фізики через упровадження демонстрацій з використанням універсального навчального комплекту «Спектрометр. 01» у поєднанні з інтерактивною дошкою. Так, наприклад, спостереження спектрів хімічних елементів учнями можна продемонструвати безпосередньо використавши прилад для засвічення трубок та комплект призм прямого зору або дифракційних ґраток, які отримує кожен учень. Але в цьому випадку досить важко проконтролювати, що саме побачив учень. Якщо ж використати навчальний комплект, то результат (спектральні лінії) можна відтворити на інтерактивній дошці та показати його усьому класу [81]. Більш докладно практична реалізація методичних підходів до проведення демонстраційних досліджень показана в п. 4.3.

Основне завдання вчителя в сучасній школі полягає у створенні умов для ефективного формування навичок і вмінь, створення атмосфери співробітництва та взаємодії. Така взаємодія виключає домінування одного учасника навчального процесу над іншим, однієї думки над іншою. Учні вчаться бути демократичними, спілкуватись з іншими людьми, критично

мислити, приймати продумані рішення. Використання у навчанні інтерактивних технологій дозволяє різко збільшити відсоток засвоєння матеріалу. Результати досліджень, які проводились Національним тренінговим центром США, штат Меріленд, показують, що прослуховування лекції дає 5% засвоєння матеріалу, читання підручника – 10%, використання відео, аудіо – 10%, демонстрація реальних експериментів – 30%, дискусійні групи – 50%, через практичну діяльність засвоюється 75% матеріалу. Виходячи з даних дослідження та власного досвіду, можемо стверджувати, що використання в навчальному процесі з фізики самостійних досліджень учнів у вигляді *лабораторного експерименту* є одним з ефективних засобів реалізації практичної спрямованості курсу фізики, що важливо в умовах профільного навчання, з метою формування експериментаторських вмінь учнів, активізації пізнавальної діяльності та реалізації творчого підходу до процесу отримання знань.

Ю.М. Галатюк, вважає, що процес виконання лабораторної роботи має бути навчальним дослідженням, яке може характеризуватися різними рівнями проблемності та складності. Тому, розв’язуючи питання змістового забезпечення лабораторної роботи, слід виходити з того, що будь-яка лабораторна робота є виконанням певного експериментального навчально-дослідницького завдання. Таке завдання передбачає виконання фізичного експерименту і є сукупністю логічно пов’язаних навчальних проблем, які підпорядковані єдиній інтегрованій дидактичній меті та об’єднані науковою логікою процесу дослідження [115].

Ключовою особливістю, що відрізняє фізичний експеримент від інших способів отримання знань, є процес одержання та обробки експериментальних даних – кількісних характеристик реальних фізичних величин, що визначають поведінку досліджуваного об’єкта, процесу чи явища. Навчальний фізичний експеримент, як відомо, ставить на меті відпрацювання основних прийомів і технологій планування й проведення експерименту (формулювання мети та

завдань дослідження, визначення способів та методів досягнення мети, визначення необхідного обладнання тощо).

Але для проведення повноцінного фізичного експерименту як демонстраційного, так і фронтального необхідне в достатній кількості відповідне устаткування. В даний час шкільні лабораторії дуже слабо оснащені приладами та устаткуванням для проведення дослідів. Як показують дослідження, матеріально-технічне забезпечення сучасними засобами навчання і навчальним обладнанням шкільних кабінетів з природничо-математичних дисциплін (у тому числі і з фізики) не перевищує 20% потреби, що не дає можливість виконувати у повному обсязі вимоги навчальних програм [158]. Наявне устаткування не тільки прийшло в непридатність, воно також морально застаріло і є в недостатній кількості для проведення фронтальних експериментів. Про дороге устаткування для проведення експерименту з атомної та ядерної фізики в школі навіть мріяти не доводиться. Але навіть при повній укомплектованості лабораторії фізики необхідними приладами реальний експеримент вимагає дуже багато часу на підготовку і його проведення. При цьому через значні похибки вимірювань, часові обмеження уроку реальний експеримент часто не може слугувати джерелом знань про фізичні закони, оскільки виявлені закономірності мають лише наближений характер, часто правильно розрахована похибка перевищує значення вимірюваних величин. Таким чином, повноцінний фронтальний фізичний експеримент при наявних в школі ресурсах не завжди вдається реалізувати.

У той же час застосування тільки традиційної методики проведення фізичного експерименту приводить до низького рівня умінь і практичних навиків учнів з фізики. Учні часто не розуміють, не вміють аналізувати та інтерпретувати графіки і таблиці, одержані в ході експерименту, не знають як пояснювати суть фізичних явищ, не розуміють закономірності фізичних процесів, не вміють самостійно здобувати потрібну інформацію з різних джерел, зокрема електронних. Віртуальне середовище комп'ютера дозволяє оперативно видозмінити постановку досліду, що забезпечує значну

варіативність його результатів, а це істотно збагачує практику виконання учнями логічних операцій аналізу і формулювання висновків результатів експерименту. Тобто мова йде про запровадження віртуальних лабораторних робіт у процесі навчання фізики.

Під віртуальною будемо розуміти лабораторну роботу, в ході якої учню надається можливість за допомогою моделей певних фізичних явищ (інтерференції, дифракції, фотоефекту тощо) дослідити умови та процес перебігу цих явищ, встановити зв’язок між певними фізичними величинами, проаналізувати отримані результати та зробити відповідні висновки. Віртуальні лабораторні роботи доцільно виконувати у тому випадку, коли з певних причин необхідні досліди не можуть бути проведені на уроці реально.

Використовуючи комп'ютер у лабораторному експерименті, слід пам'ятати, що моделювання фізичних процесів на комп'ютері мало сприяє формуванню в школярів експериментаторських умінь та навичок. Комп'ютер лише моделює фізичний експеримент, а модель ніколи не може подати вичерпні відомості про явище. Тому використання комп'ютера в лабораторному експерименті має доповнювати натурний (реальний), але не підмінювати його. Учні повинні вміти працювати з фізичними приладами, збирати експериментальні установки, користуватись вимірювальними приладами – це вимоги до предметних компетентностей. Моделювання ж різноманітних ситуацій, наприклад під час роботи з "конструкторами електричних кіл" та іншими аналогічними комп'ютерними програмами, дозволить швидше пізнати закономірності тих чи інших процесів і явищ.

Використання віртуальних лабораторій в навчальному процесі, на наш погляд, дозволяє, з одного боку, надати можливість учневі провести експерименти з обладнанням та матеріалами, відсутніми в реальній шкільній лабораторії, отримати навички проведення експериментів, ознайомитися детально з комп’ютерною моделлю унікальних приладів та обладнання, дослідити небезпечні процеси та явища. З іншого боку, можливість запровадження різноманітних датчиків та вимірювальних блоків, які

сполучають реальне лабораторне обладнання та прилади до комп'ютера, дозволяє перевести традиційну шкільну фізичну лабораторію на новий рівень технологій, що відповідає сучасному рівню розвитку науки та техніки. Мова йде про запровадження реально-віртуального експерименту в системі навчального фізичного експерименту, який, на наш погляд, дозволяє найбільш ефективно пов'язати та використати переваги як віртуального, так і реального експериментів. Лабораторії, в яких основним є реально-віртуальний експеримент, прийнято називати мікрокомп'ютерні.

Використання мікрокомп'ютерної лабораторії дає можливість зробити фізичний експеримент не тільки цікавим і зрозумілим, але й інформативним і точним за результатами вимірювань.

Такого напрямку лабораторії для шкільного фізичного експерименту, на жаль, в Україні масово не створюються. Але в навчальному процесі є можливість використовувати відомий комплект для реально-віртуальних експериментів компанії «L-мікро», мобільну комп'ютерну лабораторію NOVA 5000 (Fourie, Ізраїль), яка зараз проходить широку апробацію в школах України, та мікрокомп'ютерні лабораторії MoLab та VinciLab (CMA Centre, Нідерланди), що розроблені для школи, а також пропоновані нами навчальні комплекти, що описані в п.3.1.

За рахунок використання у навчальному фізичному експерименті комплектів обладнання у поєднанні з електронними засобами навчального призначення учень може самостійно обирати спосіб проведення дослідження, а також його складність, тобто рівень на якому проводиться дослідження, що відповідає вимогам синергетичного підходу та враховує умови варіативності, які лежать в основі профільного навчання.

Нами розроблена та запроваджена лабораторна робота по вивченню явища фотоефекту в двох варіантах: з використанням реального обладнання за традиційною методикою та з використанням апаратно-програмної платформи Arduino (детальніше у п.4.3), тобто у вигляді реально-віртуального дослідження. Варіант виконання роботи учень може обирати самостійно.

Фізичний практикум проводять у школі в старших класах з метою узагальнення, повторення та поглиблення тих знань, які були отримані протягом року під час вивчення курсу фізики. Він сприяє оптимальному виконанню загальних задач навчання фізики: розвитку мислення, формуванню творчих здібностей, дослідницьких умінь, пізнавального інтересу, сприяє саморозвитку та самоосвіті учнів.

Застосування комп'ютерного експерименту сприяє формуванню інформаційної компетентності учнів, вони вчаться інтерпретувати, систематизувати, критично оцінювати і аналізувати одержану інформацію з позиції вирішуваної ними задачі, робити аргументовані висновки, використовувати одержану інформацію при плануванні і реалізації своєї діяльності в тій або іншій ситуації, структурувати наявну інформацію, представляти її в різних формах і на різних носіях, адекватних їх запитам.

Намагання створити віртуальні лабораторії фізичного практикуму здійснюються як в Україні, так і за кордоном. Є велика кількість робіт із різних розділів фізики, але більшість з них є просто адаптованими версіями фізичного практикуму для вищих навчальних закладів або мають незручний інтерфейс, або вимагають підключення до Інтернету, або є русифікованими. Найбільш поширеною українською версією віртуального фізичного практикуму залишається ППЗ АТЗТ «Квазар – Мікро Техно», яке містить загалом 21 роботу фізичного практикуму. На жаль, більшість з них є відео фрагментами реальних експериментів, тому з методичної точки зору їх можна використовувати лише для підготовки до виконання робіт з реальним обладнанням.

Найчастіше такі віртуальні роботи використовують у демонстраційному режимі перед експериментом, що виконується за допомогою реального обладнання в загальноосвітньому навчальному закладі для оглядового ознайомлення з роботою, яку виконують на цьому ж уроці. Розповсюдженим також є узагальнююче використання після проведення реального експерименту, а також експериментальне використання замість реального експерименту, де робота виконується з 3D-моделями установок та окремих приладів [100].

Запровадження візуалізації складних фізичних процесів у віртуальному фізичному практикумі дозволяє замінити складний текстовий опис об’єктів дослідження, а їх візуальне сприйняття володіє важливою перевагою – швидким розпізнаванням самих об’єктів та інформації, що в них вкладена. Таке сприйняття об’єктів та явищ дослідження сприяє розвитку просторового мислення учнів, дозволяє проводити додаткові зміни у самому об’єкті вивчення, що досить складно зробити на реальному обладнанні. Тому реальний експеримент у фізичному практикумі природно повинен супроводжуватися віртуальним, і навпаки.

Отже, одна робота практикуму завдяки запровадженню реально-віртуального експерименту має значну варіативність не лише в змісті, порядку виконання, а й у виборі методу проведення та відповідного обладнання. Такий підхід значною мірою сприяє активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів, їх зацікавленості у проведенні досліджень, формує навички роботи як з реальним обладнання, так і з комп’ютерними моделями. Конкретні приклади реалізації методичних підходів інтеграції реального та віртуального у фізичному практикумі наведені у п.4.3.

Отже, як показало наше дослідження, *поєднання віртуального та реального в системі навчального фізичного експерименту повинно бути здійснено наступним чином:*

1. Використання комп’ютерних моделей досліджуваного об’єкту, коли в процесі експерименту відбувається імітація роботи реального лабораторного обладнання. В учнів створюється враження, що вони працюють з реальними приладами або обладнанням.

2. Проведення навчального експерименту на реальному обладнанні з наступним опрацюванням результатів за допомогою комп’ютерних програм (наприклад, Microsoft Excel).

3. Проведення експерименту як за допомогою реального обладнання, так і віртуально, порівняння результатів експериментів, їх екстраполяція,

проведення аналізу результатів та формулювання висновків. Розширення меж реального дослідження за рахунок його продовження на комп'ютерній моделі.

4. Проведення віртуального експерименту в домашніх умовах з метою підготовки до проведення реального дослідження, повторення вивченого, ознайомлення з принципом дії приладів та установок і т.д.

5. Використання в системі навчального експерименту комплектів обладнання, до складу яких входить реальне обладнання та датчики, що сполучені з комп'ютером, оснащеним відповідним програмним забезпеченням, що передбачають проведення реально-віртуального експерименту.

6. Використання одночасно з імітаційним комп'ютерним експериментом відео фрагментів проведення досліджень з реальним обладнанням.

Проведене нами дослідження переконує, що лише інтеграція в системі навчального фізичного експерименту реальних та віртуальних досліджень дозволить створити в навчальному процесі з фізики умови, за яких будуть реалізовані основні методологічні підходи до навчання та можливості у формуванні цілісної системи фізичних знань, експериментаторських вмінь та навичок учнів, розвитку їх мислення, самостійності та зацікавленості у навчанні.

Визначені напрямки реалізації інтеграції реального та віртуального в системі навчального фізичного експерименту дозволяють обґрунтувати та розробити навчально-методичний комплекс реалізації навчально-методичної системи фізичного експерименту старшої школи.

4.2. Навчально-методичний комплекс експериментального вивчення оптики та атомної фізики

Сучасний рівень розвитку фізики, поряд з іншими природничими науками, у світі досить високий. Тому природно, що в розділах шкільного курсу фізики повинні бути відображені усі сучасні досягнення науки, шкільна

фізика не повинна відставати від рівня науки фізики. Учні повинні володіти хоча б елементарними знаннями про найбільш цікаві відкриття та розробки. Виникає проблема не лише наповнення курсу фізики новим матеріалом, а й створення відповідного методичного забезпечення подання цього матеріалу у доступній для школярів формі, не збільшуючи при цьому обсяг годин відведених шкільними програмами на вивчення теми. Вихід бачиться нами в розробці такого навчально-методичного комплексу, який включає реальний експеримент, що є основою отримання емпіричного знання та базою для набуття учнями експериментальних вмінь та навичок, й віртуальний експеримент, який дозволяє посилити теоретичний рівень опанування навчального матеріалу, унаочнити ту його частину, яка в умовах шкільного кабінету фізики не може бути відтворена. Такий комплекс передбачає створення умов для проведення експериментів поза межами навчального закладу (віртуально, на відстані) й посилення самостійної пізнавальної діяльності учнів.

4.2.1. Методичні особливості та матеріально-технічне забезпечення навчального фізичного експерименту з хвильової оптики

Реалізація розробленої нами методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи передбачала вибір розділу фізики, розробку й створення матеріально-технічного та методичного її забезпечення. З цією метою були проаналізовані розділи курсу фізики старшої школи відповідно до програм профільного навчання на предмет виділення в них тих знань, які учні можуть отримати з повсякденного життя (1), тих, які підтверджуються експериментально на уроці (2) та тієї групи знань, яка не може бути підтверджена експериментально на уроці в умовах шкільного експерименту (3). Результати такого аналізу подані на схемі (рис. 2.6, розділу 2).

Особливо вражають результати аналізу теми «Хвильова оптика» (додаток Д). У цій темі вивчається найменша порівняно з іншими кількість фактів різного виду (нами їх визначено 70, тоді як в механіці, електродинаміці їх більше 150, в молекулярній фізиці та квантовій фізиці (квантова

оптика+атомна та ядерна фізика) близько 100). Але аналіз показує, що кількість оптичних явищ, процесів, законів, що вивчаються експериментально, практично однакова з тими, що не можуть бути досліджені в експерименті на уроці та фактами з повсякденного життя, тобто такими, що вивчаються суто теоретично. (рис. 4.1).

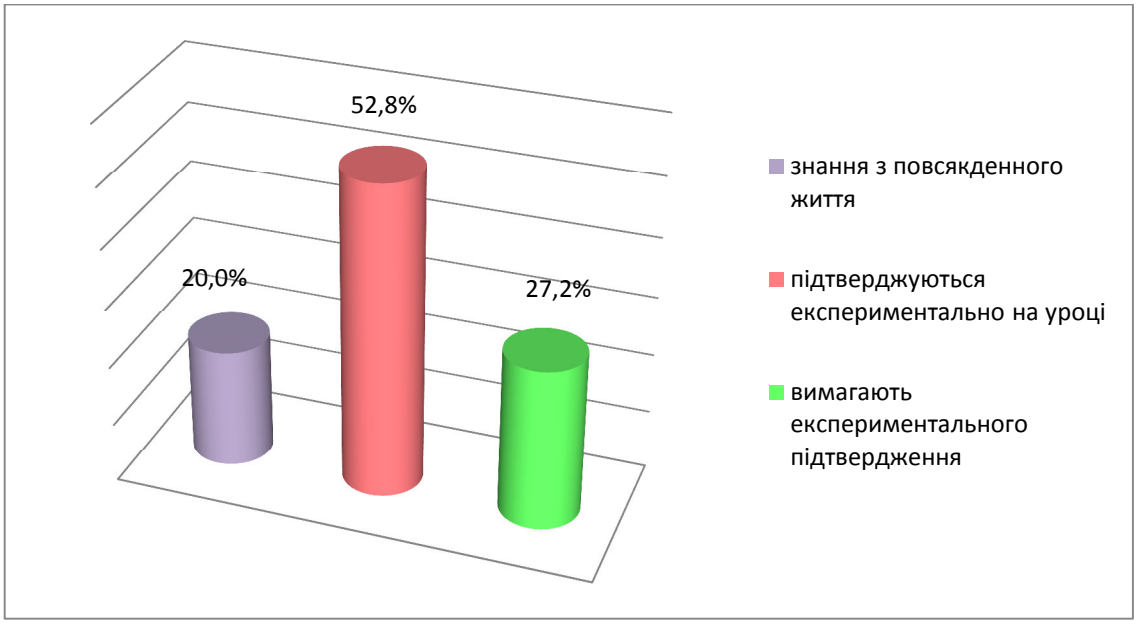


Рис. 4.1. Система знань з хвильової оптики, що вивчаються в курсі фізики старшої школи (відповідно до програми профільного навчання фізики [266])

Отже, аналіз показав, що хвильова оптика містить в собі приблизно рівну кількість знань другої групи, тобто тих, що можуть бути підтверджені на уроці завдяки реальному експерименту (37 з 70, що складає близько 53%, додаток Д), та тих знань, що відносяться до першої та третьої групи (33 з 70, що складає 47%). Знання, що отримані учнями з повсякденного життя, на уроці можуть бути відтворені завдяки мисленнєвому експерименту, використанню відео фрагментів та моделей, і лише іноді реальному експерименту. Зрозуміло, що третя група знань відтворюється на уроці лише завдяки використанню комп'ютерного моделювання явищ і процесів.

Як було показано нами в п. 2.4, приблизно таке співвідношення між різними групами знань має місце для усього курсу фізики старшої школи. Існування такого зв'язку стало однією з причин вибору нами саме хвильової оптики для реалізації та перевірки ефективності розробленої нами методичної

системи навчального фізичного експерименту на основі інтеграції віртуального та реального.

З іншого боку, викладання хвильової оптики є досить цікавим з методичної точки зору, оскільки її емпіричний зміст суттєво не відрізняється на різних рівнях вивчення (стандарту, академічному, профільному). Це дозволяє використати методичні розробки як варіативні в процесі вивчення фізики за різними програмами.

Хвильова оптика, на нашу думку, є однією з тих тем, які зазнають суттєвих змін у зв'язку із переходом на нові стандарти освіти та розвитком сучасних технологій. З одного боку, спостерігається зменшення кількості годин, відведених на його вивчення: на рівнях стандарту та академічному ця тема входить в розділ «Хвильова та квантова оптика», на вивчення якого загалом відводиться відповідно 12 та 19 годин, на профільному рівні – це окремий розділ, що вивчається протягом 38 годин. З іншого боку, дана тема має значний практичний потенціал, оскільки саме в процесі вивчення хвильових властивостей світла учні знайомляться: із основами спектрального аналізу, явищами інтерференції та дифракції, що мають своє втілення в різноманітних сучасних приладах не лише наукового призначення; будовою та дією сучасного оптичного обладнання; повним внутрішнім відбиванням, що використовується при побудові оптичних волокон, які є основою сучасного зв'язку, запроваджуються у комп'ютерній та вимірювальній техніці; явищем поляризації, без якого не можливе створення 3D зображень; з властивостями хвиль різного діапазону, які знайшли практичне застосування і т.д.

Ця тема має дуже важливе світоглядне значення, оскільки під час її вивчення в учнів формуються основи сучасної наукової картини світу на основі уявлень про корпускулярно-хвильовий дуалізм світла, знайомства із фундаментальними дослідами, що лежать в основі хвильової теорії світла (Юнга та Френеля з інтерференції світла, Ньютона з дисперсії світла, Ремера та Фізо по визначенню швидкості світла), а також сучасними методами дослідження та прояву хвильових властивостей світла.

Завдяки вивченню хвильових властивостей світла стає можливим виявити та експериментально підтвердити основні властивості електромагнітних хвиль взагалі, що характерні для будь-якого діапазону та хвиль іншої природи (механічних): відбивання, заломлення, інтерференція, дифракція, поглинання. Таким чином, в учнів формуються єдині уявлення про хвильовий процес як фізичне явище, властивості та закономірності якого не залежать від його природи. На необхідність такого єдиного підходу до вивчення коливальних та хвильових процесів наголошував ще Л.І.Мандельштам [252], а також в різні часи О.І.Бугайов, С.У.Гончаренко, Г.С.Горєлік, В.П.Орєхов, Л.І.Рєзніков, В.Г.Разумовський, Н.М.Шахмаєв та ін. Це питання залишається актуальним й нині, оскільки такий підхід хоч і знаходить певну реалізацію в сучасних програмах, але не достатню для формування цілісних уявлень про хвилі різної природи та їх властивості. Перш за все це пов’язано із місцем теми в загальній структурі дисципліни та її внутрішньою побудовою. У сучасних програмах старшої школи [266] реалізована наступна послідовність викладання матеріалу: геометрична оптика – хвильові властивості світла – випромінювання та спектри. Дана структура має як певні переваги, так й ряд недоліків, які необхідно врахувати в процесі організації навчально-пізнавальної діяльності учнів.

Отже, вивчення хвильової оптики в старшій школі має певні методичні особливості, які виділяють цю тему з поміж інших та повинні бути враховані в процесі її викладання відповідно до програм різного рівня вивчення, і зокрема:

- рівень базових знань та експериментальних вмінь і навичок учнів з оптики, набутий у 7 класі (це лише основи геометричної оптики), не є достатнім для глибокого вивчення хвильових властивостей світла в 11 класі, де нові поняття набувають високого ступеня абстрагування;
- часовий розрив між вивченням властивостей світла в основній та старшій школі (7 та 11 клас) є досить великим, що приводить до часткового (а іноді й повного) забування матеріалу;

- вивчення хвильових властивостей світла є емпіричним базисом для з’ясування властивостей електромагнітних хвиль в усьому діапазоні, тому вимагає високого науково-методичного рівня її викладання та матеріального забезпечення процесу експериментування;
- вивчення хвильових властивостей світла є завершенням вивчення хвиль різної природи в курсі фізики загальноосвітньої школи, тому дозволяє сформувати цілісні уявлення про природу та властивості хвиль взагалі;
- властивості світла вивчаються як окремий випадок електромагнітних хвиль, що має як загальні, так і специфічні прояви;
- зміст теми передбачає вивчення геометричної оптики перед хвильовою, що порушує наступність розгляду електромагнітних та світлових хвиль;
- вивчення хвильових властивостей світла передбачає опанування її теоретичними основами на досить ґрунтовному експериментальному базисі;
- вивчення загальних хвильових явищ – інтерференції, дифракції, поляризації – не повинно обмежуватися лише оптичним діапазоном, у процесі викладання необхідно ілюструвати їх загальність для широкого класу хвильових процесів, а не лише до світла;
- у процесі вивчення хвильової оптики учні опановують фізичну суть значної кількості явищ, що оточують їх в повсякденному житті та одночасно знайомляться із сучасними приладами та технологіями, які використовують властивості світлових хвиль, що передбачає добір системи навчального експерименту, що ілюструє прикладну спрямованість вивчення оптики;
- глибоке вивчення хвильових властивостей світла, особливо явищ інтерференції та дифракції, неможливе без використання математичного апарату та графічного методу, що є проблематичним в непрофільних класах;

- тема насичена експериментом, що досить гарно відтворюється в умовах шкільного кабінету фізики, але вимагає ґрунтовної до нього підготовки та відповідного добре налаштованого обладнання;
- швидкість поширення світла є фундаментальною величиною, з якою пов'язані усі його властивості, але методи (фундаментальні досліди, що є основою хвильової теорії світла) визначення швидкості світла розглядаються в процесі вивчення спеціальної теорії відносності в розділі «Механіка»;
- хвильові властивості світла знайшли широке використання в сучасній техніці та технологіях; в темі вивчаються наукові методи дослідження – спектральний, інтерференційний, голографічний, що є основою формування практичних знань.

Об'єднання в один розділ усіх електромагнітних хвиль, включно й оптичного діапазону, безумовно сприятиме реалізації єдиного підходу до їх вивчення. В цьому відношенні вагоме значення має навчальний експеримент.

Означені методичні особливості, а також проведений нами аналіз навчального матеріалу курсу фізики старшої школи з точки зору його експериментального відтворення зумовили вибір теми «Хвильова оптика» для реалізації розробленої методичної системи навчального фізичного експерименту, що побудована на засадах інтеграції віртуального та реального.

З метою матеріально-технічного забезпечення проведення дослідження та реалізації компетентнісного та синергетичного підходів нами було створено навчальний комплект для проведення реального навчального експерименту «Оптична міні-лава» та розроблений цифровий інформаційний комплект для методичного супроводу вивчення теми «Хвильова оптика» [83, 84].

Комплект «Оптична міні-лава» призначений для проведення демонстраційних дослідів та самостійних досліджень учнів (студентів) з геометричної та хвильової оптики.

У процесі розробки конструкції комплекту автори керувались вимогами й нормами дидактики та ергономіки, що визначені для навчального обладнання,

а також обумовлені сучасними тенденціями в розробці фізичних приладів: забезпечення універсальності навчального обладнання; можливість поєднання ряду приладів та елементів у вигляді набору, який дозволяє зібрати експериментальну установку, виконати конкретне дослідження; забезпечення можливості розширення наявного комплекту завдяки використанню традиційних навчальних приладів і побутового обладнання; сприяння розширенню внутрішньо предметної та міжпредметної інтеграції обладнання для забезпечення ефективного вивчення природничих дисциплін; забезпечення кількісних вимірювань у процесі проведення усіх видів навчального експерименту. Оптичні елементи та оснащення підібрані таким чином, щоб учні легко могли зібрати оптичні схеми та установки для вивчення будь-яких оптичних явищ. Технічні характеристики комплекту подані в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Технічні характеристики комплекту

1.	Потужність випромінювання лазерного діода	7 мВт
2.	Довжина хвилі лазерного випромінювання	650 нм
3.	Напруга живлення лазерного діода	3 В
4.	Розмір квадрата, утвореного 4-ма світло діодами	22х22 мм
5.	Довжина оптичної лави	850 мм
7.	Ціна поділки лімба столика	1^0
7.	Ціна поділки координатної сітки столика	3 мм
8.	Ціна поділки шкали екрана	1 мм
9.	Показник заломлення скла плоскопаралельної пластинки	1,7462
10.	Показник заломлення оптичного сегменту	1,4920

За своїми технічними можливостями та комплектацією прилад дозволяє:

- Визначити фокусну відстань збірної та розсіювальної лінзи, збільшення та характер зображення;

- Вивчити явища відбивання та заломлення світла, дію плоскопаралельної пластини та зібрати найпростіші оптичні системи;
- Вивчити дію дифракційної гратки на лазерний пучок, а також визначити довжину хвилі лазерного випромінювача та період дифракційної решітки;
- Спостерігати та досліджувати дифракційну картину, отриману під час дифракції на вузькій прямій або клиноподібній щілині;
- Поставити дослід Юнга;
- Спостерігати інтерференцію на біпризмі Френеля;
- Спостерігати багатопроменеву інтерференцію на інтерферометрі Фабрі-Перо;
- Спостерігати та досліджувати інтерференційні смуги рівної товщини на плоско паралельній пластині;
- Отримати лінійно-поляризоване випромінювання;
- Дослідити обертання площини поляризації оптично активними розчинами та виміряти концентрацію розчину;
- Дослідити вплив штучної анізотропії в оптичних деталях на зміну поляризації світлового потоку;
- Спостерігати поляризаційний калейдоскоп та інше.

Комплект «Оптична міні-лава» складається з оптичної лави у вигляді направляючої, яка міститься на трьох опорах, блока лазерного випромінювача, оптичних елементів та оснащення.

Для проведення фізичних дослідів оптична лава досить швидко збирається. Рухомі рейтери, до яких кріплять оптичні елементи, постійно встановлені на лаві.

Джерело випромінювання оптичної міні-лави представлено у вигляді комбінованого джерела світла, в центрі якого розміщений лазерний діод, який випромінює світло довжиною хвилі 650 нм. Симетрично від центру (периферійно відносно лазерного діода) розміщені чотири світлодіоди (червоний, жовтий, синій, зелений), які утворюють «світний» квадрат (рис.4.2).

Почергове вмикання різних джерел світла випромінювача здійснюється за допомогою тумблера.

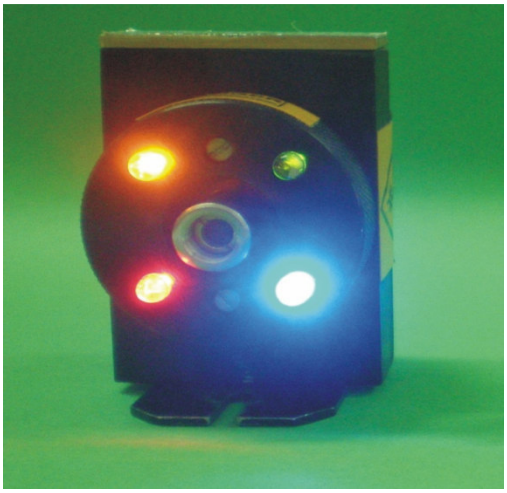


Рис.4.2. Комбіноване джерело випромінювання

З метою розширення, фокусування та формування пучка світла від лазерного діода використовують набір з трьох насадок: короткофокусна лінза-насадка – для розширення пучка, циліндрична лінза-насадка – для отримання плоского фронту хвилі, насадка з фрагментом дифракційної решітки – для розщеплення пучка на декілька променів.

Для розширення можливостей оптичної лави у виконанні досліджень у комплект додатково входить уніфікований випромінювач з блоком живлення від трьох сухих елементів, з'єднаних послідовно, що дозволяє одержати напругу 3 В. Такий уніфікований випромінювач у центральній частині почергово дає можливість отримати світло від червоного (λ=600-650 нм) або синього (λ=450-500 нм) світлодіодів.

Конструктивні особливості оптичної міні-лави дозволяють використання джерела світла у вигляді лампи розжарення.

Випромінювач кріпиться на одному краю міні-лави, а на протилежному фіксується екран. До складу оптичної міні-лави входять два екрани (екран з щілиною, екран – шкала) та два поворотних столика (круглий з лімбом та квадратний з координатною сіткою).

Якщо комплект використовується для постановки демонстрацій, доцільно вжити демонстраційний екран, розмістивши його на певній відстані від лави, для отримання якісних зображень.

У проміжку між екраном та випромінювачем в рейтерах розміщуються і фіксуються різні елементи.

Перш за все, це оптичні елементи, які дозволяють вивчати і досліджувати хід променів через різні прозорі об’єкти. До них відносяться призми (крон, флінт), плоскопаралельні пластинки (з оргскла, зі скла сорту «крон» і «флінт»), напівциліндр (сегмент) із оргскла, кювета із оргскла для дослідження оптичних властивостей рідин та розчинів (на підставці, з фіксацією на лаві, що запобігає випадковому перекиданню).

Для деформації окремих елементів у процесі експериментального вивчення поляризації світла на лаву кріпиться рамка-кронштейн з гвинтом.

Набір лінз з комплекту (F=+80 мм, F=-80 мм, F=+120 мм, циліндрична лінза з F=+100 мм) дає можливість виконати систему навчальних дослідів з геометричної оптики під час дослідження реальних об’ємних об’єктів.

До комплекту входить прилад «Кільця Ньютона» для демонстрацій і виконання самостійних спостережень учнів класичного досліду з інтерференції світла, а також набори елементів для дослідження інтерференції, дифракції та поляризації світла.

Набір №1 «Дифракційні ґратки» містить дві ґратки з N=300 $мм^{-1}$ та N=500 $мм^{-1}$.

Набір №2 «Дифракційні елементи» складається з таких елементів: щілина Юнга, прямі щілини різної ширини, клиноподібні щілини, прилад «Нитка», система 2-х, 3-х, 4-х щілин, екран «пляма Пуассона» та діафрагми.

Набір №3 «Інтерференційні елементи» містить біпризму Френеля, плоскопаралельну пластинку та інтерферометр Фабрі-Перо.

Набір №4 «Поляризаційні елементи» складається з 2-х поляризаторів, демонстраційного елементу «Поляризаційний калейдоскоп», приладу «кут Брюстера» та двох пластинок $\lambda/2$ та $\lambda/4$.

Набори призначені для спостереження та дослідження явищ, пов’язаних із проявом хвильових властивостей світла відповідно до змісту курсу фізики 11 класу та дають можливість виконати не лише всі передбачені профільними програмами з фізики навчальні досліди, а й запроваджувати роботу фізичних гуртків та наукових досліджень учнів.

Будова і характеристики конструктивних елементів деталей комплекту забезпечують мінімум витрат часу (5-10 хвилин) на виконання кожного досліду чи завдання. Відповідно, проведення будь-якої роботи шкільного фізичного практикуму не потребує виділення двох академічних годин, що сприяє розширенню програми і якісній реалізації профільного навчання фізики, побудованого на особистісно орієнтованому підході до організації навчально-виховного процесу. Загальний вигляд комплекту подано на рис. 4.3.



Рис. 4.3. Загальний вигляд комплекту «Оптична міні-лава»

Використання такого комплекту в навчальному процесі дає можливість проводити як демонстрації вчителем, так і навчальний експеримент учнями. Учень має можливість самостійно обирати спосіб проведення дослідження, а також рівень його складності, що відповідає вимогам синергетики.

З метою більш повної реалізації можливостей даного комплекту нами розроблені методичні рекомендації по його запровадженню, які стали основою

посібника, складають частину навчально-методичного комплексу експериментального вивчення хвильової оптики та містять перелік усіх можливих для проведення досліджень з описом та конкретними методичними порадами по їх проведенню [84].

У посібнику наведені як фронтальні лабораторні роботи, демонстраційні досліди, роботи фізичного практикуму, так і завдання для самостійних експериментальних досліджень та проектної діяльності учнів. Усі роботи та завдання розроблені з урахуванням вимог синергетичного підходу, передбачають варіативність їх виконання та різноманітність експериментальної діяльності, а отже, можуть однаково ефективно запроваджуватись в класах з різним рівнем опанування фізики.

Відповідно нами розроблені 31 демонстраційний експеримент, 11 фронтальних лабораторних робіт, до кожної з яких запропоновано по 2 експериментальних завдання та 11 робіт фізичного практикуму, які передбачають варіативність (рівневість) їх виконання.

Доповненням до комплекту «Оптична міні – лава», що одночасно є складовою загального навчально-методичного комплексу є цифровий інформаційний комплект.

Розроблений нами цифровий інформаційний комплект експериментального вивчення хвильової оптики в старшій школі містить: інструкції до проведення лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму в електронному варіанті, інструкції – презентації до проведення лабораторних робіт учнями, а також інструкції – відео фрагменти, добірку віртуального експерименту (як демонстраційного, так і лабораторного), тести для перевірки готовності учнів до проведення лабораторного експерименту та перевірки засвоєння емпіричних знань учнів з теми, каталог цифрових об’єктів, що містять навчальний експеримент по темам курсу фізики.

4.2.2. Методичні особливості навчального фізичного експерименту з квантової оптики та атомної фізики

Питання квантової оптики, атомної та ядерної фізики – порівняно нові у курсі фізики загальноосвітньої школи, але їх зміст в основному стабілізувався, хоча деякі питання методики навчання продовжують розвиватися і ще оптимально не розв'язані. Насамперед це стосується використання наочності під час вивчення нового матеріалу, організації самостійної роботи учнів на уроках, закріплення знань та розвитку вмінь, ознайомлення учнів із застосуванням досягнень атомної та ядерної фізики.

У шкільному курсі фізики зміст розглядуваних тем складають питання, що відносяться до сучасної фізики.

Програма профільного навчання квантової оптики містить наступні теми: Гіпотеза М.Планка. Світлові кванти. Стала Планка. Маса, енергія та імпульс фотона. Тиск світла. Дослід Лебєдєва. Ефект А.Комптона. (Дослід В.Боте.). Фотоефект. Досліди О.Г.Столєтова. Закони зовнішнього фотоефекту. Рівняння фотоефекту. Внутрішній фотоефект. Фоторезистор і фотоелементи. Застосування фотоефекту. Люмінесценція. (Фотохімічна дія світла.) Спонтанне і вимушене випромінювання. Квантові генератори та їх застосування. Принцип дії квантових генераторів. Лазери і мазери. Корпускулярно-хвильовий дуалізм світла. Гіпотеза де Бройля. Хвильові властивості частинок.

Зміст навчального матеріалу для рівнів стандарту та академічного дещо вужчий, але охоплює практично усі питання, що мають своє практичне втілення.

Слід зазначити, що, мабуть, жодне з фізичних понять шкільного курсу фізики не потребує такої зміни уявлень у процесі його вивчення, як це відбувається зі світлом. Дійсно, спочатку при вивчені світлових явищ на основі властивості світла прямолінійно поширюватися в однорідному середовищі будується геометрична модель світла. Учні розглядають світло як промінь або світловий пучок. На основі чого вивчають закони відбивання та заломлення

світла, проходження світла крізь лінзи та будову різних оптичних систем (приладів).

Згодом ця модель закономірно розширюється та переходить у хвильову, де геометричні уявлення залишаються частиною нової моделі. У подальшому ситуація ще раз повторюється при переході до квантової моделі випромінювання. В учнів складаються уявлення (іноді навіть переконання), що існує не одна наука «оптика» про єдиний об'єкт – випромінювання, а кілька різних оптик (геометрична, хвильова, квантова), які вивчають різні об’єкти (промені, світлові хвилі, фотони).

Щоб запобігти цьому, необхідно так побудувати навчальний процес, щоб учні усвідомлювали необхідність у розвитку уявлень про природу випромінювання, бачили обмеженість відповідних фізичних моделей світлового випромінювання, вміли чітко визначати межі адекватності моделей явищам, що розглядаються. Це особливо важливо при вивченні квантової оптики, головною метою якої має бути формування в учнів саме цілісного уявлення про світлове випромінювання як про єдність хвильових і корпускулярних властивостей.

Вивчення квантової оптики є непростим методичним завданням. Незвичайність її вихідних ідей і понять, своєрідність законів мікросвіту, мала наочність створюють методичні труднощі при її вивченні. Тому необхідні постійні пошуки можливостей подолання цих труднощів подальшою розробкою і вдосконаленням методики викладання цього розділу.

Квантова оптика займає особливе місце в шкільному курсі фізики. Ця особливість зумовлена тим, що саме з цього розділу розпочинається вивчення квантової теорії, яка є якісним стрибком у пізнанні законів природи. Учні вперше знайомляться з явищами, які можна пояснити тільки на основі корпускулярно-хвильового дуалізму властивостей частинок, дискретного характеру їх станів, ймовірнісного характеру законів.

Аналіз навчального матеріалу з квантової оптики показує, що є можливість його викласти згідно з гносеологічним циклом пізнання й на

прикладі розвитку квантових уявлень проілюструвати виникнення нових наукових фактів, нагромадження експериментальних даних, висунення гіпотез, виведення наслідків із них та їхня експериментальна перевірка.

При вивченні розділу "Атомна і ядерна фізика" учні ознайомлюються з радіоактивними перетвореннями атомів, взаємними перетвореннями елементарних частинок, експериментальними методами дослідження атомних ядер та елементарних частинок, що сприяє формуванню сучасної фізичної картини світу.

Ідея своєрідності законів мікросвіту, їх відмінність від законів класичної фізики пронизує усі теми квантової та атомної фізики. Проте учні не мають достатнього уявлення про квантову механіку, про суть квантово-механічного опису явищ мікросвіту. Ознайомлення учнів з хвильовими властивостями мікрочастинок дасть змогу легко перейти до вивчення квантування імпульсу та енергії мікрочастинок. При цьому за основу викладу необхідно покласти досліди, що ілюструють наявність хвильових властивостей електронів, нейтронів, атомів і молекул, фізичний зміст хвиль де Бройля, мислений експеримент Гейзенберга тощо.

У курсі фізики будову речовини розглядали в основному на молекулярному рівні. Про будову атома учні отримали знання, необхідні для розуміння таких явищ, як електризація та електричний струм. В даному розділі учні ознайомлюються з будовою речовини на атомному і субатомному рівнях: вивчають будову атома спочатку за Резерфордом-Бором, а потім отримують і сучасні уявлення. Модель атома Резерфорда не викликає труднощів при вивченні. Проте, викладаючи це питання, вчитель повинен звернути увагу на ті протиріччя, які привели в наступному до появи постулатів Бора. Це досить важливо, оскільки дає вчителю можливість показати роль протиріч у розвитку фізичної науки. При вивченні постулатів Бора найбільш важливою є ідея про стаціонарні стани атомів і про випромінювання (поглинання) енергії атомами при переході їх з одних стаціонарних станів в інші. Питання про енергію електрона в атомі засвоюється учнями задовільно. Коли ж мова заходить про

квантування радіуса орбіти електрона в атомі, то ця ідея виявляється дуже незвичною для свідомості учнів Експериментальним підтвердженням ідеї Бора про стаціонарні стани виступають досліди Франка і Герца, демонстрація яких стане важливим підтвердженням теоретичних висновків.

Основний зміст тем «Квантова оптика» та «Атомна фізика» становлять поняття про фотон і його властивості, фотоефект, поняття про корпускулярно-хвильовий дуалізм властивостей світла; поняття про атом як складну квантову систему (досліди Резерфорда, ядерна модель атома, модель атома Резерфорда-Бора, квантові постулати Бора, досліди Франка і Герца). Їх вивчення має велике значення з точки зору формування наукової картини світу, розкриття практичного використання фізичних законів, явищ і процесів.

Із усіх перерахованих вище питань досліди з фотоефекту, з розсіювання альфа-частинок, досліди по вивченню складу радіоактивного випромінювання, досліди Франка і Герца, ефект Комптона відносяться до фундаментальних фізичних дослідів, тобто до таких дослідів, які докорінним чином змінили існуючі до них фізичні уявлення і відіграли важливу роль у формуванні сучасної картини світу.

Безпосередньому застосуванню одержаних фізичних знань на практиці сприяє ознайомлення учнів із будовою і принципом дії фотоелементів, з прикладами їх використання в техніці, фізичними основами спектрального аналізу.

Методика викладання передбачає вивчати основний матеріал шкільного курсу фізики на експериментальній основі. Такий стан виступає як протиріччя під час вивчення питань квантової оптики та атомної фізики і знижує ефективність всієї роботи вчителя на завершальному етапі узагальнення і систематизації знань і вмінь учнів з фізики. Характер навчального матеріалу з названих тем визначає серйозні об'єктивні перешкоди, які виникають при їх викладанні в середній школі.

Через складність та недостатню наочність дослідів, необхідність забезпечення вимог техніки безпеки, дороговизни установок і обладнання,

кількість демонстраційних дослідів і самостійного навчального експерименту, який можна провести в процесі вивчення розглядуваних питань в середній школі, мізерно мала. Крім того, навчальний експеримент при вивченні квантової фізики недостатньо розкриває особливості та кількісні закономірності явищ мікросвіту та можливостей їх практичного використання. Тому, крім експерименту, широко використовують малюнки, графіки, фотографії, плакати, які ілюструють фундаментальні досліди, а також розкривають принцип дії пристроїв, прискорювачів, атомного реактора, атомної електростанції тощо. Однак ці види наочності недостатньо активізують мисленнєву діяльність учнів, не знайомлять їх з основами експериментальних методів досліджень. Змінити положення можна використовуючи сучасні навчальні комплекти та інформаційно-комунікаційні технології.

Вивчення матеріалу квантової фізики в основному проводиться на якісній основі, чисто описово, оскільки складність сучасного математичного апарату, який описує фізичні процеси в атомі та ядрі, не дозволяє використовувати його на уроках. При цьому виникає необхідність у використанні моделей, аналогій, різного виду наочності.

Особливість вивчення даного матеріалу полягає ще й у тому, що основними методами навчальних досліджень виступають теоретичні методи. Саме з позицій теоретичного аналізу учні осмислюють всі розглядувані та описувані результати й висновки гіпотез і теорій. У цьому випадку особливе значення набуває використання учнями теоретичного способу мислення, який передбачає вміння аналізувати різного виду моделі (модельні досліди і уявлення, графіки, математичні вирази) й використовувати отримані при цьому висновки в наступному навчальному процесі. При вивченні явищ мікросвіту вчитель повинен постійно ознайомлювати учнів із загальнонауковими методами пізнання – спостереженнями, експериментом, абстрагуванням, ідеалізацією, аналогіями, моделюванням, мисленим експериментом, роллю приладів у вивченні фізичних явищ. Розгляд цих методологічних питань має

виключне значення для формування наукового світогляду, для розуміння логіки процесу пізнання навколишньої дійсності.

Наш аналіз методичних особливостей вивчення питань квантової оптики та атомної фізики дав можливість узагальнити наступні висновки.

1. Обсяг матеріалу цього розділу невпинно зростає.

2. Одночасно з розвитком змісту навчального матеріалу розвивалась і вдосконалювалась методика його вивчення.

3. В методичному плані виникали і виникають значні труднощі. Це пояснюється наступним:

а) матеріал тем містить велику кількість нових понять і явищ, які не мають своїх аналогів в макросвіті;

б) складні функціональні залежності, які мають місце між відповідними фізичними величинами, не дозволяють використовувати їх на уроках фізики;

в) практично відсутнє обладнання (діючі моделі, макети, прилади) для здійснення в умовах школи високоякісних навчальних дослідів з квантової оптики та атомної фізики;

г) навчальний експеримент в загальноосвітній школі недостатньо розкриває особливості і кількісні закономірності явищ мікросвіту та можливості їх практичного використання;

д) мало уваги приділяється розв'язуванню експериментальних задач, які спонукали б учнів до творчого мислення та самостійності в процесі навчання.

Ефективність вивчення цього розділу можна підвищити тільки при широкому використанні засобів наочності та навчального експерименту.

Однак, як нами зазначалося, поставити реальний експеримент з квантової оптики або атомної фізики досить-таки складно через його небезпеку для здоров'я людини або відсутність необхідного обладнання, про що свідчить і наш аналіз. Якщо звернутися до його результатів, що подані на рис. 2.8, то вони показують: факти, які вимагають підтвердження, але не можуть бути експериментально відтворені реальними дослідами в умовах школи складають 69% і лише 31% - підтверджуються на уроці експериментально.

Існують два виходи з такої ситуації:

1. Для забезпечення наочності при вивченні фізики широко застосовують "матеріальні" моделі, в яких розглядаються не самі досліджувані явища, а їх аналоги.

Цей метод добре застосовувати при вивченні атомної фізики. Прикладом такої моделі може бути крапельна модель ядра, де будова ядра розглядається як крапля рідини.

Дані моделі є альтернативою для показу демонстрацій. Однак головним мінусом модельного експерименту є те, що не до всього можна зробити аналогію, а механічні моделі спотворюють властивості мікросвіту.

2. Для того, щоб показати будь-який експеримент з атомної фізики у всій його повноті вдаються до комп'ютерного моделювання.

Наочні образи створені на основі комп’ютерного моделювання сприяють розумінню досліджуваного явища і запам'ятовуванню важливих деталей в набагато більшому ступені, ніж відповідні математичні рівняння. Моделювання дозволяє надати наочність абстрактним законам і концепціям, привернути увагу учнів до тонких деталей досліджуваного явища, що не можуть бути виявлені при безпосередньому спостереженні. Графічне відображення результатів моделювання на екрані комп'ютера одночасно з анімацією досліджуваного явища чи процесу дозволяє учням легко сприймати великі обсяги змістовної інформації.

Комп'ютерне моделювання дає змогу одержати на екрані комп'ютера «живу» наочну й динамічну картину фізичного досліду. При вивчені квантової оптики можна скористатися, наприклад, навчальним комп'ютерним курсом «Відкрита фізика», який охоплює такі моделі: «Фотоефект», «Комптонівське розсіювання», «Постулати Бора», «Лазер: дворівнева модель» та ін.

Слід зазначити, що використання комп'ютерних програм особливо цінне тоді, коли в умовах школи ми не можемо продемонструвати реальний дослід, наприклад дослід Комптона, Лєбєдєва, Вавилова, Йоффе та Добронравова, які становлять експериментальну основу квантової оптики. Разом з тим, слід

враховувати, що комп'ютерні моделі не можна ототожнювати з реальним експериментом.

Використати усі переваги комп’ютерних моделей в навчальному фізичному експерименті можливо лише за умови їх комплексного запровадження із реальним експериментом.

Нами розроблений навчально-методичний комплекс експериментального вивчення квантової оптики та атомної фізики, який складається із комплекту обладнання для проведення реальних та реально-віртуальних досліджень (універсального навчального комплекту «Спектрометр.01», сучасних джерел оптичного випромінювання, засобів реєстрації оптичного випромінювання, які розроблені у науковому центрі розробки засобів навчання кафедри фізики та методики її викладання КДПУ ім.В.Винниченка), методичного забезпечення навчального експерименту та цифрового навчального комплекту (до складу якого включені нові досліди, розроблені з використанням апаратно-обчислювальної платформи Arduino та відповідних датчиків). Нами розроблені нові та удосконалені існуючі демонстраційні досліди, фронтальні лабораторні роботи та роботи фізичного практикуму, які передбачають вивчення питань квантової оптики та атомної фізики на високому науковому рівні з використанням сучасного обладнання та посиленням цілеспрямованої пізнавальної діяльності учнів, їх самостійності в процесі експериментування. Більшість лабораторних робіт розроблені у двох варіантах виконання, що передбачають врахування рівня та профілю опанування фізики учнями. Загалом запропоновано 13 демонстрацій, 5 фронтальних лабораторних робіт та 8 робіт фізичного практикуму, які систематизовано у посібнику [81].

До складу цифрового навчального комплекту входять інструкції до проведення лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму в електронному варіанті, інструкції – презентації до проведення лабораторних робіт учнями, а також інструкції – відео фрагменти, тести для перевірки готовності учнів до проведення лабораторного експерименту та перевірки засвоєння емпіричних

знань учнів з теми, каталог цифрових об'єктів, що містять навчальний експеримент по темах курсу фізики (анімації, комп'ютерні моделі, відео фрагменти навчальних дослідів), а також розроблений нами експеримент.

Обидва навчально-методичних комплекси апробовані в навчальному процесі загальноосвітніх навчальних закладів та показали свою ефективність.

4.3. Реалізація методичних підходів до інтеграції реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі

4.3.1. Демонстраційний експеримент на засадах інтеграції реального та віртуального

Відповідно до визначених нами у п.4.1 методичних підходів до виконання демонстрацій у старшій профільній школі, що передбачають комплексне використання реальних досліджень та інформаційно-комунікаційних технологій, нами розроблений експеримент з метою вивчення питань хвильової, квантової оптики й атомної фізики. Усього розроблено 44 демонстраційні досліди.

У процесі демонстрування пропонується застосовувати ІКТ з різною метою. Розглянемо можливі варіанти поєднання реального та віртуального, які апробовані нами у процесі навчання учнів старших класів загальноосвітніх навчальних закладів.

Демонстрація експерименту на уроці передбачає в першу чергу діяльність вчителя, а учні при цьому, як правило, лише спостерігають, фіксують та аналізують експериментальні дані. Незважаючи на це, демонстраційний експеримент спонукає учнів до активної розумової діяльності через проведення самостійного аналізу чи синтезу результатів дослідів, розвиває в них аналітико-синтетичне мислення.

Усі досліди, що запропоновані для виконання під час вивчення явищ геометричної та хвильової оптики з комплектом «Оптична міні-лава», передбачають безпосереднє залучення до їх проведення учнів: вони виконують

роль дослідника або його помічника, оскільки передбачається, що ознайомлення з усім комплектом приладів проводиться на одному з перших занять, де вивчаються оптичні явища.

Як приклад розглянемо демонстраційний експеримент в процесі вивчення явища інтерференції. Для проведення демонстрацій з даної теми нами запропоновані такі досліди: «Спостереження інтерференції на щілинах Юнга», «Спостереження інтерференції від біпризми Френеля», «Спостереження інтерференції на плоскопаралельній пластині», «Кільця Ньютона», а також демонстрація практичного застосування явища «Багатопроменева інтерференція на інтерферометрі Фабрі-Перо», яка може бути використана як на уроці в профільному класі, так й під час проведення факультативних занять, для поглиблення знань учнів, а також з метою організації їх самостійної дослідницької діяльності.

Дослід. **Спостереження явища інтерференції на щілинах Юнга.**

Обладнання: комбіноване джерело світла, міні-лава, щілини Юнга, екран.

На оптичній лаві розташовують лазерний випромінювач. Для досліду використовується центральний світлодіод, пучок світла від якого розширений за допомогою циліндричної лінзи-насадки. Далі розташовують подвійну щілину Юнга та екран (можна використати як екран з комплекту, так і великий демонстраційний екран) (рис.4.4).

Оскільки випромінювання лазерного діода володіє властивостями когерентності, то в результаті накладання пучків світла, що йдуть від обох щілин, на екрані буде спостерігатися інтерференційна картина.

З метою активізації пізнавальної діяльності учнів в процесі спостереження ставлять питання: як зміниться картина, якщо змінити ширину щілин, відстань між ними, відстань від щілин до екрану? Після обговорення для підтвердження теоретичних міркувань демонструють досліди, використовуючи щілини з набору, що мають більшу або меншу ширину, іншу відстань між щілинами.

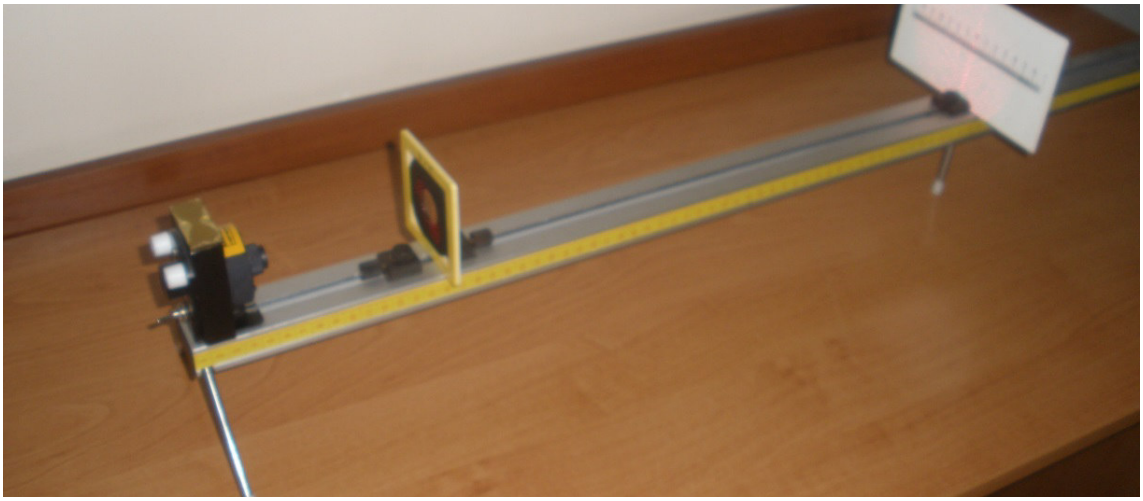


Рис.4.4. Установка для спостереження інтерференції на щілинах Юнга

Для реалізації взаємозв'язків реального та віртуального експерименту та з'ясування глибинної сутності явища інтерференції доцільно використати комп'ютерні моделі (рис. 4.5)

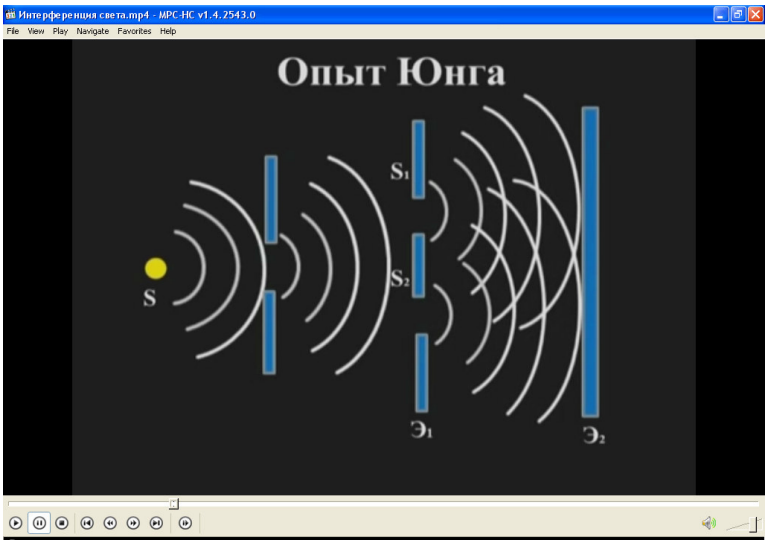


Рис. 4.5. Комп'ютерна модель досліду Юнга (розробка кафедри загальної фізики Таврійського національного університету ім.В.І.Вернадського)

Пропонований методичний підхід до комплексного використання ІКТ та реального експерименту дозволяє формувати глибокі та цілісні знання про явище інтерференції, розвиває критичне мислення учнів, сприяє формуванню вмінь аналізувати та узагальнювати отримані знання, спостерігати явища та

робити висновки, формулювати гіпотези та експериментально їх перевіряти, тобто забезпечує формування предметних компетентностей учнів з фізики.

Дослід. **Заломлення світла**

Обладнання: оптичний сегмент, столик поворотний з лімбом, лазерний випромінювач.

Заломлення світла при переході з повітря в скло демонструють так. На столику з лімбом розташовують оптичний сегмент, повернувши його плоску бічну грань до освітлювача (рис. 4.6).

На бічну плоску грань сегмента спрямовують промінь під деяким кутом відмінним від нуля. На межі двох середовищ – повітря і скло – промінь заломлюється, тобто на виході спостерігаємо зміну напряму поширення світла.



Рис.4.6 Демонстрація заломлення світла

Одночасно за допомогою мультимедійного проектора або інтерактивної дошки відтворюють рисунок, що пояснює процес переходу світла із одного середовища в інше (рис.4.7), або анімацію, яка дозволяє показати не лише процес заломлення, але й змінювати кут падіння та самі середовища, обираючи їх зі списку (вода, скло, повітря) (рис. 4.8).

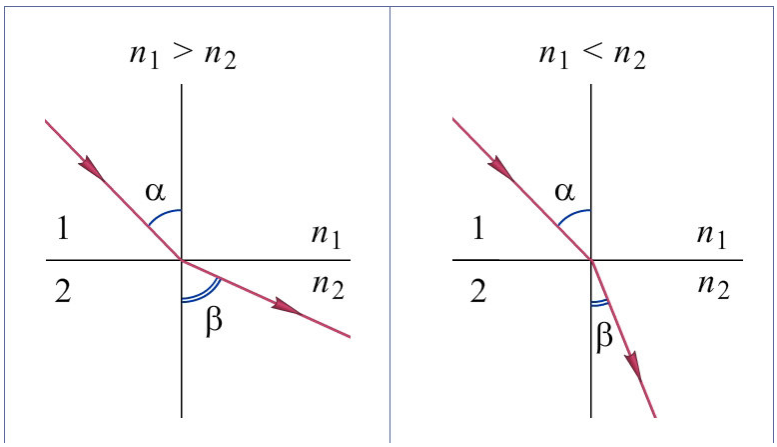


Рис.4.7. Пояснення явища заломлення світла

Вводять поняття про кут заломлення і пояснюють учням, як вимірювати цей кут, користуючись поділками, нанесеними на лімб. Використання анімації дозволяє показати, як можна виміряти кути за допомогою транспортира. Відмічають, що при переході світлового пучка з повітря в скло кут заломлення менший від кута падіння. Дають пояснення цього явища, звертаючи увагу на те, що при переході світла із одного середовища в інше змінюється швидкість його поширення. Вводять поняття показника заломлення середовища та дають означення оптичної густини середовища.

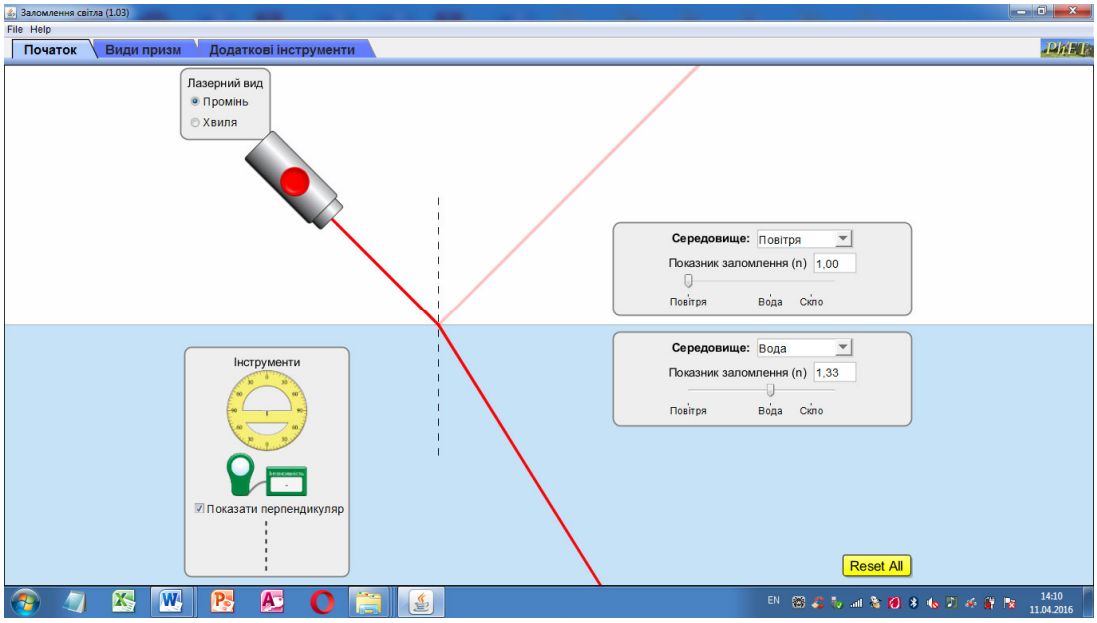


Рис.4.8. Анімація, що демонструє явище заломлення світла (з сайту http://phet.colorado.edu)

За допомогою анімації відтворюють випадок, коли світло переходить, наприклад зі скла у повітря. В цьому випадку кут падіння виявляється меншим за кут заломлення. Одночасно, дослід супроводжують відповідними рисунками (рис. 4.7).

Далі, демонстрацію проводять з метою перевірки закону заломлення світла. Для цього за лімбом на приладі «Оптична міні-лава» визначають кут падіння та кут заломлення. Звертають увагу учнів на те, що кут заломлення менший від кута падіння, отже скло є середовищем оптично густішим, ніж повітря.

Кількісно встановити співвідношення, що виражає закон заломлення світла, пропонуємо також за допомогою анімації, де можна встановити певне значення показника заломлення та досить просто визначити кути падіння та заломлення.

Подальше проведення дослідження дозволяє пояснити явище повного внутрішнього відбивання.

Пропонований методичний підхід до введення явища заломлення та встановлення його законів дозволяє сформувати в учнів розуміння сутності самого явища, показника заломлення, оптичної густини середовища, особливостей поширення світла в різних середовищах й, одночасно, створює умови оволодіння учнями найпростішими методами дослідження оптичних явищ, користування оптичними приладами та проведення вимірювань.

Разом з тим, комплексне застосування реального експерименту та ІКТ дозволяє учню активніше брати учать у процесі експериментування (наприклад, учні можуть проводити вимірювання кутів, обирати середовища для дослідження і т.д.), проявляти творчу ініціативу, пропонувати свої алгоритми у вирішенні поставленого питання, таким чином, формуючи не лише предметні, а й ключові компетентності.

Інший варіант комплексного використання реального експерименту та ІКТ в демонстраційному експерименті запропонований нами в процесі вивчення квантової оптики, де нами було використаний універсальний

навчальний комплект «Спектрометр.01», розроблений у науковому центрі розробки засобів навчання Інституту ІТЗН НАПН України, що працює при кафедрі фізики та методики її викладання КДПУ ім.В.Винниченка. Даний комплект дозволяє не просто поєднувати різні види експерименту, а проводити реально-віртуальні дослідження (детально можливості комплекту описані у п.3.1 та у посібниках [81, 207]).

Дослід. **Спостереження спектрів різних хімічних елементів.**

Обладнання: прилад ДЕВ-3Н, набір ламп ВСБ-2, набір дифракційних граток або призм, універсальний спектральний прилад „*Спектроммтер_01*”; еталонні джерела світла; атлас спектрів оптичного випромінювання деяких речовин; програмне забезпечення „*Спектрометр_01.exe*”; файл з даними для налаштування приладу; комп’ютер; мультимедійний проектор або інтерактивна дошка.

Випромінювання атомів будь-якого хімічного елемента характерне особливістю спектральних ліній, які відповідають кожному окремому елементу, бо в природі немає і не може бути двох хімічних елементів, випромінювані спектральні лінії яких були б ідентичними. Тому вивчення спектрів випромінювання дозволяє вивчати внутрішню будову атома, а самі закономірності спектрів покладені в основу спектрального методу дослідження атомів різних хімічних елементів.

Практика свідчить, що демонструвати велику кількість спектрів на уроці вчитель не має можливості, бо відсутнє необхідне навчальне обладнання (інтенсивні джерела спектрів, спектральне обладнання з високою роздільною здатністю, пристрої для реєстрування чи візуалізації спектральних ліній особливо, коли їхня інтенсивність мала, в кабінетах фізики недостатньо відпрацьована система реєстрування спектральних ліній для кількісної їх оцінки тощо). Отже, за цих умов переваги надаються фронтальним дослідам і спостереженням учнів.

Для організації фронтального вивчення спектрів під час уроку на демонстраційному столі встановлюють прилад ДЕВ-3Н (ДЕВ 3Н – джерело

еталонного випромінювання, прилад також розроблений в науковому центрі кафедри фізики та методики її викладання КДПУ ім.В.Винниченка, його будова та дія детально описана в [82]), повернутий коливальним контуром із встановленою спектральною лампою до класу. Для збільшення кута зору під час досліду на короткий час можна зняти захисну кришку. У тримач встановлюють лампу ВСБ-2 з наповнювачем, спектр якого вивчається. Кожному учневі пропонується (залежно від наявності в шкільному кабінеті) призму чи дифракційну ґратку зі шкільних наборів або ж і призму, і дифракційну решітку. За цих умов більш ефективним є використання голографічних дифракційних ґраток.

Вмикаємо генератор. Струм, який споживає генератор, слід встановлювати мінімальним, але таким, щоб збуджуване випромінювання атомів даного хімічного елемента давало б досить яскраве свічення.

Пропонуємо кожному учню спостерігати лінійчатий спектр і замалювати його в зошиті; реєстрування спектральних ліній краще пропонувати виконати або різнокольоровими олівцями, або зазначити колір кожної лінії.

Звичайно, дане дослідження можна проводити за допомогою приладів для запалювання спектральних трубок. Але такі прилади, як показує наша практика, дають дуже слабке свічення, яке на задніх партах дуже погано видно.

Згодом встановлюємо лампу ВСБ-2 з іншим наповнювачем, наприклад, натрієм, який дає яскравий дуплет двох жовтих ліній та повторюємо спостереження.

Під час виконання фронтальних спостережень із наявних ламп ВСБ-2 вибирають ті, які дають більш яскраві та інтенсивні лінії, серед котрих немає ультрафіолетового випромінювання. Таким чином, учні доходять висновку, що кожний хімічний елемент має свій, притаманний лише йому, набір спектральних ліній з відповідним їх розміщенням та характерною інтенсивністю окремих ліній.

Даний дослід можна виконати з використанням навчального комплекту „*Спектрометр 01*”. Для цього вчитель вмикає спектрометр, запускає програму та проводить автоматичний пошук координат сканера. Підключають файл для налаштування спектрального приладу. Вмикають лампу з випромінюванням спектра невідомої речовини та встановлюють її у відповідному місці для реєстрації спектра (на оптичній вісі приладу) (рис.4.9).

Можна використати вже згадуваний прилад ДЕВ – 3Н або щкільний прилад для запалювання спектральних трубок. Отриману спектрограму (рис.4.10) зберігають у відповідному файлі та відтворюють її на екрані за допомогою мультимедійного проектора або інтерактивної дошки.

Використовуючи атлас оптичних спектрів випромінювання речовин (або фотографії спектрів деяких речовин), можна запропонувати учням визначити, яка речовина створює досліджуване випромінювання.

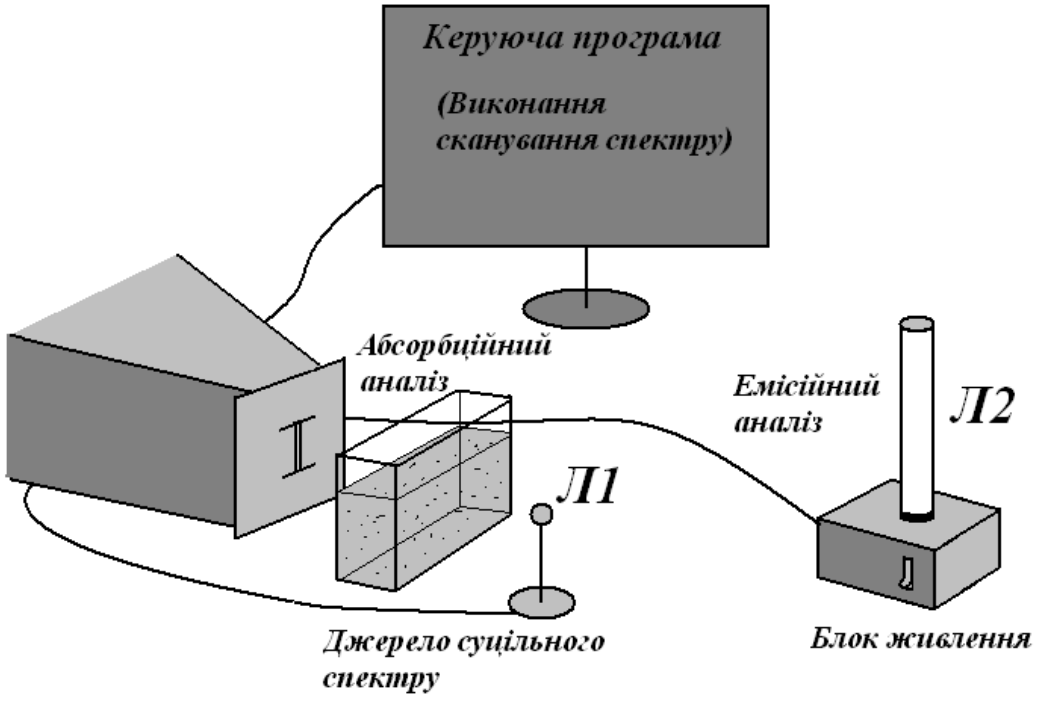


Рис. 4.9. Установка для проведення якісного спектрального аналізу

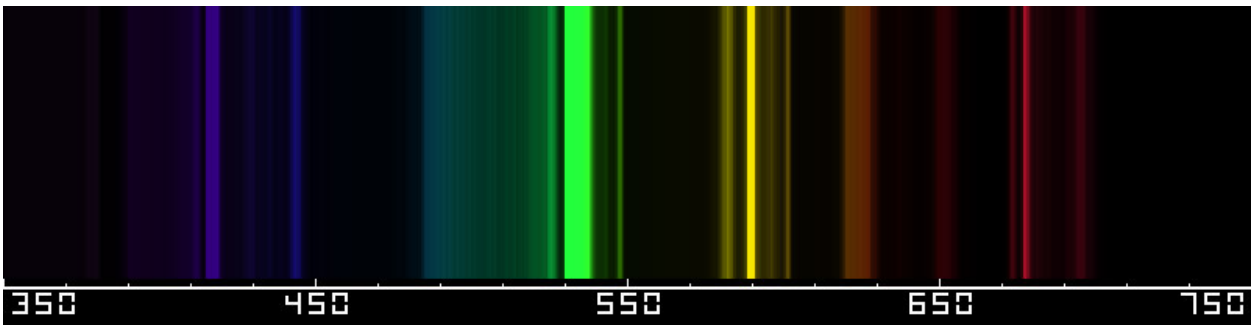


Рис. 4.10. Вигляд графічного зображення „*Кольоровий спектр*”

Пропонований варіант проведення демонстрації дозволяє не лише знайомити учнів із сучасним методом дослідження – спектральним, на високому науковому рівні із застосуванням сучасних технологій, а й формує навички експериментаторської діяльності, розуміння сутності спектрального аналізу, компетентності дослідницького характеру.

Переваги спостереження спектрів в такому експерименті полягають, в першу чергу, у тому, що отриманий спектр можна спостерігати скільки завгодно довго, його можна роздрукувати та проводити подальші дослідження (наприклад, визначати довжини хвиль відповідних ліній). Окрім того, такий експеримент є більш наочним та придатним для спостереження, його видно з будь-якого місця класу.

Значно посилити теоретичну спрямованість навчального експерименту та інтегрувати реальну і віртуальну його складові дозволяє застосування датчиків та відповідних програмних комплексів. Як зазначалося раніше, нами була використана апаратно-обчислювальна платформа Arduino, яка вимагає використання комп’ютерних програм, інтерфейс яких має можливість візуалізації графіків перебігу фізичних процесів та використання електронних інструментів для аналізу експерименту.

Нами був розроблений демонстраційний експеримент по вивченню законів фотоефекту.

Дослід. **Вивчення залежності фотоструму від освітленості**

Обладнання: джерело живлення ВС-24М; з’єднувальні провідники; ключ; фоторезистор; прилад з фотометрії; електрична лампочка на підставці

(6,3 В); ультразвуковий датчик відстані HC-SR04; апаратна обчислювальна платформа Arduino/DCCduino; комп’ютер; мультимедійний проектор або інтерактивна дошка

В пропонованому досліді перевіряється перший закон фотоефекта, а саме досліджується прямо пропорційна залежність струму насичення від освітленості.

Для виконання роботи ми пропонуємо використати установку, загальний вигляд якої показано на рис. 4.11. Досліджуваним об’єктом є фоторезистор.

Фоторезистор під’єднаний до відповідних контактів Arduino та розміщений у приладі з фотометрії. Всередині цього приладу розташовується й лампочка. З метою визначення відстані від фото резистора до джерела світла (лампочки) до платформи також під’єднаний ультразвуковий датчик відстані HC-SR04.

Ультразвуковий датчик відстані HC-SR04 – це стабільний і точний ultrasonic sonar (сонар), який не має «сліпих зон». Може вимірювати відстань від 0 мм до 1500мм, точність досягає 3 мм. Зовнішні габарити 37x20x15 мм.

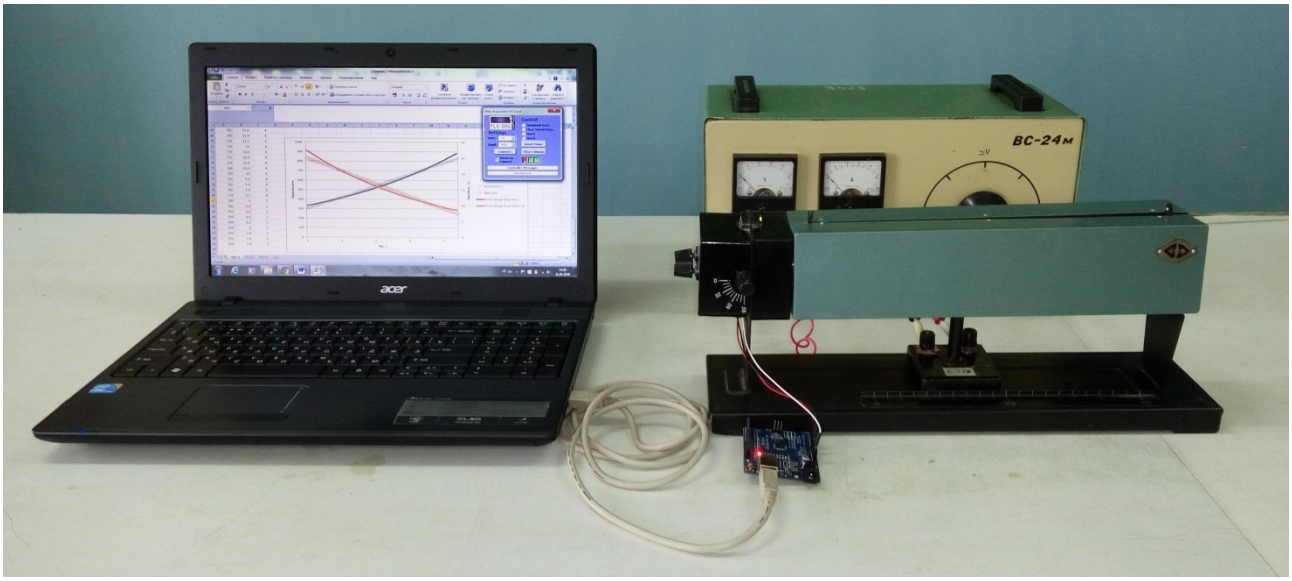


Рис.4.11. Схема установки досліду з вивчення першого закону фотоефекту

Оскільки освітленість поверхні точковим джерелом обернено пропорційна квадрату відстані до джерела, то за допомогою такого датчика можна встановити залежність фотоструму від освітленості.

Використання зазначених елементів контролю фізичних параметрів дозволяє розширити та спростити отримання і обробку результатів у ході виконання фізичних експериментів, що особливо є значущим для навчального процесу.

Для отримання інформації з датчиків, що під'єднуються до апаратно-обчислювальної платформи Arduino використовується RS-232 (послідовне з'єднання), що реалізоване через USB інтерфейс. Для обробки результатів зручно використовувати макрос PLX-DAQ, що дозволяє в реальному часі зчитувати дані з COM-порта та передавати їх до електронних таблиць Excel. Загальний вигляд апаратно-обчислювальної платформи з під'єднаними датчиками показаний на рис.4.12.

Якщо платформа установлена на комп'ютері, то залишається лише запустити середовище розробки Arduino (детальніше про роботу платформи та правила її установки в [373]).

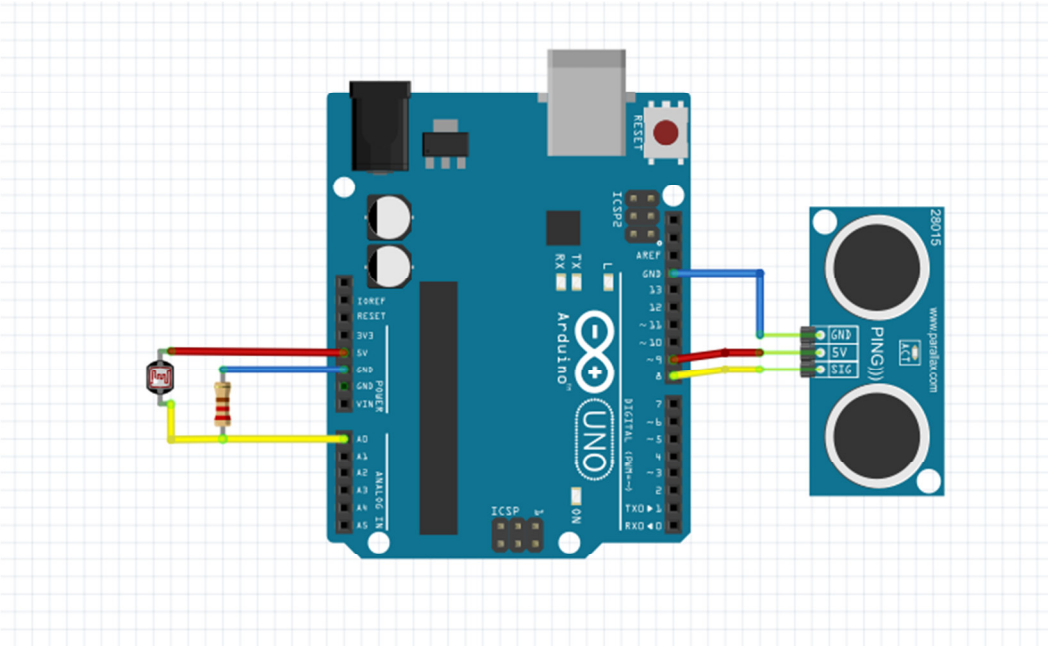


Рис.4.12. Загальний вигляд апаратно-обчислювальної платформи з під'єднаними датчиками.

Для виконання демонстрації необхідно завантажити відповідний скетч (невелику програму для обробки інформації) до Arduino, запустити файл книги Microsoft Excel, що містить зазначений макрос PLX-DAQ. В нашому досліді така програма є досить простою (див. додаток Е), тому навіть можна запропонувати написати її учням на мові Паскаль або C^{++}.

Запустивши програму, проводять вимірювання. Змінюють відстань від лампочки до фоторезистора. Після отримання даних датчиків опрацьовують отримані дані, які будуть мати вигляд графіків. В нашому досліді ми отримали два графіка: сили фотоструму та відстані (освітленості) (рис. 4.13).

На якісному рівні учні можуть зробити висновок про залежність сили фотоструму від освітленості.

Таким чином, на основі реально проведеного експерименту з використанням додаткових датчиків та можливостей ІКТ можна проводити демонстраційні досліди, які дозволяють на вищому науковому рівні досліджувати явища, що є фундаментом сучасних фізичних теорій, розуміння яких підносить рівень теоретичних знань учнів відповідно до вимог стандартів освіти та їх компетенцій.

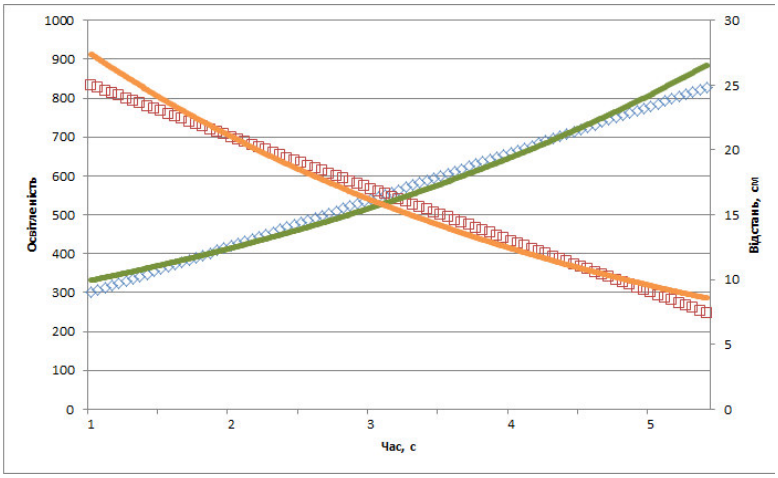


Рис. 4.13. Графіки сили фотоструму та відстані

Пропонований дослід можна рекомендувати проводити і як лабораторну роботу, коли учні опрацьовують кількісні результати, що отримані в процесі роботи.

Як зазначалося в нашому дослідженні, вивчення квантової оптики та атомної фізики, на жаль мало забезпечене реальним експериментом. Тому під час дослідження явищ, що є об’єктом вивчення в даних темах, доцільно використовувати віртуальні моделі явищ, які розроблені у великій кількості та які можна безкоштовно завантажувати з сайту Phet (http://phet.colorado.edu), наприклад, модель атома Резерфорда (рис. 4.14).

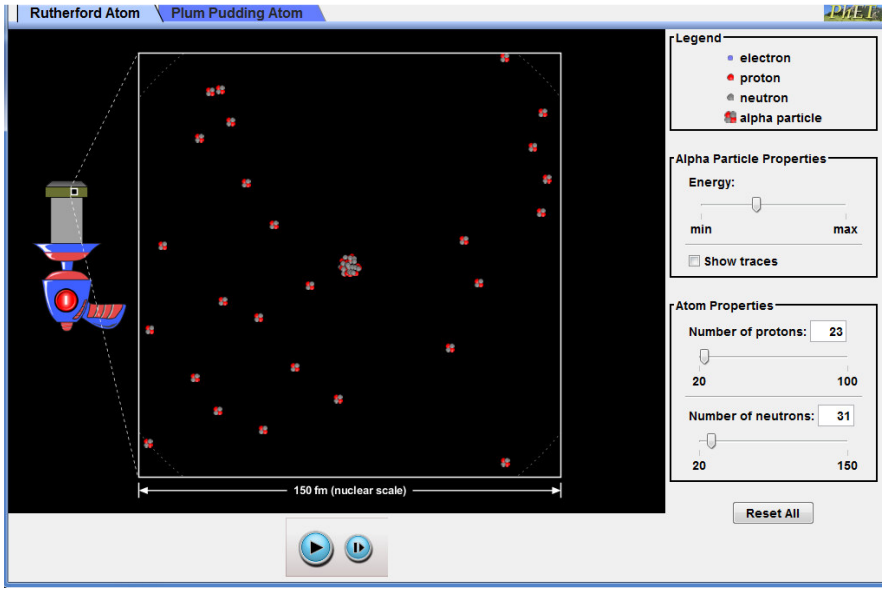


Рис.4.14. Модель атома Резерфорда

Такі комп’ютерні моделі зібрані нами у цифровому комплекті, що входить до складу навчально-методичного комплексу експериментального вивчення квантової оптики та атомної фізики.

Отже, інтеграція реального та віртуального навчального експерименту в процесі демонстрації фізичних явищ на уроці фізики в старшій школі, передбачає посилення самостійності учня в проведенні досліджень, можливість проведення кількісних вимірювань та встановлення закономірних зв’язків між величинами, вивчення внутрішньої сутності явищ, що, відповідно, дозволяє формувати цілісні наукові знання та предметні компетентності учнів.

4.3.2. Поєднання реального та віртуального експерименту в процесі виконання фронтальних лабораторних робіт учнів

Широкі можливості в процесі виконання фронтальних лабораторних робіт має використання комп'ютерної техніки, причому на різних етапах цієї

роботи. Використання комп'ютера дозволяє графічно подати будь-яку математичну функцію (залежність між певними фізичними величинами), моделювати фізичні процеси, складні фізичні та технологічні установки, розглядати фізичні процеси в динаміці. При цьому ми можемо впливати на умови перебігу досліду так, як не змогли б впливати в реальності: прискорити довготривалий процес чи сповільнити короткочасний, за короткий час провести кілька експериментів з різними вихідними умовами.

Як нами зазначалося, застосування аналого-цифрових перетворювачів та різноманітних датчиків дає можливість використовувати комп'ютер під час виконання лабораторних робіт для вимірювання фізичних величин та графічної інтерпретації протікання фізичних процесів (описана нами апаратна обчислювальна платформа Arduino). Застосування електронно-обчислювальної техніки під час обробки результатів експерименту дозволяє уникнути великих затрат навчального часу на виконання одноманітних обчислень, збільшити частку творчої роботи школярів та одночасно нівелювати різницю в математичній підготовці учнів.

Поряд із тим, використовуючи комп'ютер у лабораторному експерименті, слід пам'ятати, що моделювання фізичних процесів на комп'ютері мало сприяє формуванню в школярів експериментаторських умінь та навичок. Тому використання комп'ютера в лабораторному експерименті повинне доповнювати, але не підмінювати його. Учні повинні вміти працювати з реальними фізичними приладами, збирати експериментальні установки, користуватись вимірювальними приладами.

Виходячи з результатів нашого дослідження та запропонованих методичних підходів до інтеграції реального та віртуального фізичного експерименту, нами розроблені та апробовані в навчальному процесі 16 фронтальних лабораторних робіт з хвильової, квантової оптики та атомної фізики. Пропоновані роботи передбачають в процесі виконання використання як реального обладнання, так і засобів ІКТ.

Один з підходів до запровадження інтеграційного підходу в навчальному експерименті, пов'язаний із його функцією адаптації. Даний підхід детально описаний нами в п.3.5. Розглянемо інші варіанти проведення фронтальних лабораторних робіт, що передбачають комплексне використання реальних досліджень та комп'ютерних технологій у зв'язку із запровадженням синергетичного підходу.

Розглянемо приклад виконання роботи «Визначення періоду дифракційної ґратки». До даної роботи в складі комплекту міститься в електронному варіанті інструкція по виконанню реального експерименту, з якою учень може ознайомитись удома.

Інструкція до виконання лабораторної роботи «Визначення періоду дифракційної ґратки»

Мета: навчитися експериментально визначати період дифракційної ґратки.

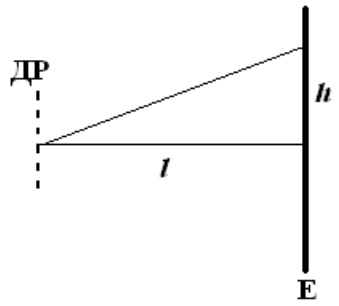
Обладнання: лазерний випромінювач з λ=650 нм (червоний), дифракційні решітки, екран - шкала.

Виконання роботи

1. На оптичній лаві розмістити лазерний випромінювач, рейтер для розміщення дифракційних граток та екран - шкалу.

2. Ввімкнути центральний світлодіод, який дає червоне випромінювання з λ=650 нм. Використовуючи циліндричну насадку, розширити лазерний пучок.

3. Перпендикулярно до вісі лазерного пучка в рейтері розташувати дифракційну решітку.



4. На екрані спостерігати дифракційну картину. Переміщуючи екран та решітку, спостерігати за змінами у картині. Описати їх.

5. Встановити решітку та екран в певне положення на лаві. Визначити відстань від решітки до екрана *l* по шкалі на лаві.

6. Виміряти відстань по шкалі на екрані від центральної смуги до максимуму першого порядку *h*. (рис.)

7. Обчислити кут дифракції для першого порядку: $tg\ \varphi = \frac{h}{l}$ (кути дифракції, як правило, малі, то для них можна прийняти $sin\ \varphi = tg\ \varphi$).

8. За результатами вимірювань обчислити сталу дифракційної решітки за формулою: $d = \frac{m\lambda}{\sin\varphi} = \frac{m\lambda\, l}{h}$, де m – порядок спектру.

9. Виконати вимірювання аналогічні п.5-7 для спектрів другого та третього порядків, занести дані до таблиці та розрахувати період дифракційної решітки *d.*

№ Досліду	Порядок спектру, m	Довжина хвилі, λ, м	Відстань від ґратки до екрана, *l,* м	Відстань до відповідного спектра на екрані, *h,* м	Кут дифракції, $tg\ \varphi = \frac{h}{l}$	Період дифракційної ґратки, *d*, м
1	1	$650 \cdot 10^{-9}$				
2	2	$650 \cdot 10^{-9}$				
3	3	$650 \cdot 10^{-9}$				

10. Обчислити середнє значення періоду дифракційної решітки та порівняйте це значення із паспортними даними на решітку.

11. Визначити за даними отриманими в роботі просторову частоту дифракційної решітки: *N=1/d*.

12. Сформулювати висновки до роботи.

Окрім розробленої нами інструкції, учням можна запропонувати переглянути інструкцію – відео фрагмент, для чого використати ППЗ «Віртуальні фізична лабораторія. 10-11 клас» виробництва *АТЗТ «Квазар – Мікро Техно»*.

Одночасно, нами запропонована інструкція – презентація (додаток Ж.1), яка містить покрокові дії з описом та фотоматеріалами до виконання роботи. Використання такої інструкції під час підготовки до проведення лабораторної роботи, дасть можливість учню не лише вивчити порядок дій, але й побачити

обладнання, яке буде використано на уроці, порядок його розміщення та дії з ним.

Тести для перевірки готовності учнів до проведення даної лабораторної роботи проводяться на початку заняття, після проведення інструктажу з безпеки життєдіяльності (див. додаток Ж.2.). Тести створені за допомогою досить простого та доступного конструктора тестів easyQuizzy — це проста та зручна програма для створення та редагування тестів (рис.4.15). Кожен тест є незалежною програмою, яку достатньо скопіювати на будь-який комп'ютер та запустити, щоб розпочати тестування. Програма має зрозумілий інтерфейс, що дозволяє за короткий час прилаштуватися до нього та створювати тести. Такий самий зручний інтерфейс і для користувача, він не вимагає додаткових знань та вмінь в користуванні комп'ютером.

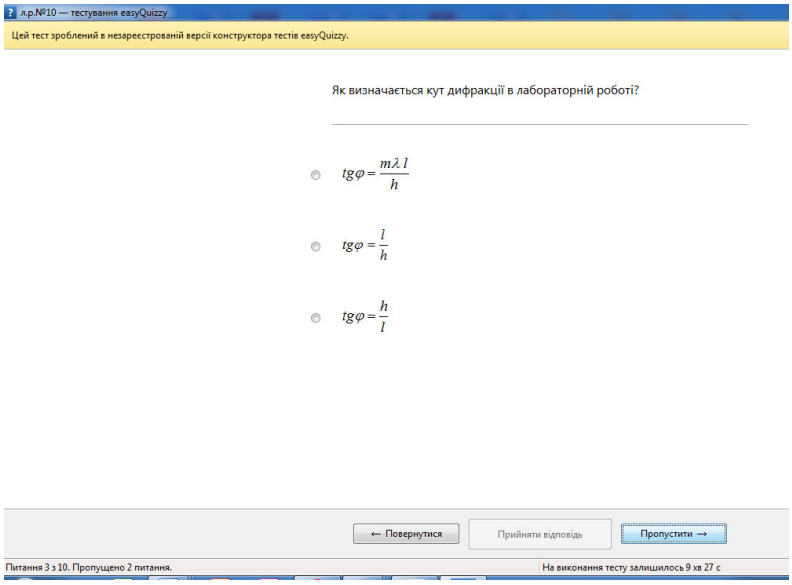


Рис.4.15. Тести перевірки готовності до виконання лабораторної роботи

Отже, в процесі виконання даної роботи, комп'ютер використовується з метою підготовки до виконання досліджень з реальним обладнанням, перевірки готовності учнів до виконання роботи.

Перевірка засвоєння емпіричних знань учнів з теми «Дифракція світла» проводиться шляхом проведення домашнього тестування (зразки тестів у додатку Ж.3) з використанням сервісу для підтримки процесів навчання та викладання за допомогою невеликих інтерактивних модулів learning.apps, що

значно економить час. Якщо в школі використовується навчальна платформа Moodle, тестування зручно проводити з її допомогою.

Використовуючи розроблений нами навчально-методичний комплекс іншу роботу «Визначення фокусної відстані та оптичної сили збірної лінзи» пропонується виконувати з урахуванням вимог синергетичного підходу наступним чином.

Завчасно учнів попереджають про проведення роботи та пропонують ознайомитися з віртуальною її версією (ППЗ з фізики від АТЗТ «Квазар – Мікро Техно» або ПП «Контур Плюс») та вивчити інструкцію-презентацію по виконанню роботи (додаток З). Учнів попереджають про можливість варіативного виконання роботи за рахунок експериментальних завдань, що містяться в інструкції, ознайомитись з якою вони можуть самостійно використовуючи електронний варіант.

Інструкція до виконання лабораторної роботи

Тема: Визначення фокусної відстані та оптичної сили збірної лінзи.

Мета роботи: експериментально визначити головну фокусну відстань збірної та розсіювальної лінзи, їх оптичну силу та збільшення, яке дає лінза.

Обладнання: лінзи збиральні з F=60 мм та 120 мм, розсіювальна лінза з F=- 60 мм, комбіноване джерело світла, екран - шкала.

Для фронтального дослідження пропонується виконати роботу двома методами: визначити фокусну відстань в результаті посереднього вимірювання та за вимірюванням відстаней від предмета до лінзи та від лінзи до екрана й обчислення за формулою, яка отримується з формули тонкої збиральної лінзи:

$$F = \frac{df}{d+f} \ .$$

Виконання роботи

1.Зібрати установку для проведення дослідів розмістивши на оптичній лаві комбіноване джерело світла, збірну лінзу та екран (рис. 4.16). Предметом в даній роботі виступає світний квадрат, утворений чотирма різнокольоровими світлодіодами.

2.Отримати чітке зображення світного квадрата на екрані. Виміряти відстані від лінзи до екрана та від лінзи до «квадрата». Одночасно виміряйте розміри зображення, тобто відстань між двома вертикальними світлодіодами (синім та зеленим, або червоним та жовтим).

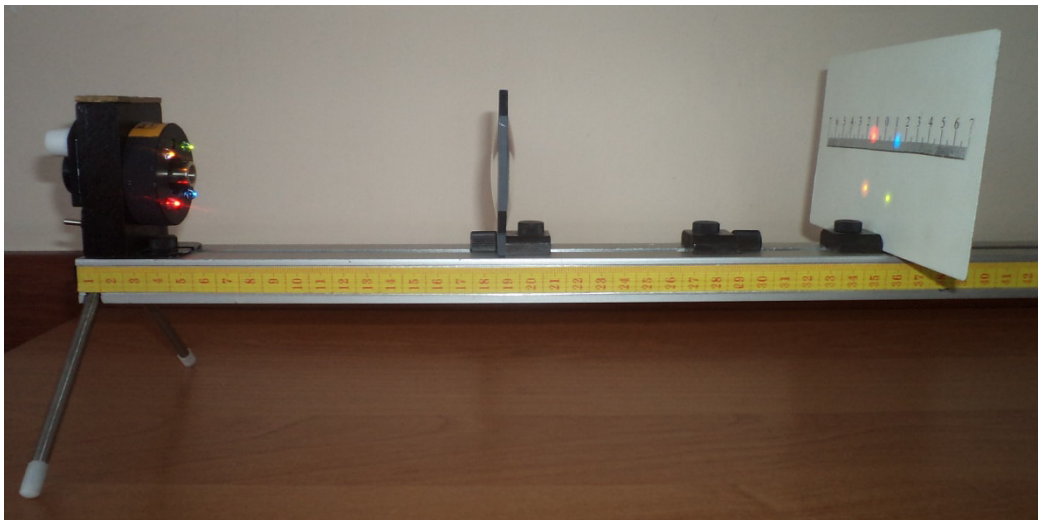


Рис. 4.16 Схема установки для виконання роботи по визначенню фокусної відстані збірної лінзи

3.Пересуваючи «квадрат» та екран, отримайте зображення інших розмірів. Результати вимірювань запишіть до таблиці.

№ досліду	Відстань від «квадрата» до лінзи, f, м	Відстань від лінзи до екрана, d, м	Фокусна відстань, F, м	Оптична сила лінзи, D, дптр
1				
2				
3				

4.Обчислити головну фокусну відстань та оптичну силу збірної лінзи.

5. Порівняйте значення *F*, отримані в результаті експерименту та поданими в технічній документації до комплекту.

6. Обчисліть лінійне збільшення двома способами, використовуючи співвідношення: $\Gamma = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{f}{d}$, де A_1B_1 – розміри зображення, AB – розміри

предмета, тобто відстань між світодіодами, яка дорівнює 2,2 см. Результати відповідних вимірювань та розрахунків занесіть до таблиці:

№ досліду	Відстань від «квадрата» до лінзи, f, м	Відстань від лінзи до екрана, d, м	Збільшення лінзи, Γ_1	Розміри зображення, A_1B_1, см	Розміри предмета, AB, см	Збільшення лінзи, Γ_2
1						
2						
3						

7. Порівняйте значення збільшення лінзи, отримані різними методами, і зробіть висновок.

Експериментальне завдання:

1. Перевірте оборотність ходу променів.
2. Знайти головну фокусну відстань лінзи за розмірами предмета, його зображення і за відстанню зображення від лінзи.

Перед початком виконання лабораторної роботи учні мають можливість отримати від вчителя відповіді на запитання, які у них виникли в процесі самостійної підготовки. Після цього вони складають тест на готовність, який містить питання практичного спрямування й дозволяє вчителю перевірити, на скільки глибоко учні зрозуміли сутність роботи, знають перелік необхідного обладнання, орієнтуються в порядку виконання завдань та знають, які вимірювання необхідно провести та як опрацювати отримані результати. Тестові завдання підготовлені нами таким чином, що є можливість як комп'ютерної перевірки, так і використання матеріалів в друкованому варіанті. Учні повинні відповісти на п'ять тестових питань, тому перевірка підготовки не займає багато часу.

Учні, які не змогли показати готовність до виконання роботи, ще раз ретельно вивчають інструкцію та разом з вчителем розбирають незрозумілі моменти, й лише після цього можуть почати роботу з приладами.

Під час виконання лабораторної роботи, учні мають можливість отримати високі бали за умови виконання додаткових експериментальних

завдань творчого характеру, які розроблені нами та подані в інструкціях до усіх лабораторних робіт.

Інший рівень інтеграції реального та віртуального експерименту запропонований нами під час виконання фронтальних лабораторних робіт з квантової оптики та атомної фізики.

Згадуваний нами навчальний комплект «Спектрометр.01» дозволяє підняти рівень лабораторних робіт до наукових досліджень. Нами розроблені та запропоновані до виконання 5 нових лабораторних робіт. Розглянемо одну з них, як приклад запровадження синергетичного підходу та комплексного використання навчального фізичного експерименту та ІКТ.

Тема: Визначення сталої Рідберга

***Мета роботи*:** на основі спектрального методу дослідження визначити сталу Рідберга

Обладнання: універсальний спектральний прилад „*Спектроммтер_01*”; прилад ДЕВ-3Н, лампа ВСБ-2 з наповненням гідроген (або інший прилад для запалювання трубок з наповненням гідроген); програмне забезпечення „*Спектрометр_01.exe*”; комп’ютер.

Зауваження: За теорією Бора атоми випромінюють електромагнітні хвилі (енергію) під час переходу з одного стаціонарного стану в інший. Енергія випроміненого фотона дорівнює різниці енергій стаціонарних станів:

$$h\nu = E_1 - E_2 .$$

Всі можливі частоти спектра випромінювання гідрогена можуть бути обчислені за формулою:

$$\nu = R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$

Для видимої серії $\nu = R(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2})$

R – стала Рідберга.

Гідроген в оптичній ділянці спектра має чотири лінії, що відповідають довжинам хвиль, які будуть знайдені в роботі, і цих даних буде достатньо для розрахунків сталої *R*.

Налаштувати навчальний комплект „*Спектроммтер_01*” відповідно до вказівок, що описані в досліді 6. Отриманий спектр випромінювання водню спроектувати на екран або інтерактивну дошку. Далі учні виконують дослідження відповідно до порядку його виконання.

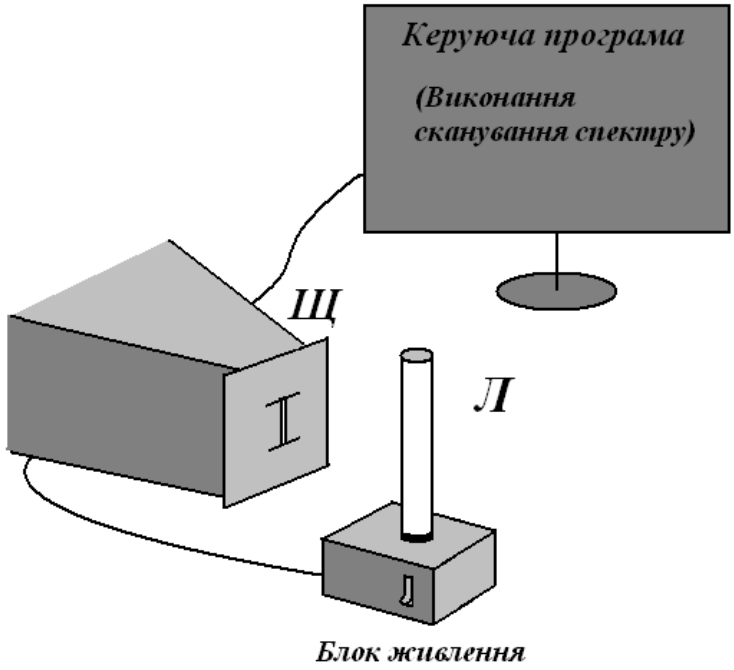


Рис.4.17. Установка для дослідження спектру гідрогену

Порядок виконання роботи

1. Включіть спектрометр, запустіть програму та проведіть автоматичний пошук координат сканера.

2. Підключіть файл для налаштування спектрального приладу.

3. Увімкніть лампу з випромінюванням спектра гідрогена та встановіть її у відповідному місці для реєстрації спектра (на оптичній вісі приладу).

4. Виконайте автоматичне сканування спектру, а отриману спектрограму збережіть у відповідному файлі (рис.4.18) та роздрукуйте її (для усіх учнів) або виведіть на екран (доцільно отримати як кольорову спектрограму, так і графік).

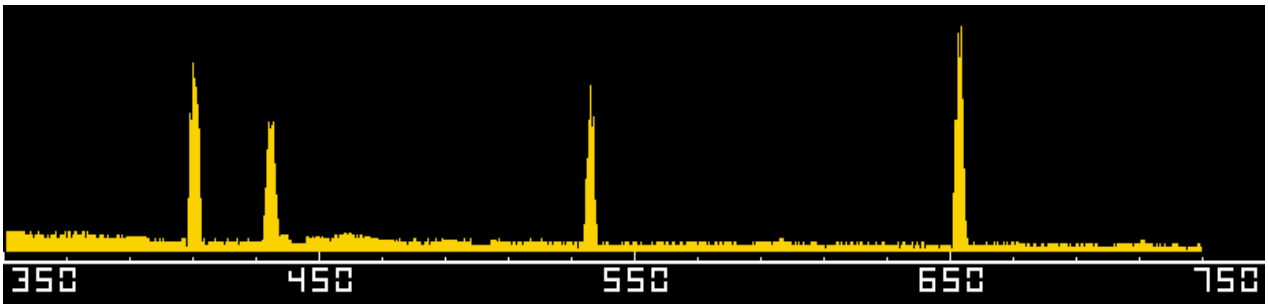


Рис.4.18. Графік спектра гідрогену

5. Визначте за графіком довжини хвиль ліній видимої частини спектру.

6. Отримані дані занесіть до таблиці:

№ лінії:				
Довжина хвилі, *нм*				

7. Використовуючи дані, отримані у пункті 6, обчислити сталу Рідберга, враховуючи те, що в даній роботі випромінюються чотири перші лінії серії Бальмера: червона лінія ($n = 3$), синьо-голуба ($n = 4$), голуба ($n = 5$), фіолетова ($n = 6$).

8. Розрахувати середнє значення та похибку обчислення сталої Рідберга. Отримані результати занести до звіту виконання лабораторної роботи.

Пропонована лабораторна робота є віртуальною, але дозволяє отримати реальні результати та спостерігати явище учням усього класу. Оскільки в процесі вивчення квантової оптики та атомної фізики дуже мало досліджень, які можна проводити у вигляді фронтальних лабораторних робіт, то така лабораторна робота не лише урізноманітнить експериментальні дослідження, але й сприятиме формуванню навичок роботи з комп'ютерними моделями, проводити спостереження та аналізувати їх результати.

В процесі обробки результатів лабораторної роботи можна запропонувати використати програми для обчислень, наприклад Excel.

4.3.3. Комплексне використання реального та віртуального експерименту в процесі виконання робіт фізичного практикуму

Більш високий рівень своїх теоретичних та емпіричних знань учні можуть показати під час виконання робіт фізичного практикуму, які передбачають посилення самостійної пізнавально-пошукової діяльності. Вчитель в даному випадку виступає як консультант, порадник. Усі інструктивні матеріали учні отримують у вигляді електронних інструкцій та мають можливість підготуватися до виконання роботи вдома. Оскільки роботи практикуму за змістом та глибиною розширюють фронтальні лабораторні дослідження учнів й посилюють роль їхньої самостійної роботи, ми вважаємо недоцільним використовувати детальні інструкції-презентації до них. В той же час, можна використати ті інструкції, які підготовлені до виконання лабораторних робіт, для учнів, що мають недостатній рівень підготовки з фізики, або погано орієнтуються у фізичному експерименті. Одночасно, учням з високим рівнем досягнень можна запропонувати методику самостійної розробки експериментального дослідження за його метою без детальної інструкції.

В п. 4.1 нашого дослідження детально розглянуті методичні підходи до проведення робіт фізичного практикуму з використанням комплектів обладнання й інформаційно-комунікаційних технологій. Було відзначено, що таке поєднання дозволяє відповідно до рівня, за яким вивчається фізика в даному класі (стандарт, академічний, профільний), а також з урахуванням нахилів та здібностей учнів запропонувати різні варіанти проведення роботи практикуму, що дозволяє реалізувати синергетичний підхід в навчальному експерименті

Варто додати, що, оскільки роботи фізичного практикуму проводять з метою узагальнення, повторення та поглиблення тих знань, які були отримані учнями протягом року під час вивчення курсу фізики, доцільним є перевірка рівня сформованості теоретичних та емпіричних знань після виконання роботи.

З цією метою нами підготовлені тестові завдання узагальнюючого змісту з окремих тем оптики (додаток К) та атомної фізики. Ці тести є складовою частиною цифрового навчального комплекту, що входить до складу навчально-методичного комплексу.

В якості прикладу виконання роботи практикуму в 11 класі наведемо роботу «**Визначення фокусної відстані лінзи**». Названу роботу пропонуємо проводити за допомогою комплекту «Оптична міні-лава» [83, 84]. Оскільки учнями виконувалась лабораторна робота з даної теми, можна запропонувати до виконання не усі завдання, а лише ті які передбачають варіативність дослідження.

В якості джерела світла для проведення дослідів використовується комбіноване джерело світла, в центрі якого розташований лазерний діод, а симетрично відносно центру розташовуються чотири діоди, що утворюють квадрат і мають різний колір (червоний, жовтий, зелений та синій). Саме ці діоди у вигляді квадрата і відіграють роль предмета в роботі по визначенню фокусної відстані лінзи.

В комплект входить також набір лінз. Для виконання лабораторної роботи учням можна запропонувати використати усі лінзи з комплекту. Усе обладнання разом з екраном розміщується на оптичній лаві (рис. 4.19).

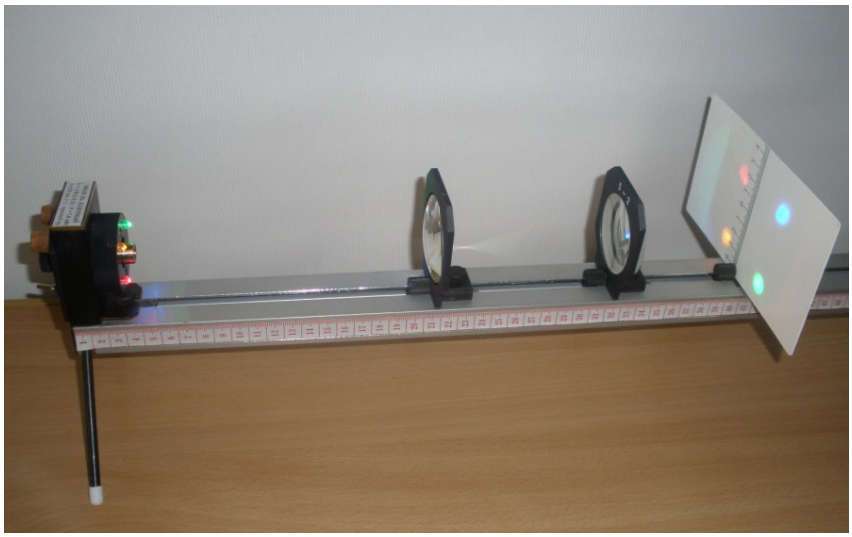


Рис. 4.19. Визначення фокусної відстані розсіювальної лінзи.

Названий набір елементів для виконання роботи отримує кожен учень. Але метод виконання дослідження учень обирає самостійно, відповідно до поставленої мети дослідження.

Відповідно до рівня, за яким вивчається фізика в даному класі (стандарт, академічний, профільний), а також з урахуванням нахилів та здібностей учнів, що дозволить реалізувати синергетичний підхід до навчального фізичного експерименту, учням пропонуються такі варіанти проведення роботи:

1) учні виконують роботу за готовими інструкціями, визначають фокусну відстань збірної лінзи за віддаллю предмета та його зображення від лінзи (так як описано в лабораторній роботі);

2) учні виконують роботу за інструкціями двома методами (1 – за віддаллю предмета та його зображення від лінзи, 2 – за висотою предмета і його зображення та за віддаллю останнього від лінзи), порівнюючи результати досліджень;

3) учні виконують роботу за готовими інструкціями трьома методами (1 – за відстанню від предмета до лінзи та від лінзи до екрана, 2 – за відстанню від лінзи до екрана та висотою предмета та зображення, 3 – за величиною переміщення лінзи (метод Бесселя)), порівнюючи результати досліджень;

4) теоретично ознайомившись із різними методами знаходження фокусної відстані збірної лінзи, учні обирають той метод проведення дослідження, який вважають найраціональнішим та самостійно розробляють план проведення дослідження й виконують роботу;

5) учні самостійно пропонують метод знаходження фокусної відстані розсіювальної лінзи, проводять теоретичні розрахунки, виводять формулу та проводять експериментальну перевірку.

Під час виконання даної роботи комп’ютер використовують для розрахунку результатів досліджень та створення звітності (таблиці) по виконанню лабораторної роботи. Для учнів, які були відсутні, або з метою закріплення матеріалу можна запропонувати виконати віртуальну лабораторну

роботу (ППЗ з фізики від АТЗТ «Квазар – Мікро Техно» або ПП «Контур Плюс»). Ці ж роботи можуть бути запропоновані учням для виконання вдома: або з метою попереднього ознайомлення з порядком виконання роботи (експеримент в даному випадку виконує адаптаційну функцію), або для самостійного опрацювання (з метою активізації пізнавальної діяльності, оскільки дана тема вивчалася учнями раніше, у 7 класі). Можна також запропонувати учням провести віртуальний та реальний експеримент, порівняти одержані результати, визначити похибки вимірювань та виявити їх причини.

З метою активізації пізнавально-пошукової діяльності учнів до роботи практикуму запропоновані контрольні запитання:

1. Що таке лінза? Які лінзи називаються тонкими?

2. Записати та пояснити формулу лінзи.

3. Що називають оптичною силою лінзи та в яких одиницях її вимірюють?

4. Дати означення фокуса та фокусної віддалі лінзи. Чим відрізняються фокуси збірної та розсіювальної лінз?

5. Що називають збільшенням лінзи?

6. Як залежить фокусна віддаль лінзи від показника заломлення лінзи та середовища, у якому вона знаходиться?

7. У чому суть методу Бесселя для визначення фокусної відстані лінзи?

8. За якої умови збірна лінза може працювати як розсіювальна?

9. Який із трьох запропонованих методів визначення фокусної відстані збірної лінзи є найбільш точним і чому?

10. Назвіть технічні прилади, в яких використовуються лінзи.

Дані питання можуть бути використані також вчителем з метою виявлення глибини опанування учнями теоретичним матеріалом з теми роботи.

Пропонований методичний підхід до проведення роботи практикуму дозволяє формувати в учнів вміння самостійно планувати та проводити дослідження, обирати раціональний метод проведення експерименту,

користуватися фізичними приладами та проводити вимірювання, обробляти результати та аналізувати їх, тобто формувати узагальнене експериментаторське вміння з урахуванням синергетичних принципів.

Методичний підхід до поєднання в процесі проведення фізичного практикуму реальних дослідів та ІКТ можна продемонструвати на прикладі проведення наступної роботи

Тема: Перевірка законів фотоефекту.

Мета*:* перевірити справедливість законів фотоефекту та дослідити роботу фотоелементів, дія яких ґрунтується на принципах внутрішнього та зовнішнього фотоефекту.

Обладнання: джерело живлення (2 шт); з'єднувальні провідники; мікроамперметр; ключ; навчальний комплект „*Спектрометр_01*."; вакуумний фотоелемент; напівпровідниковий фоторезистор; резистори; вольтметр; комп'ютер; програма керування приладом - „*Спектрометр_01.exe*".

В роботі учням пропонуються не лише теоретичні відомості, а й питання, на які повинен відповісти учень перед початком роботи. Для складання допуску використовуються тестові програми.

Питання для допуску:

1. За якою схемою вмикаються фотоелементи?
2. Як в роботі визначити довжину хвилі, якою освітлюється фотоелемент?
3. Під час виконання досліду, як змінити інтенсивність світлового потоку який спрямовується на фотоелемент.
4. Яке явище називають фотоефектом?
5. Сформулюйте перший закон фотоефекту.
6. Сформулюйте другий закон фотоефекту.
7. Що таке «червона межа» фотоефекту?
8. За якими формулами обчислюється енергія, імпульс та маса фотона?

Теоретичні відомості

З великої кількості явищ, в яких проявляється дія світла на речовину, важливе місце займає фотоелектричний ефект (фотоефект). Зовнішній фотоефект - це явище вибивання з речовини електронів в наслідок дії електромагнітного випромінювання.

Фотоефект був відкритий в 1887 році німецьким фізиком Г. Герцом. Перші фундаментальні дослідження фотоефекту виконав російський вчений А.Г. Столєтов (1888 рік), а потім німецьким фізиком Ф. Ленардом. Перші теоретичні пояснення законів фотоефекту, а саме рівняння фотоефекту дав А. Ейнштейн, за що і був нагороджений Нобелівською премією в галузі фізики. Рівняння Ейнштейна за змістом відображає закон збереження енергії. Енергія кванта передається електрону, який долаючи роботу виходу, вилітає з речовини.

$$h\nu = A + E_k \qquad (1)$$

Установка для дослідження фотоефекту показана на рис.4.21. Два електрода у вакуумній трубці підключені до батареї так, що за допомогою потенціометра R можна змінити не тільки величину, а і знак напруги. Через скло катод освітлюється монохроматичним світлом. Фотострум вимірюється мікроамперметром Освітлюючи катод світлом з різною довжиною хвилі, А.Г. Столєтов встановив наступні закономірності:

1) найбільш ефективну дію створює ультрафіолетове випромінювання;
2) під дією світла речовина втрачає тільки від'ємний заряд;
3) сила фотоструму прямо-пропорційна інтенсивності світла;

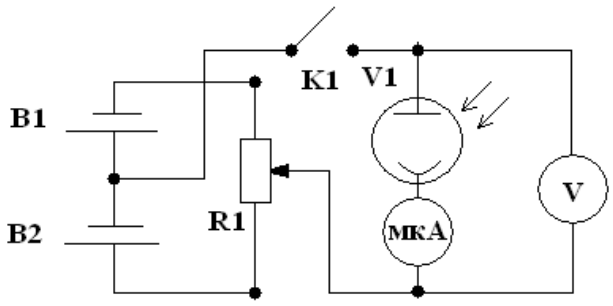


Рис. 4.20. Електрична схема

При *U=0* фотострум не зникає. Електрони, вибиті світлом з катода мають деяку початкову швидкість, а значить, і відмінну від нуля кінетичну

енергію, яка дозволяє досягати їм аноду без зовнішнього електричного поля. Для того, щоб фотострум став рівним нулю, потрібно прикласти деяку затримуючу напругу $U_з$. Враховуючи величину затримуючої напруги, заряд електрона і його масу можна на основі закону збереження енергії визначити початкову швидкість електрона, який вилітає з речовини під дією світла.

$$V = \sqrt{\frac{2eU}{m}} \qquad (2)$$

Вимірявши зворотню напругу, при якій струм стає рівним нулю, можна визначити початкову швидкість електронів, які вилітають з металу, а відповідно судити і про енергію світлових квантів, які бомбардують поверхню речовини.

Закони зовнішнього фотоефекту (закони Столетова):

- При фіксованій частоті падаючого світла, кількість фотоелектронів які вириваються з катоду в одиницю часу пропорційна інтенсивності світла.
- Максимальна початкова швидкість фотоелектронів не залежить від інтенсивності падаючого світла, а визначається тільки його частотою.
- Для кожної речовини існує „червона межа" фотоефекту, тобто мінімальна частота світла при якій світло будь-якої інтенсивності фотоефекту не спричинює. „Червона межа" визначається хімічною природою речовини станом його поверхні.

Виконання роботи

Завдання 1. Перевірка першого закону фотоефекту.

1. Увімкніть прилад та запустіть програму „Спектрометр 1".
2. Підтвердіть запит на пошук початкової координати у діалоговому вікні, що з'явилось після завантаження програми.
3. Складіть електричну схему під'єднання фотоелемента так, як показано на рис. 4.20.
4. Закріпіть вакуумний фотоелемент перед окуляром.
5. Відкрийте вікно напівавтоматичного керування сканером та вікно керування джерелом світла.
6. Перемістіть сканер в положення 7500 *Å*.

7. Встановіть інтенсивність джерела світла на 100 %, а за допомогою потенціометра подайте на фотоелемент позитивний потенціал $U = 36\,B$, та зафіксуйте значення фотоструму (значення струму повинно бути нульовим).

8. Виберіть „ II ” швидкість переміщення сканера, а крок одиничного переміщення встановіть величиною 50 *Å*.

9. Виконуючи одиничні переміщення у бік фіолетової ділянки, спостерігайте за показами мікроамперметра, зупиніть сканер в момент різкого зростання фотоструму.

10. Виконайте додатково два кроки в тому ж напрямку та, використовуючи потенціометр, зменшуйте напругу на фотоелементі до U=-12 *B* через кожні 4 *B*. При цьому для кожного випадку фіксуйте покази мікроамперметра.

11. Результати вимірювань занесіть до таблиці 1.

Таблиця 1

U, B	36	32	28	24	20	16	12	8	4	0	-4	-8
$I_{100\%}, A$												
$I_{80\%}, A$												
$I_{60\%}, A$												
$I_{40\%}, A$												
$I_{20\%}, A$												

12. Повторіть п. 10, встановивши інтенсивність джерела світла відповідно на 80 %, 60 %, 40 % та 20 %.

13. Побудуйте вольт - амперні характеристики фотоелемента для всіх випадків.

14. Зробіть висновки про справедливість першого закону фотоефекту.

Завдання 2. Перевірка другого закону фотоефекту.

1. Перемістіть сканер на довжину хвилі 6500 *Å*, а інтенсивність джерела світла встановіть рівною 100 %.

2. Використовуючи потенціометр, подайте на фотоелемент напругу $U = 0\ B$.

3. Зафіксуйте покази мікроамперметра.

4. Зменшуючи потенціал на вакуумному елементі з кроком у 0,1 B, зафіксуйте значення – U, при якому струм зникає повністю.

5. Повторіть пункти 2 - 4 для 5000 $Å$ та 4000 $Å$.

6. Результати вимірювань занесіть до таблиці 2.

Таблиця 2

	100%	70%	30%
- $U_з$, B (6000$Å$)			
- $U_з$, B (5000$Å$)			
- $U_з$, B (4000$Å$)			

7. Проаналізуйте дані з таблиці 2, та зробіть висновки про справедливість другого закону фотоефекту.

Завдання 3. Визначення „червоної межі" фотоефекту для речовини, з якої виготовлено фотокатод.

1. Переведіть сканер в положення, яке відповідає 6000 $Å$, а інтенсивність джерела виберіть рівною 100 %.

2. Виберіть величину одиничного переміщення в 2 $Å$.

3. За допомогою потенціометра встановіть на фотоелементі $U = 0\ B$.

4. Переміщуючи сканер у бік червоної області, спостерігайте за показами мікроамперметра. В момент, коли струм впаде до нуля зупиніть сканер та зафіксуйте відповідну „червону межу" фотоефекту.

5. Використовуючи рівняння Ейнштейна, зробіть висновки про „червону межу" фотоефекту для речовини, з якої виготовлено катод вакуумного фотоелемента, а також користуючись довідником, визначне, з якої речовини виготовлено даний катод.

Завдання 4. Спостереження внутрішнього фотоефекту.

1. Виберіть крок одиничного переміщення в 50 *Å*, а інтенсивність джерела світла 100 %.

2. Перемістіть сканер в положення 7500 *Å*.

3. Змініть вакуумний фотоелемент на фоторезистор.

4. За допомогою потенціометра встановіть на фоторезисторі напругу $U = 1$ *B*.

5. Виконуючи одиничні переміщення, спостерігайте за показами мікроамперметра. У момент зростання струму виконайте додатково два кроки та зупиніть сканер.

6. Використовуючи потенціометр, зніміть вольт – амперну характеристику з напівпровідникового елемента в межах від U=-10 *B* до U=10 *B*, а результати вимірювань занесіть до таблиці 3

Таблиця 3

U, В	-10	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8	10
I, мкА											

7. Виконайте пункти п. 5 - 6 для інтенсивності джерела світла 70 % та 50 %.

8. Повторіть п. 5 - 7 для довжин хвиль 5000 *Å* та 4000 *Å*, отримані дані занесіть до таблиць, подібних до таблиці 7.3.

9. Побудуйте графіки отриманих характеристик та зробіть висновки про те, як залежить провідність фотоелемента від інтенсивності та частоти світла, яке його опромінює.

Контрольні запитання:

1) Запишіть рівняння Ейнштейна для фотоефекту та поясніть його фізичний зміст.

2) Визначте енергію фотона з довжиною хвилі 600 *нм*.

3) Розкрийте зміст явища внутрішнього фотоефекту.

4) Наведіть приклади застосування фотоефекту.

5) Які закони фотоефекту не пояснюються хвильовою теорією світла, як вони пояснюються квантовою теорією?

Виконання фізичного практикуму учнями на основі інтеграції реального експерименту та засобів ІКТ з урахуванням пропонованих методичних підходів дозволяє підвищити рівень самостійності учнів у процесі експериментування сприяючи розвитку дослідницьких вмінь та навичок, формуючи не лише предметні, а й ключові компетентності.

Розроблені нами навчально-методичні комплекси експериментального вивчення хвильової оптики та квантової оптики і атомної фізики, що містять комплекти приладів для проведення реального експерименту та цифрові навчальні комплекти для комп'ютерного супроводу процесу експериментування, а також відповідне методичне забезпечення, охоплюють вивчення усіх питань оптики та атомної фізики відповідно до програм профільного навчання, є багатофункціональними, дозволяють розвивати самостійність учнів у процесі навчання, піднімаючи їх мислення на вищий рівень, відповідають вимогам синергетичного підходу до процесу навчання фізики.

Висновки до розділу 4

1. Проведений нами аналіз системи наукових знань, що вивчаються в курсі фізики старшої школи показав, що в ній практично половину складають факти, що можуть бути підтверджені на уроці експериментально, інша половина – це факти з повсякденного життя та ті, що експериментально не можуть бути підтверджені в умовах школи. Факти, що відносяться до останньої групи, складають основу вивчення сучасної фізики. Тому використання ІКТ та імітаційного комп'ютерного моделювання повинно стати важливим доповненням до сучасної системи НФЕ. При цьому такий експеримент повинен не лише збільшити кількість досліджень, але й підняти їх на якісно новий рівень.

2. Врахування особливостей засобів інформаційно-комунікаційних технологій дозволяє розробити нові методичні підходи до їх використання в системі навчального фізичного експерименту старшої школи.

Нами *виділені методичні особливості* запровадження віртуального в процесі підготовки та виконання кожного з видів навчального експерименту і, як наслідок, виявлені підходи, що дозволяють найбільш ефективно поєднувати віртуальне та реальне в системі навчального фізичного експерименту старшої школи. До них ми віднесли:

1) Використання комп'ютерних моделей досліджуваного об'єкту, коли в процесі експерименту відбувається імітація роботи реального лабораторного обладнання.

2) Проведення навчального експерименту на реальному обладнанні з наступним опрацюванням результатів за допомогою комп'ютерних програм (наприклад, Microsoft Excel).

3) Проведення експерименту як за допомогою реального обладнання, так і віртуально, порівняння результатів експериментів, їх екстраполяція, проведення аналізу результатів та формулювання висновків. Розширення меж реального дослідження за рахунок його продовження на комп'ютерній моделі.

4) Проведення віртуального експерименту в домашніх умовах з метою підготовки до проведення реального дослідження, повторення вивченого, ознайомлення з принципом дії приладів та установок і т.д.

5) Використання в системі навчального експерименту комплектів обладнання, до складу яких входить реальне обладнання та датчики, що сполучені з комп'ютером, оснащеним відповідним програмним забезпеченням, що передбачають проведення реально-віртуального експерименту.

6) Використання одночасно з імітаційним комп'ютерним експериментом відео фрагментів проведення досліджень з реальним обладнанням.

3. Реалізація розробленої методичної системи навчального фізичного експерименту та пропонованих методичних підходів в навчальному процесі загальноосвітніх навчальних закладів передбачає розробку відповідного матеріально-технічного та методичного забезпечення. Нами розроблені навчально-методичні комплекси експериментального вивчення хвильової оптики, а також квантової оптики і атомної фізики, які включають обладнання для проведення реального експерименту, що є основою отримання емпіричного знання та базою для набуття учнями експериментаторських вмінь та навичок, а також цифровий начальний комплект для підтримки віртуального експерименту, який дозволяє посилити теоретичний рівень опанування навчального матеріалу, унаочнити ту його частину, яка в умовах шкільного кабінету фізики не може бути відтворена. Такий комплекс передбачає створення умов для проведення експериментів поза межами навчального закладу (віртуально, на відстані) й посилення самостійної пізнавальної діяльності учнів.

4. Комплект навчального обладнання «Оптична міні-лава» для проведення реального навчального експерименту є новим, відповідає вимогам синергетичного підходу та забезпечує виконання експериментальних досліджень з хвильової оптики відповідно до програм профільного навчання.

5. Розроблено методичне забезпечення до виконання різних видів навчального експерименту, що є складовою навчально-методичного комплексу та реалізує основні методичні підходи до інтеграції реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі.

Результати даного напрямку дослідження відображені у публікаціях [81, 83, 84, 87, 321, 332, 333, 334, 335, 350, 351, 353].

РОЗДІЛ 5

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ПЕРЕВІРКИ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ СТАРШОЇ ШКОЛИ

Для перевірки основних положень наукового дослідження та ефективності запропонованої методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи і розробленого навчально-методичного комплексу упродовж 2005 – 2015 років проводився педагогічний експеримент, якому передувало тривале вивчення проблеми дослідження та практична робота у загальноосвітніх навчальних закладах.

У попередніх розділах нашого дослідження вже розглянуті деякі питання організації та проведення педагогічного експерименту, що стосуються аналізу стану сучасної системи навчального фізичного експерименту та запровадження інформаційно-комунікаційних технологій у процес навчання фізики, змісту програм на предмет виявлення фізичних фактів, що вивчаються на основі експериментального методу дослідження, зв’язків між реальним і віртуальним експериментом, обґрунтування вибору розділів курсу фізики для реалізації пропонованої методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи. Але обґрунтування гіпотези вимагає ширшого використання емпіричних методів дослідження. Воно передбачає проведення педагогічного експерименту, що дозволить провести оцінку рівня сформованості в учнів емпіричних знань та рівня оволодіння фізичними фактами, виявити ступінь залежності рівня емпіричного знання від рівня теоретичних знань та перевірити ефективність запропонованої методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи, що передбачає інтеграцію реального та віртуального.

5.1. Планування, організація та проведення педагогічного експерименту

Розпочинаючи своє дослідження, ми виходили з гіпотези, яка складається з двох частин. Перша частина, пов’язана з необхідністю цілісного осмислення понять віртуального і реального у системі навчального фізичного експерименту на основі синергетичного підходу, що забезпечить їх інтеграцію, фактично доведена результатами нашого дослідження представленими в першому та другому розділах. Друга частина полягає в тому, що інтеграція у системі навчального експерименту реального та віртуального з урахуванням психолого-педагогічних та ергономічних чинників дозволить забезпечити ефективність інноваційної моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи, яка передбачає випереджувальний характер розвитку особистості учня та сприяє формуванню цілісної системи фізичних знань.

Наше припущення щодо вдосконалення навчально-виховного процесу з фізики старшої школи на основі посилення зв’язків реального та віртуального в системі навчального фізичного експерименту зводилося не лише до необхідності формування у школярів певної системи знань, умінь і навичок. Воно передбачало водночас піднести роль самого учня у процесі навчання, активізувати його навчально-пізнавальну діяльність, сприяти розвитку мислення і творчих здібностей школярів та в умовах варіативного навчання фізики в сучасній профільній школі найбільшою мірою задовольнити запити і побажання, плани на майбутнє кожного випускника школи.

Педагогічний експеримент проводився в декілька етапів. Основні завдання педагогічного експерименту на різних етапах та методи їх розв’язання подані в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1.

Основні проблеми в плануванні та проведенні педагогічного експерименту та методи їх розв'язання

Проблема	**Методи розв'язання проблеми**
1. Вивчення структури сучасної системи навчального фізичного експерименту та її ролі у процесі формування наукового фізичного знання. Виявлення напрямків запровадження ІКТ в системі навчального експерименту.	Проведення констатувального експерименту (аналіз наукової та методичної літератури, вивчення закономірностей розвитку системи НФЕ, спостереження за діями учнів і вчителів в процесі виконання експерименту на уроці, бесіди з учнями та вчителями з метою виявлення ролі ІКТ у процесі вивчення фізики, аналіз письмових робіт учнів) та аналіз його результатів.
2. Якісно-кількісний аналіз системи емпіричних знань в курсі фізики старшої школи з метою виявлення частки емпіричних знань в різних темах курсу.	Аналіз змісту підручників та програм різного рівня навчання фізики, створення бази навчальних фізичних фактів, виявлення фактів, що відносяться до різних груп.
3. Визначення розділу курсу фізики для реалізації інноваційної моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи.	Констатувальний експеримент з метою виявлення рівня опанування фізичними знаннями з різних розділів курсу та визначення рівня пізнавальної активності учнів старшої школи. Встановлення рівня сформованості емпіричного та теоретичного знання в учнів старшої школи.
4. Перевірка гіпотези про ефективність інтеграції в системі навчального фізичного експерименту старшої школи віртуального і реального та його вплив на рівень засвоєння учнями фізичного знання.	Пошуковий експеримент. Розробка та запровадження в навчальний процес з фізики старшої школи навчально-методичного комплексу експериментального вивчення хвильової, квантової оптики та атомної фізики, що ґрунтується на комплексному використанні реального та віртуального навчального експерименту.
5. Перевірка ефективності нової моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи на основі інтеграції запровадження реального та віртуального.	Формувальний експеримент. Експериментальне навчання хвильової, квантової оптики та атомної фізики в старших класах загальноосвітніх шкіл на основі пропонованої методичної системи навчального фізичного експерименту, аналіз та статистична обробка результатів.
6. Оцінка розробленої моделі та методики її запровадження на предмет її відповідності дидактичним вимогам.	Апробація результатів на курсах підвищення кваліфікації вчителів, наукових та методичних семінарах та конференціях, експертна оцінка.

На етапі констатувального експерименту (2005-2008 р.р.) вивчалась проблема запровадження у навчально-виховному процесі з фізики загальноосвітніх і вищих навчальних закладів сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, досліджувався сучасний стан і перспективи розвитку системи навчального фізичного експерименту, виявлялися чинники впливу на рівень знань учнів з фізики. Одночасно проводилось дослідження, що передбачало цілісне осмислення понять віртуального та реального в навчанні взагалі, й зокрема в процесі вивчення фізики. У результаті комплексного аналізу наукової та методичної літератури, а також спостережень за навчально-виховним процесом загальноосвітніх навчальних закладів було визначено поняття «віртуально орієнтоване навчальне середовище з фізики», яке означено нами як середовище, в якому інформаційно-комунікаційні ресурси узгоджуються з процесами комунікації та діяльності учасників освітнього процесу, утворюючи цілісну інтегровану систему, за допомогою якої підтримується та спрямовується процес навчання. Одночасно нами визначено, що віртуально орієнтоване середовище з фізики є підсистемою педагогічної системи «процес навчання фізики». Детальний аналіз навчальних програм, посібників і підручників з фізики, аналіз відвіданих уроків, бесід з вчителями та анкетування з питань використання в процесі навчання фізики, зокрема в системі навчального експерименту, інформаційно-комунікаційних технологій та засобів віртуальної реальності дав можливість встановити, що діюча система навчального фізичного експерименту не повною мірою сприяє розкриттю суті фізичних явищ та процесів та формуванню цілісної системи фізичного знання як основи наукової картини світу.

Проведений аналіз психолого-педагогічної літератури, бесіди з учнями та спостереження за процесом навчання фізики дозволили виявити ті особливості віртуально орієнтованого навчального середовища, які впливають на психологічний розвиток учнів, становлення їх особистості. Встановлено, що для повноцінного сприйняття навколишнього світу, всебічного вивчення

його законів та закономірностей перебігу явищ і процесів необхідно залучення усієї сенсорної системи людини. За сучасних умов розвитку ІКТ досягти такого ефекту в навчанні фізики без використання спостережень та експерименту з реальними об’єктами дуже складно. З іншого боку, аналіз психологічних особливостей розвитку учнів старшого шкільного віку показав, що вони надають перевагу в процесі вивчення дисциплін теоретичним методам пізнання. Це дозволяє ширше використовувати в процесі навчання інформаційно-комунікаційні технології, як такі, що дають можливість моделювати процеси та явища навколишнього світу й, таким чином, глибше розкривати їх внутрішній зміст, встановлювати причинно-наслідкові зв’язки, пояснювати закони виникнення, функціонування та розвитку об’єктів вивчення. На основі проведеного на даному етапі дослідження нами був зроблений висновок, що з метою підвищення результативності процесу навчання, з урахуванням психологічних особливостей розвитку особистості учнів старшої школи, їх індивідуальних запитів і потреб в навчально-виховному процесі віртуальний та реальний експеримент повинні запроваджуватися як дві взаємопов’язані складові єдиної системи.

У той же час проведений аналіз дав можливість сформулювати психолого-педагогічні засади, що стали підґрунтям розробки функціональної моделі системи навчального фізичного експерименту.

Вивчення поведінки учнів у віртуально орієнтованому середовищі з фізики на цьому етапі дозволило стверджувати, що таке середовище відкриває перед учнем можливість маніпулювати вивченим матеріалом в залежності від поставленого завдання або від власного бажання, уможливлює отримувати знання з різних джерел інформації, що посилює якість засвоєння матеріалу, сприяє загальному розвитку учня. Отже, віртуально орієнтоване освітнє середовище з фізики створюється на основі синергетичної моделі, яка передбачає керування процесом навчання як з боку вчителя, так й самим учнем, який виступає в якості не лише об’єкта, а й суб’єкта цього процесу: його діяльність впливає на запровадження нових методик, технологій, що

покращують процес навчання, посилюють мотивацію, а серед методологічних основ розробки моделі системи навчального фізичного експерименту базовим повинен бути синергетичний підхід.

Виходячи з означеного, було проаналізовано сутність синергетичного підходу в освіті та шляхи його реалізації у системі навчального фізичного експерименту. Проведений нами аналіз дав можливість виділити шляхи запровадження синергетичного підходу в контексті формування нового віртуально орієнтованого освітнього середовища з фізики, як фактору підвищення його структурної та функціональної ефективності. Виявлено, що використання інформаційно – комунікаційних технологій у навчанні сприяє формуванню інтересу до фізики, стимулює комунікативні вміння, самостійність у виборі способів та засобів досягнення навчальних цілей, творчого логічного мислення, удосконалення вмінь використовувати знання на практиці. Діяльність, інтегрована з інформаційними технологіями, дозволяє максимально індивідуалізувати навчальний процес, формувати в учнів прагнення до самонавчання та самореалізації.

Було зроблено висновок, що запровадження синергетичного підходу до навчального експерименту дає можливість більш об’ємно та цілісно поглянути на процес пізнання як комунікативну діяльність, в якій розвиток теоретичного та експериментального йде паралельними шляхами і завершується не тільки створенням нового знання, але й певними змінами в розумовій діяльності, мисленні, почуттях учня. Проведене нами дослідження дозволило окреслити напрямки практичної реалізації синергетичних принципів у контексті функціонування системи навчального фізичного експерименту.

На цьому ж етапі був проведений контент – аналіз методичної та наукової літератури з методики і техніки навчального фізичного експерименту та виявлено, що сучасний розвиток системи ШФЕ неможливий без широкого запровадження інформаційно-комунікаційних технологій, що передбачає розробку методичних підходів та інноваційних методик з метою врахування

особливостей інтеграції віртуального та реального в системі навчального фізичного експерименту старшої школи. Нами виділені методичні особливості запровадження віртуального в процесі підготовки та виконання кожного з видів експерименту та виявлені підходи, що дозволяють найбільш ефективно поєднувати віртуальне та реальне в системі навчального фізичного експерименту старшої школи.

Отже, якісний аналіз процесу навчання фізики сучасної старшої школи, що діє як профільна, та діючої системи навчального фізичного експерименту, яка крім реальної включає й віртуальну складову, що постійно розширюється та посилюється, дозволив нам констатувати необхідність розробки сучасної методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи.

Виходячи з принципу достатньої підстави, будь-яке наукове твердження вважається істинним тільки після того, як воно доведене. У фізиці обґрунтування певного твердження або теоретичного положення передбачає співставлення цього твердження або його наслідків з фактами, що встановлені експериментальними методами. Розповсюдження принципу достатньої підстави на процес навчання полягає в експериментальному обґрунтуванні основних ідей шкільного курсу фізики, що сприяє формуванню доказовості мислення учнів, впевненості в істинності набутих знань. Оскільки експеримент є основою формування, перш за все, емпіричного знання, ми вважали за потрібне розглянути систему емпіричного знання з фізики, що формується в старшій школі.

З метою виявлення частки емпіричних знань в різних темах був проведений якісно-кількісний аналіз системи емпіричних знань в курсі фізики старшої школи. Було показано, що відсоток емпіричного знання в курсі фізики старшої школи найбільшою мірою відповідає його відсотковому показнику в темі «Хвильова оптика», а віртуальний експеримент найбільшою мірою охоплює вивчення квантової оптики, атомної та ядерної фізики. Аналіз різних розділів шкільного курсу фізики (контент-аналіз діючих програм, підручників та посібників для старшої школи) показав, що саме ці теми найбільш доцільно

використати як базу для перевірки розробленої методичної системи навчального фізичного експерименту.

Одночасно було враховано, що принцип зв'язку емпіричного та теоретичного знання вимагає поєднання та взаємопов'язаного формування емпіричних і теоретичних знань учнів з метою розуміння ними єдності теорії та практики, вироблення вмінь пояснювати наукові факти та обґрунтовувати теоретичні положення. Реальний фізичний експеримент дозволяє вивчати лише зовнішні властивості реальних об'єктів в певному діапазоні зміни їх параметрів і є основою емпіричного знання. На відміну від нього, віртуальний експеримент, що вивчає ідеалізовані об'єкти, дозволяє розглянути їх внутрішню структуру й властивості, вивчити їх, змінюючи параметри навіть за межі реального. Такий експеримент виводить учня на абстрактний, символьно-знаковий, тобто теоретичний рівень засвоєння фізичного знання. Виходячи з цього, нами був зроблений висновок, що інтеграція віртуального та реального експерименту в старшій школі дозволить встановити гносеологічні зв'язки між теоретичним й емпіричним рівнями пізнання, створити умови їх цілісного сприйняття, тобто сформувати цілісну систему фізичних знань як основу розвитку особистості учня.

На основі спостережень, бесід з вчителями загальноосвітніх шкіл м.Кіровограда та області, аналізу відвіданих занять та власного досвіду викладання фізики в 10-11-х класах Комунального закладу «Педагогічний ліцей Кіровоградської міської ради Кіровоградської області», було зроблено висновок про загально низький рівень пізнавальної активності учнів на уроках фізики та під час виконання ними експериментальних досліджень. Проведені контрольні роботи, що мали на меті виявити рівень опанування не лише теоретичного знання, а й загального розуміння внутрішньої сутності природних явищ та процесів, показав, що знання і вміння учнів з фізики нерідко мають формальний характер, що, у свою чергу, значною мірою впливає на якість та успішність навчання.

Під час бесід проведених з учнями 10-11 класів було виявлено, що лише 35% з них полюбляють спостерігати за демонстраціями, що проводить вчитель, самостійному виконанню дослідів надають перевагу лише 7% учнів. Одночасно, 42% учнів висловили думку про те, що дуже часто уроки є нецікавими, у зв'язку із відсутністю дослідів й спостережень як з реальними приладами і установками, так і у віртуальній формі представлення, 68% учнів бажають спостерігати на уроках віртуальні досліди та вважають, що це полегшило б сприйняття ними навчального матеріалу. Отже, було зроблене припущення, що підвищити пізнавальну активність учнів на уроках фізики та рівень опанування ними фізичними знаннями дозволить фізичний експеримент, що виконується не лише на реальному обладнанні, а й з широким запровадженням інформаційно-комунікаційних технологій. Для цього слід запроваджувати комплексний навчальний експеримент, який містить стандартні дослідження з реальним обладнанням та додаткові завдання експериментального характеру, що можуть бути виконані або з реальним устаткуванням, або з використанням віртуального експерименту.

Як показує практика та бесіди з вчителями фізики, навчальний фізичний експеримент використовується на уроках епізодично з ряду причин: 80% вказують на недостатню матеріально-технічну базу навчальних закладів, 36% зазначають, що підготовка уроку з використанням експерименту вимагає більше зусиль. 52% вчителів вважають, що використання ІКТ значно спрощує підготовку до уроків та проведення експерименту, але майже 70% зазначають, що віртуальний лабораторний експеримент проводити на уроках неможливо, оскільки вчителі фізики не мають доступу до кабінету інформатики або мультимедійного обладнання.

Таким чином, на етапі констатувального експерименту нами були виявлені проблеми в розвитку системи навчального фізичного експерименту старшої школи, які значною мірою впливають на розвиток активності учнів та їх загальний рівень знань, було зроблене припущення, що інтеграція реального та віртуального в системі навчального фізичного експерименту

забезпечить підвищення рівня опанування учнями системою фізичних знань, їх пізнавальну активність, створить умови для найкращого формування пізнавальних мотивів в процесі навчання фізики.

На етапі пошукового експерименту (2008-2011 р.р.) на основі аналізу стану проблеми, вимог стандартів освіти та Концепції профільного навчання щодо рівня опанування системою фізичного знання в умовах компетентнісного, діяльнісного та особистісно орієнтованого підходів була розроблена модель та відповідна методична системи навчального фізичного експерименту, що ґрунтується на інтеграції реального і віртуального й враховує вимоги синергетичного підходу. На даному етапі розроблялося матеріально-технічне та методичне забезпечення з метою створення навчально-методичного комплексу експериментального вивчення хвильової, квантової оптики та атомної фізики, який включає комплект обладнання «Оптична міні-лава» для проведення усіх видів реального навчального експерименту з геометричної та хвильової оптики, універсальний навчальний комплект «Спектрометр.01» для проведення досліджень з квантової оптики та атомної фізики та цифровий навчальний комплект, що забезпечує віртуальну складову, а також інструктивні розробки лабораторного експерименту, методичні рекомендації та посібники для вчителів та учнів.

Одним з найважливіших етапів пошукового експерименту є відпрацювання різних елементів запропонованої методики в реальному навчальному процесі. Під час такої апробації були виявлені та усунуті недоліки, визначені педагогічні умови запровадження запропонованої методичної системи в навчальний процес з фізики старшої школи. Наприклад, в процесі апробації комплекту «Оптична міні-лава» з метою розширення кількості та якості проведення демонстраційного експерименту було виявлено за доцільне використання в якості джерела світла не лише комбіноване джерело з комплекту, а й джерела, що є в наявності в кабінетах фізики. Проводилась робота з адаптації системи навчального експерименту,

розробленого на основі комплекту «Спектрометр.01» до умов загальноосвітніх навчальних закладів [81].

Одночасно з метою перевірки ефективності методичної системи навчального фізичного експерименту ставилося питання розробки засобів діагностики рівнів опанування учнями фізичного знання. З цією метою розроблялися критерії та відповідні їм показники, які б забезпечували якісну й кількісну перевірку опанування учнями теоретичним та емпіричним знанням.

Здійснений нами аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури засвідчив, що не існує загальноприйнятого набору критеріїв і показників, які чітко й однозначно визначали б рівень теоретичного й, особливо, емпіричного знання.

У сучасній загальноосвітній школі оцінка знань учнів з фізики здійснюється, як правило, за результатами відповідей на теоретичні питання і розв’язування задач. Причому з усієї сукупності задач учням пропонують здебільшого задачі суто розрахункового характеру, які вимагають знання формул та вміння проводити математичні перетворення і обчислення. На жаль, такі оцінки в повній мірі не характеризують володіння учнями фактичним матеріалам та розуміння сутності фізичних явищ і процесів.

Разом з тим, враховуючи, що школярі, особливо старшокласники, мають піднестися до теоретичного рівня узагальнення, засвоїти одночасно багатий фактологічний матеріал та емпіричні методи пізнання й усвідомити теоретичні закони, принципи фізики, оволодіти теоретичними знаннями і вміннями їх застосовувати в практичній діяльності, ми відбирали ті показники та критерії для перевірки, які дозволили б визначити не лише рівень опанування теоретичним матеріалом, а й усією системою фізичного знання та методами їх отримання.

Отже, оскільки найважливішою умовою формування в учнів системи фізичних знань є взаємопов’язане оволодіння як емпіричною, так і теоретичною складовими курсу фізики, на даному етапі педагогічного

експерименту нами розроблялися критерії та показники рівнів досягнень учнів з метою:

1. Визначення рівня оволодіння учнями теоретичними знаннями.
2. Визначення рівня сформованості емпіричного знання.
3. Визначення рівня володіння фізичними методами вимірювання в процесі виконання експериментальних досліджень.
4. Володіння навичками самостійної роботи

Для визначення рівня опанування учнями системою фізичних знань нами була використана методика перевірки емпіричного знання запропонована в дослідженні Майєра Р.В. [250].

Емпіричне знання можна вважати сформованим, якщо воно включає в себе дві складові: 1) фактуальну, що поєднує знання фактів та емпіричних законів; 2) методологічну, в яку входять методи виявлення фактів та їх використання для обґрунтування теоретичних положень (детально система емпіричного знання розглядалася нами в п.2.4). Необхідність навчання учнів використанню емпіричних знань для обґрунтування теорії обумовлено тим, що важливою умовою системності фізичних знань є наявність в свідомості учнів стійких зв’язків між фактами та теоретичними положеннями. Отже, емпіричне знання учнів буде відповідати вимогам повноти і системності лише тоді, коли ці два компоненти формуються в комплексі та взаємозв’язку.

Критерієм сформованості в учнів емпіричних знань є вміння передбачати результати дослідів, виходячи з умов, планувати експеримент, що доводить справедливість висунутої гіпотези. У цьому випадку результати оцінки емпіричних знань не завжди відповідають рівню теоретичних знань й тому є самостійною характеристикою фізичних знань учнів. Але, якщо в системі навчального фізичного експерименту встановлені тісні взаємозв’язки між віртуальним та реальним, які безпосередньо відповідають за формування теоретичного та емпіричного, то, як було нами показано в п.2.4, теоретичні та емпіричні знання будуть формуватися взаємопов’язано й корелювати між собою.

З метою визначення рівня сформованості емпіричного знання виділимо критерії, що були запропоновані в роботі [250] та адаптовані до вимог та умов нашого наукового дослідження (таблиця 5.2).

Таблиця 5.2

Критерії та рівні сформованості емпіричного знання

Рівні	**Критерії сформованості емпіричного знання**
Початковий рівень	Учень не володіє вмінням експериментального доведення, не знає умов та результати експерименту або спостереження, не може провести його аналіз, погано орієнтується в сутності явища, що досліджується, не володіє елементарними навичками експериментування.
Середній рівень	Учень не володіє вмінням експериментального доведення, але за відомими умовами досліду правильно передбачає його результат, одночасно має певні труднощі з аналізом експерименту, має уявлення про фізичне явище, що досліджується, але на повсякденному рівні, знає лише зовнішні його прояви, володіє елементарними навичками експериментування
Достатній рівень	Учень не в повній мірі володіє експериментальним доведенням, але знає умови, результат експерименту та вміє аналізувати їх, орієнтується у сутності явища, знає його зовнішні та внутрішні властивості, володіє навичками експериментування, вміє самостійно добирати обладнання до проведення експерименту.
Високий рівень	Учень володіє експериментальним доведення, тобто може самостійно довести факт існування фізичного явища або функціональної залежності, описуючи умови та результати досліду, що доводить це явище, проводить його аналіз, може запропонувати та обґрунтувати свій план проведення дослідження і вибір необхідного обладнання.

Для визначення рівня сформованості емпіричних знань у певної групи учнів передбачалося використання тестів перевірки вміння планувати експеримент, що доводить дане твердження, або передбачати результат досліду, виходячи з його умов. Тест містив питання типу: «Доведіть існування явища заломлення», «Опишіть дослід, що підтверджує існування явища дифракції світла» або «Що відбудеться, якщо в досліді по спостереженню інтерференції світла з подвійною щілиною Юнга, змінити відстань між щілинами?».

Інший метод діагностики, який передбачалося використати для оцінки рівня емпіричного знання учнів є бесіда, яка дозволяє перевірити володіння методологічною його складовою. Алгоритм бесіди наведений на рис. 5.1. Бесіда проводиться за таким принципом: спочатку задається питання, що відповідає більш високому рівню знань (питання вчителя – червоні блоки), якщо відповідь незадовільна (відповідь учня – зелені блоки), рівень знижується (рівень – сині блоки).



Рис. 5.1. Алгоритм бесіди з перевірити володіння методологічною складовою емпіричного знання

Одночасно, з метою визначення рівня оволодіння учнями теоретичними знаннями аналізувались контрольні та тестові роботи учнів оцінені відповідно до критеріїв запропонованих у Пояснювальній записці до програм з фізики для старшої школи [266]. Такі ж критерії були використані і для визначення рівня досягнень під час виконання лабораторних та практичних робіт (додаток Л).

Разом з навчальними досягненнями учнів первірявся рівень володіння навичками самостійної роботи. Оскільки запропонована методична система навчального фізичного експерименту грунтується на інтеграції віртуального та реального і в навчально-методичному комплексі реалізації цієї системи передбачена наявність цифрового інформаційного комплекта, нами проводилась перевірка самостійної роботи учнів по підготовці до виконання навчального експерименту. Ми вважаємо, що використання інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному фізичному експеримені дозволить формувати в учнів універсальні вміння самостійної роботи відповідно до таких видів діяльності: навчальна, організаційна, комунікативна.

Розвиток навичок самостійної навчальної діяльності передбачає:

- вміння знайти потрібну інформацію про об’єкт, що вивчається;
- вміння висунути оригінальну ідею, сформулювати гіпотезу з метою проведення дослідження;
- використання основних базових знань для доведення висунутої гіпотези;
- вміння досліджувати, спостерігати, знаходити нові факти про об’єкти, аналізувати їх, аргументувати свої висновки.

Критеріями оцінки розвитку вмінь є: кількість висунутих учнем ідей та сформульованих гіпотез стосовно фізичного об’єкту, логічність та послідовність аргументації в процесі доведення фізичного факту, наявність образного мислення, кількість нової інформації про об’єкт вивчення, вміння планувати хід дослідження явища або процесу, глибина та аргументованість висновків з дослідження.

Розвиток організаційних вмінь учнів в процесі самостійної роботи передбачає формування:

- вміння учня ставити цілі та намічати шляхи їх досягнення, виявляти труднощі та способи їх подолання;
- вміння учня здійснювати рефлексію своєї діяльності;

- дотримання методичних, технічних та інших вимог до експериментальної діяльності;
- вміння реалізувати свої ідеї та експериментально доводити сформульовані гіпотези;
- вміння користуватися фізичним обладнанням і комп’ютерними засобами;
- уміння фіксувати та обробляти результати проведених досліджень, використовуючи засоби ІКТ;

Критеріями оцінки є ступінь відповідального ставлення до рекомендацій та вимог вчителя по підготовці до лабораторного експерименту, ефективність спланованої діяльності учня, якість обробки отриманих результатів, кількість та частота застосування комп’ютерних технологій, кількість помилок, які допущені в процесі оформлення роботи.

Важливою складовою самостійної роботи учнів є діяльність, пов’язана із формуванням комунікативних вмінь. Вона включає в себе:

- змістовність виступів учнів в процесі обговорення результатів експериментальних досліджень, за наслідками виконаних проектів і т.д.;
- оперативний зворотній зв'язок з вчителем та з іншими учнями;
- вміння ставити змістовні запитання відповідно до мети експерименту;
- ініціатива в плануванні, організації та проведенні експериментальної діяльності.

Критеріями оцінки є кількість та якість питань і відповідей в дискусіях, швидкість реакції на поставлені запитання, ступінь адаптації до вимог і норм роботи в процесі підготовки до лабораторної роботи та під час її виконання, ступінь виявленої ініціативи в обговоренні поставленої проблеми, під час проведення дослідження.

Отже, на етапі пошукового експерименту нами були розроблені необхідні критерії та рівні перевірки сформованості системи фізичного знання

і навичок самостійної роботи учнів з метою перевірки ефективності пропонованої методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи, що передбачає інтеграцію реального та віртуального.

На цьому етапі експериментом було охоплено 564 учня 16 ЗНЗ м. Кіровограда і області. Для вчителів були розроблені методичні рекомендації, які дозволяли виявити рівень як теоретичного, так й емпіричного знання учнів, а також визначити резерви підвищення ефективності засвоєння учнями фізичних знань в процесі експериментаторської діяльності.

Результатом цього етапу педагогічного експерименту була доведена доцільність створення та запровадження в практику навчання учнів старшої школи сучасної моделі та відповідної методичної системи навчального фізичного експерименту, що базується на використанні як реального, так і віртуального та ґрунтується на засадах синергетичного підходу.

Результати даного етапу були покладені в основу створення навчально-методичних посібників [81, 83, 84].

Формувальний експеримент було проведено з 2011 по 2015 рік, під час якого нами здійснено апробацію та коригування розробленої методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи, впроваджено у навчальний процес загальноосвітніх навчальних закладів навчально-методичні комплекси експериментального вивчення хвильової, квантової оптики та атомної фізики.

На даному етапі важливо було впевнитися у доцільності використання запропонованої моделі та її ефективності, й запровадити методичну системи навчального фізичного експерименту на основі інтеграції віртуального та реального в навчальний процес загальноосвітніх навчальних закладів

Для розв’язання поставлених задач у ході педагогічного експерименту використовувались такі методи:

1) спостереження за ходом навчального процесу та за діяльністю учнів на уроках фізики, особливо під час виконання лабораторних робіт та робіт практикуму;

2) анкетування та бесіди з вчителями;

3) метод контент-аналізу;

4) моделювання ситуацій самостійної діяльності учнів у процесі експериментування;

5) бесіди з учнями та коротке їх опитування під час виконання практичних завдань, встановлення рівня самостійності в процесі виконання експериментів;

6) рефлексивний аналіз учнями та вчителями експериментаторської діяльності;

7) аналіз контрольних та самостійних робіт учнів на предмет встановлення рівня опанування системою теоретичних знань;

8) аналіз виконаних учнями тестових завдань та бесід з перевірки опанування емпіричними знаннями;

9) статистична обробка результатів педагогічного експерименту;

10) методи опитування та експертна оцінка методичної системи навчального фізичного експерименту та навчально-методичних комплексів експериментального вивчення окремих питань фізики.

Експериментальною базою дослідження були 10 загальноосвітніх навчальних закладів м.Кіровограда та Кіровоградської області, Черкаської області, м.Харкова.

На даному етапі експериментом було охоплено 590 учнів, що вивчають фізику за різним рівнем (профільний, академічний, стандарту). Класи добирались таким чином, щоб вони найбільшою мірою відповідали умовам проведення педагогічного експерименту. Для проведення експерименту були вибрані школи, кабінети фізики яких були забезпечені обладнанням для постановки необхідного фізичного експерименту (комплектами «Оптична міні-лава»), а вчителі фізики були досвідченими та мали можливість

проводити уроки з використанням або мультимедійного проектора, або інтерактивної дошки. Детальний аналіз результатів цього етапу експерименту наведений в п.3.2 дисертаційного дослідження.

Поряд з кількісними показниками впливу розробленої і впровадженої моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи на рівень опанування учнями системою фізичного знання у педагогічному експерименті велися спостереження щодо її впливу на активність та самостійність навчально-пізнавальної діяльності школярів. Було встановлено, що організація пізнавальної діяльності учнів на основі широкого запровадження віртуального та реального у системі навчального фізичного експерименту під час різних форм проведення занять (на уроках пояснення нового матеріалу, розв'язування задач, узагальнення та систематизації знань, під час проведення лабораторних робіт, фізичного практикуму) підтримує зацікавленість школярів до предмету. При цьому учні розуміють як структуру курсу фізики, так і основні методи, що використовуються в процесі вивчення фізики, а самостійне розв'язування проблем і задач надає їм задоволення. Підвищена активність учнів на уроках є фактором активізації їхнього мислення, що в свою чергу, є одним з найголовніших завдань процесу навчання.

Одночасно, відповідно до критеріїв оволодіння навичками самостійної діяльності, спостерігалася динаміка розвитку усіх її складових: навчальної, організаційної, комунікативної. Найбільш істотною виявилася динаміка розвитку вміння досліджувати об'єкт, висувати власну гіпотезу, робити висновки з проведеного дослідження. Відзначається зростання таких умінь, як дотримання методичних вимог до експериментаторської діяльності, вміння користуватися фізичним обладнанням і комп'ютерними засобами, фіксувати та обробляти результати проведених досліджень, використовуючи засоби ІКТ. Саме систематичне запровадження в процесі навчання різних видів експериментаторської діяльності учнів із застосуванням віртуального та реального експерименту, дотримання усіх методичних вимог і використання різних методичних підходів дозволяє істотно підвищити рівень

організаційних вмінь учнів, необхідних для опанування усією системою фізичного знання.

Завдяки запровадженню в навчальний процес загальноосвітніх навчальних закладів методичної системи навчального фізичного експерименту, методологічною основою якої є синергетичний підхід, що передбачає наявність зворотного зв'язку між учнем і вчителем, значно розширюються межі їх спілкування. У результаті розвитку набула комунікативна діяльність учнів, що проявлялося у формуванні таких вмінь, як вміння вести дискусію, ставити логічні запитання, давати змістовні відповіді на запитання та ін.

Отже, в процесі експериментального навчання спостерігалося не лише загальне підвищення рівня теоретичних й емпіричних знань учнів, а й рівень їх самостійної діяльності та активності у процесі експериментування.

Спостереження за навчальною діяльністю учнів контрольних та експериментальних груп показали значну відмінність у прийомах та підходах до проведення експерименту, у мотивації та самостійності навчальної діяльності (таблиця 5.3).

Таблиця 5.3.

Порівняння навчальної діяльності учнів контрольних та експериментальних груп у процесі експериментаторської діяльності

Контрольні групи	Експериментальні групи
Більшість учнів не опанувала загальні методи експериментаторської діяльності, для них важко спланувати діяльність	Основна частина учнів опанувала загальні методи експериментаторської діяльності, знає послідовність дій в процесі розробки та проведення експериментування
Більшість учнів виконують дослідження за готовими інструкціями	Учні прагнуть знайти раціональні прийоми виконання експерименту
Невпевненість в своїх діях, непослідовність та хаотичність у виконанні завдань, не вміння проводити самоконтроль	Впевненість в своїх діях, системність та послідовність у виконанні усіх дій, відчуття успіху, здатність проводити самоконтроль

Аналогічне дослідження учні виконують як нове	Вміють виконувати перенос вже здобутих знань в нову ситуацію
Незначна мотивація та пізнавальна активність	Стабільна мотивація та пізнавальна активність
Практично відсутнє спілкування з вчителем та однокласниками щодо виконання експерименту, активне переписування інформації у сильніших учнів	Активне спілкування між вчителем та учнями в процесі експериментаторської діяльності

У результаті експерименту було встановлено, що запровадження пропонованої методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи в шкільному курсі фізики сприяє формуванню глибоких і міцних знань з хвильової, квантової оптики та атомної фізики: понять, законів і закономірностей. Учні експериментальних класів показали більш високий рівень теоретичного узагальнення, вміють аналізувати явища і процеси, й одночасно широко використовують загальнонаукові методи дослідження, можуть співставляти результати реальних і віртуальних дослідів, що вказує на педагогічну доцільність запровадження нових підходів в системі навчального фізичного експерименту.

Використовуючи визначені нами критерії ми провели порівняння рівнів оволодіння навичками самостійної діяльності та пізнавальної активності учнів контрольних та експериментальних груп, який показав загальний вищий їх рівень в експериментальних класах (рис.5.2).

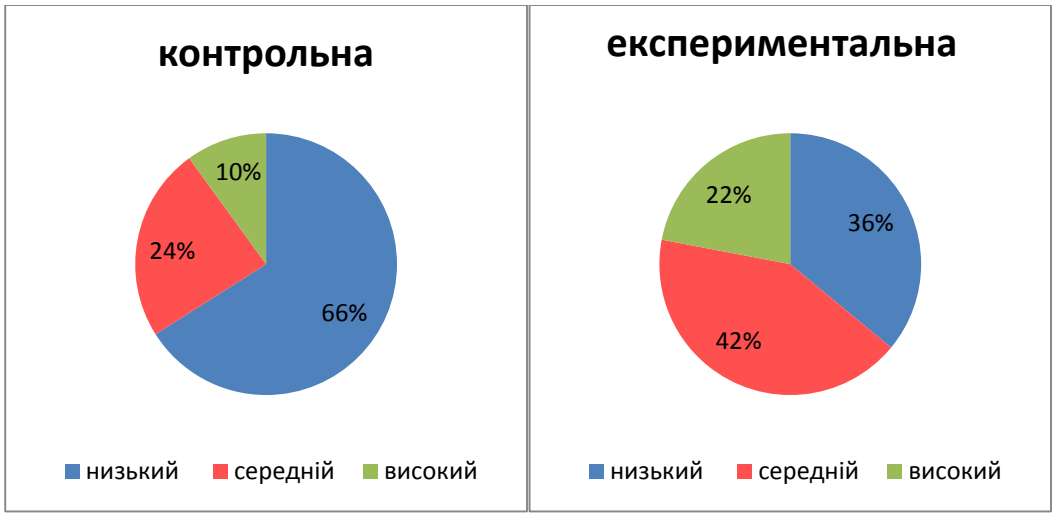


Рис.5.2. Порівняння рівнів оволодіння навичками самостійної діяльності

Водночас у цей період узагальнювалися результати всього педагогічного дослідження.

Результати дослідження доповідалися та обговорювалися на науково-практичних конференціях з актуальних питань методики викладання фізики різного рівня (м.Кіровоград – 2002 – 2015, м.Кам'янець-Подільський – 2008, 2015, м.Київ – 2014, м. Кривий Ріг – 2010, 2012, 2013, м.Кременчуг – 2014, 2015, м.Одеса – 2015, м.Рівне – 2015, м. Умань – 2014, м.Чернігів – 2002, 2007, 2012, 2015, м.Херсон – 2002, 2012, 2013, 2014, м.Чернівці – 2003, м.Черкаси – 2015, м. Будапешт (Угорщина) – січень та серпень 2014, м.Варна (Болгарія) – 2015, м. Москва (Росія) – 2014), на Міжнародному інтернет-семінарі «Хмарні технології в освіті» (м.Кривий Ріг, 2013); міжнародній інтернет – конференції «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании - 2014» (проект SWorld).

З метою обговорення та оцінки створене автором навчальне обладнання та пропонована методична система були представлені на методичному семінарі «Сучасні проблеми дидактики фізики» кафедри фізики та методики її викладання КДПУ ім..В.Винниченка (м.Кіровоград), Всеукраїнському семінарі в НПУ ім.М.П.Драгоманова "Актуальні питання методики вивчення фізики та астрономії в середній та вищій школі" (м.Київ), на курсах підвищення кваліфікації вчителів фізики в обласному ІППО імені Василя Сухомлинського (м. Кіровоград), де проведена експертна оцінка з урахуванням думок 107 фахівців.

Результати експертної оцінки наведені в п.5.3 дисертаційної роботи.

5.2. Аналіз результатів експериментального навчання

У педагогічному експерименті взяли участь 590 учнів. Для експериментальної перевірки авторської методичної системи навчального фізичного експерименту на основі інтеграції віртуального та реального було сформовано контрольні та експериментальні групи. Для поділу учнів на

групи нами був проведений аналіз рівня навчальних досягнень учнів з фізики за результатами навчання в 10 класі (оскільки передбачалася реалізація методичної системи в процесі вивчення хвильової, квантової оптики та атомної фізики, що розглядаються в 11 класі). До того ж під час розподілу учнів був врахований профіль навчання таким чином, щоб і в контрольній, і в експериментальній групах були учні, що вивчають фізику відповідно до рівнів стандарту, академічному, профільному.

У таблиці 5.4 та на рисунку 5.3 наведено розподіл учнів на контрольні та експериментальні класи за рівнями навчальних досягнень з фізики на початку формувального етапу педагогічного експерименту.

Таблиця 5.4

Рівні навчальних досягнень учнів з фізики за результатами навчання в 10 класі

Групи	Кількість учнів, що мають відповідний рівень							
	Початковий 1-3 бали		Середній 4-6 балів		Достатній 7-9 балів		Високий 10-12 балів	
	Кільк.	%	Кільк.	%	Кільк.	%	Кільк.	%
Експериментальна n=297	21	7	110	37	143	48,2	23	7,8
Контрольна m=293	23	7,8	106	36,2	146	49,8	18	6,2
Разом	44		216		289		41	

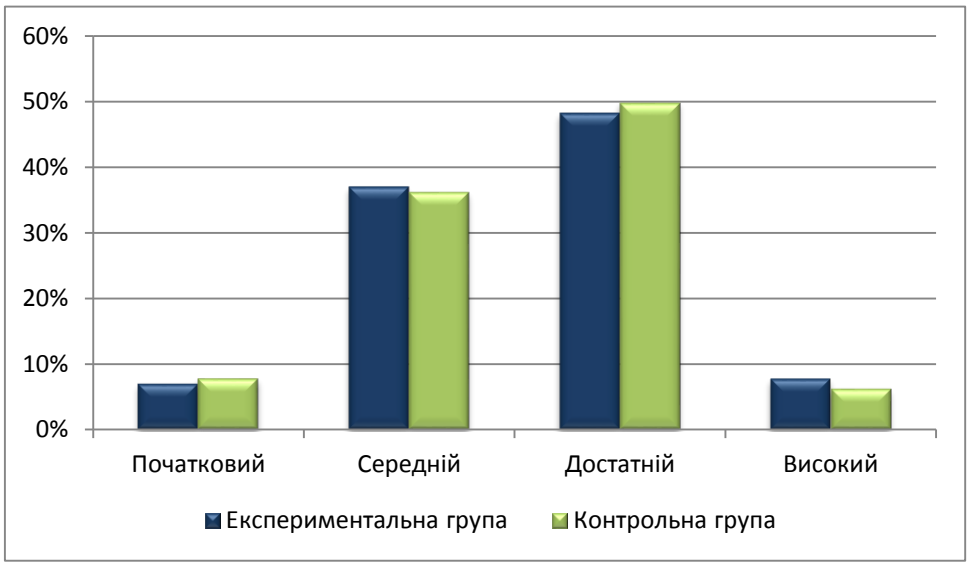


Рис.5.3. Розподіл учнів за рівнями навчальних досягнень з фізики на початку педагогічного експерименту

Для проведення дослідження використаємо емпіричні розподіли та перевіримо кількісні та якісні показники вибірок.

До кількісних показників віднесемо найважливіші числові характеристики груп: середнє арифметичне значення та стандартне відхилення. Групи, що мають значні розбіжності, тобто велику варіацію називають різнорідними за складом. У таких групах метод педагогічного впливу нерідко виявляється по-різному: він задовільний для одних, незадовільний – для інших. Тому, доцільним є перевірка вибірок контрольних та експериментальних класів на гомогенність (однорідність). В таких групах простіше добрати форми та методи, ефективні для більшості членів групи.

Для перевірки однорідності перед початком формувального експерименту потрібно: знайти основні кількісні характеристики вибірок та порівняти їх середні арифметичні.

Основні числові характеристики знаходимо на основі таблиці емпіричних розподілів (табл. 5.4) з використанням програми Microsoft Excel.

1. Основні числові характеристики вибірки для експериментальної групи:

1) вибіркове середнє $\bar{x} = \frac{\sum x_i n_i}{n} = 6{,}70$

2) вибіркова дисперсія $D_x = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 n_i}{n} = 4{,}88$

3) вибіркове середнє квадратичне відхилення $\sigma_x = \sqrt{D_x} = 2{,}2086$

4) виправлена дисперсія $S_x^2 = \frac{n}{n-1} D_x = 4{,}89$

5) стандартне відхилення $S_x = 2{,}2123$

6) точність оцінки середнього вибіркового $\delta_x = t\frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$, $\Phi(t) = \frac{\alpha}{2}$

$\delta_x = 0{,}25$

Довірчий інтервал: $(\bar{x} - \delta_x ; \bar{x} + \delta_x) = (6{,}7\text{-}0{,}25;\ 6{,}7\text{+}0{,}25) = (6{,}45;\ 6{,}95)$

2. Основні числові характеристики вибірки для контрольної групи:

1) вибіркове середнє $\bar{y} = \frac{\sum y_i m_i}{m} = 6{,}63$

2) вибіркова дисперсія $D_y = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2 m_i}{m} = 4{,}75$

3) вибіркове середнє квадратичне відхилення $\sigma_y = \sqrt{D_y} = 2{,}1799$

4) виправлена дисперсія $S_y^2 = \frac{m}{m-1} D_y = 4{,}77$

5) стандартне відхилення $S_y = 2{,}1837$

6) точність оцінки середнього вибіркового $\delta_y = t\frac{\sigma_y}{\sqrt{n}}$, $\Phi(t) = \frac{\alpha}{2}$

$\delta_y = 0{,}25$

Довірчий інтервал: $(\bar{y} - \delta_y ; \bar{y} + \delta_y)$(6,63-0,25; 6,63+0,25)= (6,38; 6,88)

Визначені довірчі інтервали перекриваються (рис.5.4), що дозволяє говорити про відсутність розбіжності у вибірках контрольних та експериментальних груп на початку експерименту.

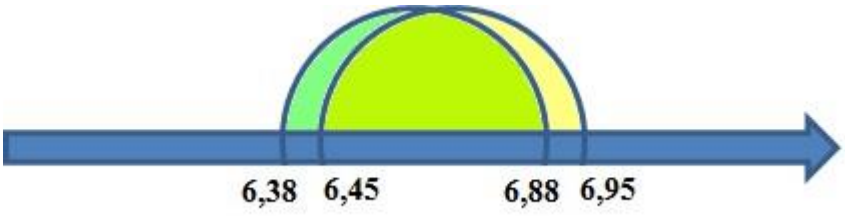


Рис.5.4. Довірчі інтервали контрольної та експериментальної груп на початку експерименту

Суттєвим для дослідження була статистична перевірка характеру відмінностей у розподілах учнів контрольної та експериментальної вибірок.

Вибірки учнів експериментальних та контрольних груп були випадковими та незалежними. Для кожної з них була реальна можливість увійти до будь-якої з чотирьох категорій вимірюваної властивості, які визначалися результатами навчання в 10 класі.

Названі властивості задовольняють умови застосування для порівняння результатів тестування критерію χ^2 (хі-квадрат) [127, с.96].

У зв'язку з невеликою кількістю категорій шкали вимірювання (всього чотири категорії) скористаємося двостороннім критерієм χ^2, який придатний для перевірки результатів в тих ситуаціях, коли отримувані в ході виконання експерименту дані подаються у вигляді таблиці 2xC (в нашому випадку у вигляді таблиці 2x4 – контрольна та експериментальна групи і чотири рівні навчальних досягнень).

Методика застосування критерію χ^2 передбачає співставлення двох емпіричних розподілів для вибірок більше 50, порівняння спостережуваного та табличного значення критерію, на підставі чого робиться висновок про суттєвий чи несуттєвий характер відмінностей в розподілах учнів за обраною ознакою. Технологія методу передбачає, що, чим більше розбіжність між $\chi^2_{спост.}$ та $\chi^2_{кр}$, тим істотніше відмінності у розподілах.

Спостережуване значення критерію χ^2 розраховуємо за формулою [127, с.101]:

$$\chi^2 = \frac{1}{n \cdot m} \sum_{i=1}^{C} \frac{(nO_{2i} - mO_{1i})^2}{O_{1i} + O_{2i}},$$

де O_{1i} та O_{2i} – кількість учнів експериментальної та контрольної груп відповідно, які потрапили до *i*-тої групи, що відповідає певному рівню (початковий, середній, достатній, високий), *n* та *m* – об'єми вибірок, C – кількість категорій стану вибірок (рівнів, що в нашому дослідженні дорівнює 4).

Знаходимо значення статистики до початку експерименту (використовуємо програму Microsoft Excel):

$$\chi^2 = \frac{1}{n \cdot m} \sum_{i=1}^{C} \frac{(nO_{2i} - mO_{1i})^2}{O_{1i} + O_{2i}} = 0{,}779$$

Критичне значення $\chi^2_{кр}$ визначалися за таблицею для трьох ступенів свободи (ν=C-1=3) і рівня значущості α=0,05, який вважається допустимим

для педагогічних досліджень. Отже, $\chi^2_{кр}$=7,815. Порівняння спостережуваного та критичного значення критерію показує, що $\chi^2_{сп}<\chi^2_{кр}$.

Такий результат дає підстави говорити про відсутність суттєвих відмінностей між контрольними та експериментальними класами на початку педагогічного експерименту.

Порівняння середніх вибіркових (критерій Стьюдента).

Спостережуване значення критерію:

$$Z_{сп} = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{D_x / n + D_y / m}} = 0{,}38$$

За таблицею функції Лапласа знаходимо критичну точку з рівності:

$$\Phi\left(Z_{кр}\right) = \frac{1-\alpha}{2} = \frac{1-0{,}05}{2} = 0{,}475 .\ Z_{кр} = 1{,}96.$$

Оскільки $Z_{сп}<Z_{кр}$, то різниця між вибірковими середніми не є суттєвою.

Таким чином, перед початком формувального експерименту нами дотримано принципу однаковості кількісних і якісних показників контрольної та експериментальної груп, а також виявлено, що середні значення навчальних досягнень учнів з фізики у експериментальної та контрольної груп на початковому етапі експерименту суттєво не відрізняються.

Головною ідеєю, яку ми переслідували на формувальному етапі педагогічного дослідження, була практична перевірка ефективності розробленої нами методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи.

У контрольних класах навчання фізики здійснювалося за традиційною методикою, яка передбачала вивчення питань оптики та атомної фізики в 11 класі відповідно до програм профільного навчання з використанням експерименту з наявним в закладі обладнанням та епізодичним впровадженням інформаційно-комунікаційних технологій (як правило, презентації до уроків, відеофільми).

Експериментальні класи навчалися відповідно до запропонованої нами методики із використанням навчального-методичного комплекту

експериментального хвильової, квантової оптики та атомної фізики, тобто вчителі мали можливість запроваджувати на уроках комплект приладів «Оптична міні-лава», навчальний комплект «Спектрометр.01», сучасні джерела випромінювання та цифровий інформаційний комплект, а також рекомендації щодо запровадження пропонованих нами методичних підходів.

В процесі навчання запроваджувалися методики визначення рівнів емпіричних та теоретичних знань, що запропоновані нами в п. 5.1, проводились бесіди з учнями в процесі експериментаторської діяльності та за її результатами, а також тестування.

З метою проведення кількісної обробки результатів перевірки рівня емпіричного знання учнів нами було здійснене ранжування, тобто кожному рівню був поставлений у відповідність певний бал, що узгоджується з показниками рівнів навчальних досягнень: початковий рівень – 2 бали, середній рівень – 5 балів, достатній рівень – 8 балів, високий рівень – 11 балів

Результати перевірки рівня опанування учнями системою емпіричного знання відповідно до пропонованих нами критеріїв подано в таблиці 5.5 та на рисунку 5.5.

Таблиця 5.5

Рівні опанування учнями системою емпіричного знання (по завершенню експерименту)

Класи	Кількість учнів, які відповідають рівню			
	Початковий (2 бали)	середній (5 балів)	достатній (8 балів)	високий (11 балів)
Експериментальні n=297	12	49	195	41
Контрольні m=293	18	104	151	20
Разом	30	153	346	61

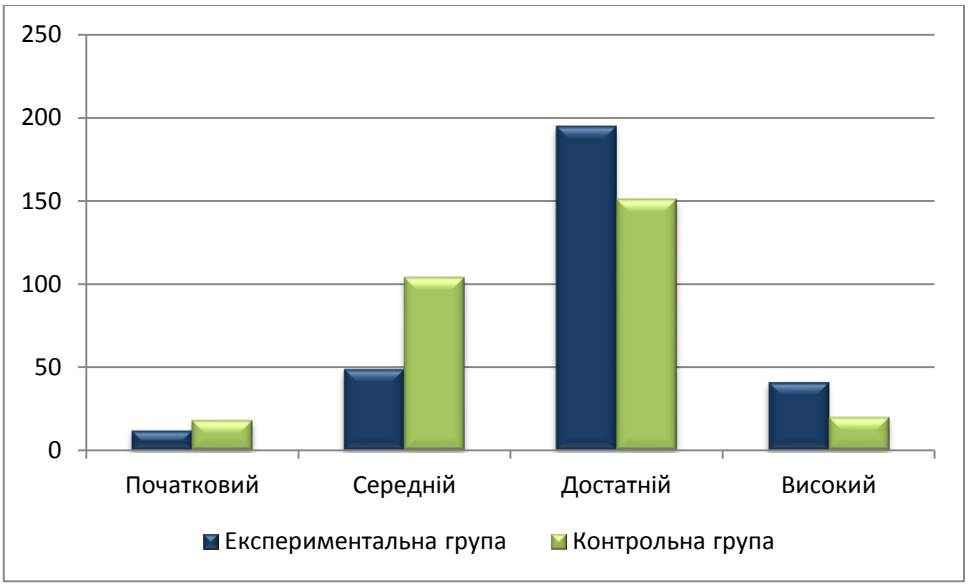


Рис.5.5. Порівняння рівнів опанування учнями системою емпіричного знання по завершенню педагогічного експерименту

Основні числові характеристики вибірки для експериментальної групи:

- вибіркове середнє $\bar{x} = \frac{\sum x_i n_i}{n} = 7{,}68$
- вибіркова дисперсія $D_x = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 n_i}{n} = 4{,}08$
- вибіркове середнє квадратичне відхилення $\sigma_x = \sqrt{D_x} = 2{,}0192$
- виправлена дисперсія $S_x^2 = \frac{n}{n-1} D_x = 4{,}09$
- стандартне відхилення $S_x = 2{,}0227$
- точність оцінки середнього вибіркового $\delta_x = t\frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$, $\Phi(t) = \frac{\alpha}{2}$

$\delta_x = 0{,}23$

Довірчий інтервал: $(\bar{x} - \delta_x ; \bar{x} + \delta_x)$=(7,68-0,23; 7,68+0,23)=(7,45; 7,91)

Основні числові характеристики вибірки для контрольної групи:

- вибіркове середнє $\bar{y} = \frac{\sum y_i m_i}{m} = 6{,}77$
- вибіркова дисперсія $D_y = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2 m_i}{m} = 4{,}51$

- вибіркове середнє квадратичне відхилення $\sigma_y = \sqrt{D_y}$ =2,1239
- виправлена дисперсія $S_y^2 = \frac{m}{m-1} D_y$ =4,53
- стандартне відхилення $S_y = 2{,}1275$
- точність оцінки середнього вибіркового δ_y =0,24

Довірчий інтервал: $(\bar{y} - \delta_y ; \bar{y} + \delta_y)$(6,77-0,24; 6,77+0,24)= (6,53; 7,01)

Статистична обробка результатів по завершенню експерименту показала, що довірчий інтервал експериментальної групи перевищує відповідний показник контрольної групи, а також, що вони не перекриваються (рис.5.6), що у свою чергу дає підстави стверджувати з надійністю γ=0,95, що рівень опанування учнями системою емпіричних знань вищий в експериментальних класах. Це пояснюється впровадженням авторської методичної системи, а не випадковими впливами.



Рис.5.6. Довірчі інтервали контрольної та експериментальної груп по завершенню перевірки рівня опанування емпіричним знанням

Знаходимо значення статистики χ^2 з метою виявлення відмінностей між вибірками за наслідками опанування системою емпіричних знань (використовуємо програму Microsoft Excel):

$$\chi^2 = \frac{1}{n \cdot m} \sum_{i=1}^{C} \frac{(nO_{2i} - mO_{1i})^2}{O_{1i} + O_{2i}} = 33{,}771$$

Критичне значення $\chi^2_{кр}$ визначене за таблицею $\chi^2_{кр}$=7,815. Порівняння спостережуваного та критичного значення критерію показує, що $\chi^2_{сп} > \chi^2_{кр}$.

Такий результат дає підстави говорити про істотні ($\Delta\chi^2$=25,956) зрушення у розподілі учнів за даним критерієм та відповідно наявність суттєвих відмінностей між контрольними та експериментальними класами в опануванні емпіричними знаннями.

Порівняння середніх вибіркових (критерій Стьюдента).

Спостережуване значення критерію:

$$Z_{cn} = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{D_x / n + D_y / m}} = 5{,}31$$

За таблицею функції Лапласа знаходимо критичну точку з рівності:

$$\Phi(Z_{кр}) = \frac{1-2\alpha}{2} = \frac{1-0{,}1}{2} = 0{,}45.\ Z_{кр} = 2{,}58.$$

Порівняння середніх вибіркових спостережуваного значення критерію Стьюдента та його критичного значення показало, що вони відрізняються значимо (не випадково).

Значущість різниці пояснюється ефективністю впровадження нових методичних підходів до вивчення питань хвильової, квантової оптики та атомної фізики на основі сучасної методичної системи навчального фізичного експерименту.

Результати перевірки рівня опанування учнями системою теоретичного знання (на основі аналізу відповідей на запитання тестів (зразок подано в додатку К) подано в таблиці 5.6 та на рисунку 5.7.

Таблиця 5.6

Рівні опанування учнями системою теоретичного знання (по завершенню експерименту)

Класи	Кількість учнів, які відповідають рівню			
	Початковий (1-3 бали)	середній (4-6 балів)	достатній (7-9 балів)	високий (10-12 балів)
Експериментальні n=297	19	85	164	29
Контрольні m=293	20	125	128	20
Разом	39	210	292	49

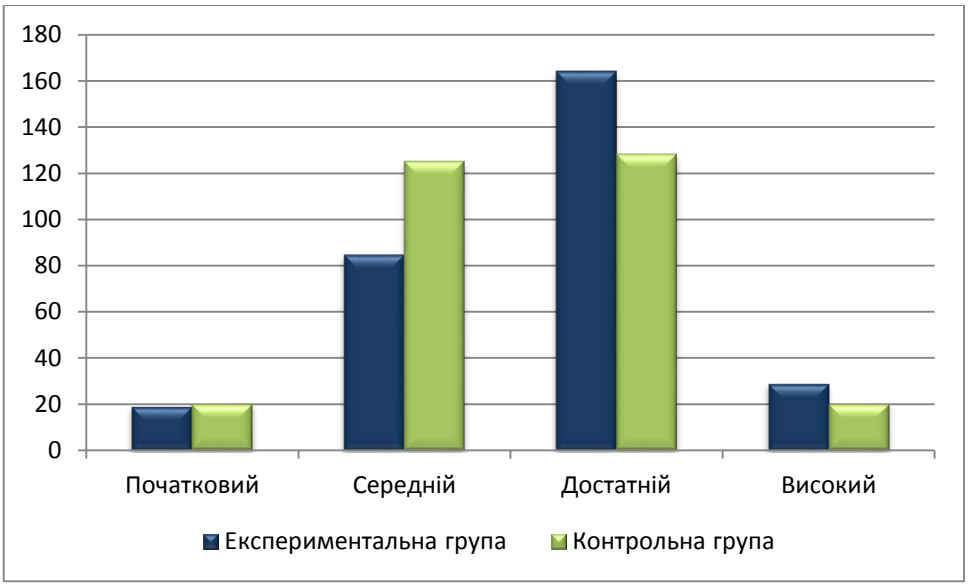


Рис.5.7. Порівняння рівнів опанування теоретичним знанням по завершенню педагогічного експерименту

Основні числові характеристики вибірки для експериментальної групи:

- вибіркове середнє $\bar{x} = \frac{\sum x_i n_i}{n} = 7{,}05$
- вибіркова дисперсія $D_x = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 n_i}{n} = 4{,}86$
- вибіркове середнє квадратичне відхилення $\sigma_x = \sqrt{D_x} = 2{,}2036$
- виправлена дисперсія $S_x^2 = \frac{n}{n-1} D_x = 4{,}87$
- стандартне відхилення $S_x = 2{,}2074$
- точність оцінки середнього вибіркового $\delta_x = 0{,}25$

Довірчий інтервал: $(\bar{x} - \delta_x ; \bar{x} + \delta_x) = (7{,}05\text{-}0{,}25;\ 7{,}05\text{+}0{,}25) = (6{,}80;\ 7{,}30)$

Основні числові характеристики вибірки для контрольної групи:

- вибіркове середнє $\bar{y} = \frac{\sum y_i m_i}{m} = 6{,}52$
- вибіркова дисперсія $D_y = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2 m_i}{m} = 4{,}71$
- вибіркове середнє квадратичне відхилення $\sigma_y = \sqrt{D_y} = 2{,}1696$

- виправлена дисперсія $S_y^2 = \frac{m}{m-1} D_y$ =4,72
- стандартне відхилення S_y =2,1733
- точність оцінки середнього вибіркового δ_y =0,25

Довірчий інтервал: $(\bar{y} - \delta_y ; \bar{y} + \delta_y)$(6,52-0,25; 6,52+0,25)= (6,27; 6,77)

Статистична обробка результатів по завершенню експерименту показала, що довірчий інтервал експериментальної групи перевищує відповідний показник контрольної групи (рис.5.8), а також, що вони не перекриваються, що у свою чергу дає підстави стверджувати з надійністю γ=0,95, що рівень опанування учнями системою теоретичних знань вищий в експериментальних класах і це не є випадковістю.

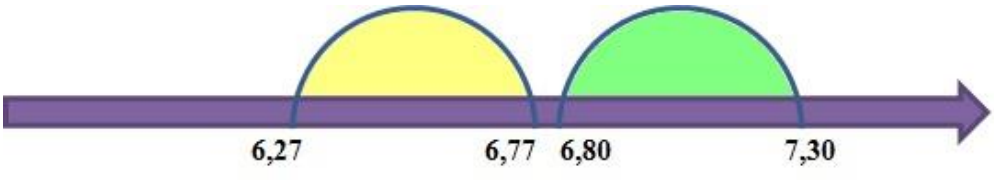


Рис.5.8. Довірчі інтервали контрольної та експериментальної груп по завершенню перевірки рівня опанування системою теоретичного знання

Знаходимо значення статистики χ^2 з метою виявлення відмінностей між вибірками за наслідками опанування системою теоретичних знань (використовуємо програму Microsoft Excel):

$$\chi^2 = \frac{1}{n \cdot m} \sum_{i=1}^{C} \frac{(nO_{2i} - mO_{1i})^2}{O_{1i} + O_{2i}} = 13{,}710$$

Критичне значення $\chi^2_{кр}$ визначене за таблицею $\chi^2_{кр}$=7,815. Порівняння спостережуваного та критичного значення критерію показує, що $\chi^2_{сп} > \chi^2_{кр}$.

Такий результат дає підстави говорити про істотні ($\Delta\chi^2$=5,895) зрушення у розподілі учнів за даним критерієм та відповідно наявність суттєвих відмінностей між контрольними та експериментальними класами в опануванні теоретичними знаннями.

Порівняння середніх вибіркових (критерій Стьюдента).

Спостережуване значення критерію:

$$Z_{сп} = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{D_x / n + D_y / m}} = 2{,}97$$

За таблицею функції Лапласа знаходимо критичну точку з рівності:

$$\Phi\left(Z_{кр}\right) = \frac{1-2\alpha}{2} = \frac{1-0{,}1}{2} = 0{,}45.$$

$Z_{кр} = 2{,}58.$

Порівняння середніх вибіркових спостережуваного значення критерію Стьюдента та його критичного значення показало, що вони відрізняються значимо (не випадково).

Значущість різниці можна пояснити впровадженням в процесі навчання фізики нових методичних підходів та інноваційної методичної системи навчального фізичного експерименту.

Нами також було зроблене припущення щодо залежності між рівнем опанування емпіричними знаннями та рівнем опанування теоретичними знаннями в процесі вивчення хвильової, квантової оптики та атомної фізики і відповідно впливу експериментальної методики навчання не лише на формування емпіричного знання, а й теоретичного. Для перевірки такого припущення обчислено коефіцієнт кореляції Пірсона [121, с.194].

$$r(x,y) = \frac{\frac{1}{n}\sum\left(x_i - \bar{x}\right)\left(y_j - \bar{y}\right)n_{ij}}{\sqrt{D_x \cdot D_y}} = 0{,}953$$

Отже, між рівнями опанування системою емпіричного знання та системою теоретичного знання існує суттєвий зв'язок. Пояснити підвищення рівня опанування системою теоретичного знання можна запровадженням експериментальної методики навчання, яка передбачає інтеграцію реального та віртуального навчального фізичного експерименту для забезпечення єдності теоретичного та емпіричного в процесі формування цілісної системи знань.

Третій етап педагогічного експерименту був реалізований по завершенню вивчення оптики та атомної фізики в 11 класах за допомогою проведення комплексної контрольної роботи з метою визначення загального рівня опанування учнями системою знань (текст подано в додатку М).

Результати комплексної контрольної роботи подані в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7

Результати комплексної контрольної роботи по завершенню педагогічного експерименту та розподіл учнів за рівнями досягнень

Групи	Кількість учнів, що мають відповідний рівень							
	Початковий 1-3 бали		Середній 4-6 балів		Достатній 7-9 балів		Високий 10-12 балів	
	Кільк.	%	Кільк.	%	Кільк.	%	Кільк.	%
Експериментальна n=297	12	4	89	30	166	55,9	30	10,1
Контрольна m=293	18	6,1	138	47,1	116	39,6	21	7,2
Разом	30		227		282		51	

Знайдемо значення статистики χ^2 з метою виявлення відмінностей між вибірками наприкінці експерименту (використовуємо програму Microsoft Excel):

$$\chi^2 = \frac{1}{n \cdot m} \sum_{i=1}^{C} \frac{(nO_{2i} - mO_{1i})^2}{O_{1i} + O_{2i}} = 22{,}204$$

Критичне значення $\chi^2_{кр}$ визначене за таблицею $\chi^2_{кр}=7{,}815$. Порівняння спостережуваного та критичного значення критерію показує, що $\chi^2_{сп}>\chi^2_{кр}$.

Такий результат дає підстави говорити про істотні ($\Delta\chi^2=14{,}389$) зрушення у бік зростання результатів у розподілі учнів контрольних та експериментальних класів по завершенню педагогічного експерименту.

Порівняння середніх вибіркових (критерій Стьюдента).

Спостережуване значення критерію:

$$Z_{сп} = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{D_x / n + D_y / m}} = 2{,}70.\ Z_{кр} = 2{,}58.$$

Порівняння середніх вибіркових спостережуваного значення критерію Стьюдента та його критичного значення показало, що вони відрізняються значимо (не випадково).

Пояснити значні зрушення та значимість різниці у вибірках можна лише впровадженням в навчальний процес навчально-методичного комплексу експериментального вивчення хвильової, квантової оптики та атомної фізики, що реалізує в процесі навчання фізики інноваційну методичну систему навчального фізичного експерименту старшої школи на основі інтеграції реального та віртуального та на засадах синергетичного підходу з метою формування цілісної системи знань.

На рисунках 5.9, 5.10, 5.11 наведені графічні інтерпретації одержаних результатів у вигляді гістограм.

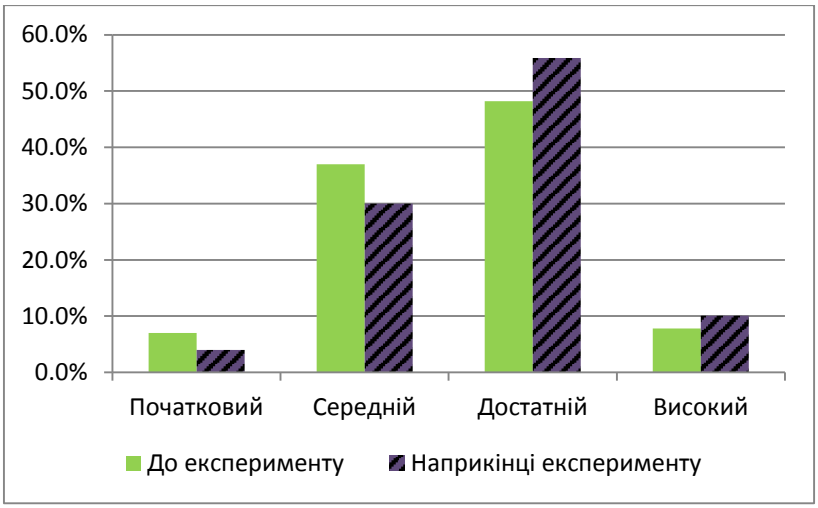


Рис. 5.9. Порівняння рівнів навчальних досягнень учнів експериментальних класів

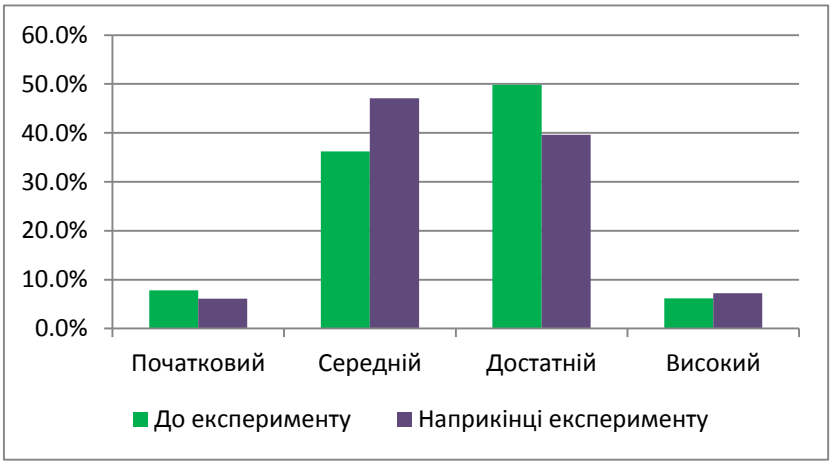


Рис. 5.10. Порівняння рівнів навчальних досягнень учнів контрольних класів

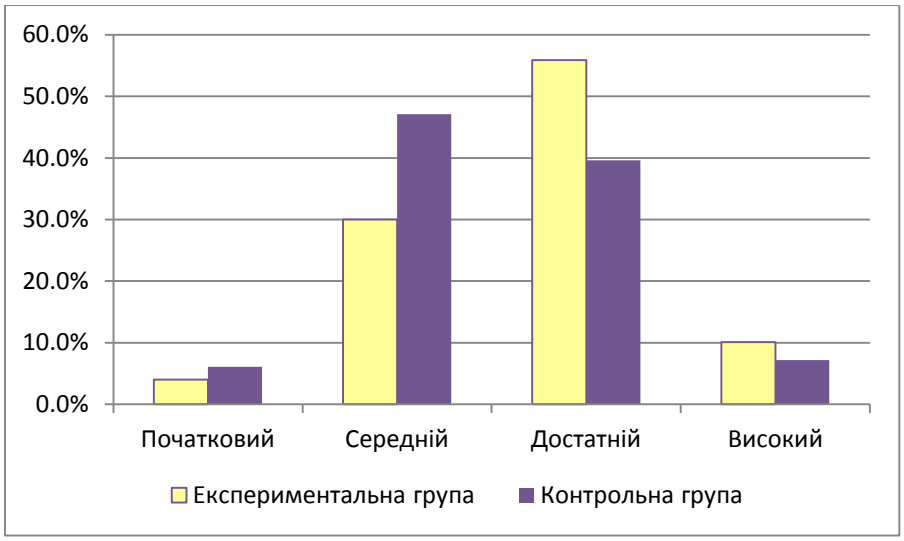


Рис. 5.11. Порівняння рівнів навчальних досягнень учнів експериментальної та контрольної груп по завершенню експерименту

Аналіз одержаних результатів переконливо засвідчує, що запровадження в процесі навчання фізики лише традиційних підходів до навчання без урахування сучасних тенденцій розвитку навчального фізичного експерименту та взаємозв'язків віртуальної та реальної його складових не забезпечує того рівня опанування системою фізичного знання, який досягається в результаті запровадження авторської методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи та реалізується за допомогою пропонованого навчально-методичного комплексу.

Проведений педагогічний експеримент, статистична обробка його результатів та проведений кореляційний аналіз, що мають статистично достовірний характер, переконливо доводять ефективність пропонованої моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи, методичної системи та розробленого й впровадженого навчально-методичного комплексу експериментального вивчення хвильової, квантової оптики та атомної фізики, що реалізує запропоновані автором методичні підходи до інтеграції віртуального та реального в навчальному експерименті старшої школи на засадах синергетичного підходу.

3.3. Експертна оцінка методичної системи навчального фізичного експерименту та навчально-методичного комплексу експериментального вивчення оптики та атомної фізики

З метою визначення значущості вимог до розробленого нами навчально-методичного комплексу експериментального вивчення оптики та атомної фізики, який включає новий комплект приладів для проведення реального експерименту (комплект «Оптична міні-лава») та цифровий навчальний комплект, а також методичне забезпечення для вчителів та учнів, проводилося їх експертне оцінювання фахівцями у галузі освіти, методистів з фізики, інформатики та математики. Серед 107 експертів 6 – доктори наук, 21 – кандидати наук. Вчене звання професора мають 7 експертів, доцента – 16 експертів. Два експерти мають звання старшого наукового співробітника. До складу експертів увійшли також 73 вчителя фізики, що працюють у школах різного типу і профілю, серед яких 7 - вчителі-методисти, 42 вчителя мають вищу категорію. Усі експерти мають достатньо високий рівень підготовки та достатній науково-методичний стаж роботи.

Обробка результатів експертного опитування проводилась за методикою “Оцінки відносної важливості кожної окремо взятої вимоги” до навчально-методичного комплексу, методики його запровадження в умовах різнопрофільного навчання фізики та системи шкільного навчального експерименту на базі цього обладнання. Анкета експерта представлена у додатку Н.1.

Отримані результати оцінки відносної важливості кожної вимоги (дидактичної, інформаційної, науково-технічної та відповідності змісту навчального матеріалу) оцінювалися за 100-бальною шкалою відповідно до методики, яка використовувалась і в інших науково – методичних дослідженнях [436, с.81-120]. Ці результати наведені у додатках Н.2 – Н.3.

Для визначення значущості кожної вимоги вводяться такі показники: показник узагальненої думки; ступінь погодженості думок експертів; статистична значущість показника погодженості думок експертів; показники активності й компетентності експертів.

1. Показники узагальненої думки містять у собі:

а) Середнє арифметичне M_j величини оцінки певної вимоги (у балах), що визначається з урахуванням рекомендацій за формулою [437, с.82]:

$$M_j = \frac{1}{m_j} \sum_{i=1}^{m} C_{ij} \qquad (5.3.1),$$

де m - кількість експертів, що оцінювали *j*-ту вимогу; C_{ij} -оцінка відносної важливості i -тим експертом *j*-тої вимоги.

б) Частоту максимально можливих оцінок (100 балів) одержаних *j*-тою вимогою, визначимо згідно [436, с.82] за формулою:

$$K_j = \frac{m_j^{©}}{m_j} \qquad (5.3.2),$$

де $m_j^{©}$ - кількість максимально можливих оцінок, що відповідають 100 балам за j-ту вимогу, m_j - загальна кількість оцінок за j-ту вимогу.

K_1 =0,16 K_3 = 0,07

K_2 =0,13 K_4 =0,26

в) Суму рангів S_j, одержаних j-тою вимогою, визначено так:

- проводилося ранжування за зниженням оцінок, виставлених експертами за кожну вимогу;
- визначалася сума рангів S_j, виставлених експертами оцінок за j-у вимогу [436, с.83]:

$$S_j = \sum_{i=1}^{m} R_{ij} \qquad (5.3.3),$$

де R_{ij} - ранг оцінки i -тим експертом j-ї вимоги.

Внаслідок обчислень дістанемо:

S_1=276; S_2=311; S_3=374,5; S_4=229,5.

Дані для обчислення рангів наведені в додатку Н.2.

2. Показники ступеня погодженості думок експертів такі:

а) коефіцієнт варіації V_j оцінок, отриманих за *j*-ту вимогу, визначався так:

- обраховувалася дисперсія D_j, наданих j-й вимозі, з урахуванням [436, с.84] за формулою:

$$D_j = \frac{1}{m_j - 1} \sum_{i=1}^{m} \left(C_{ij} - M_{ij}\right)^2 \qquad (5.3.4)$$

- визначалося середнє квадратичне відхилення σ_j оцінок, отриманих за j-ту вимогу згідно [436, с.84]:

$$\sigma_j = \sqrt{D_j} \qquad (5.3.5)$$

- визначався коефіцієнт варіації за j-ту вимогу:

$$V_j = \frac{\sigma_j}{M_j} \qquad (5.3.6)$$

Обчислення дають результати наведені в табл. 5.7.

Таблиця 5.8

Результати визначення показника ступеня погодженості думок експертів

Вимоги	Середнє арифметичне M_j	Дисперсія D_j	Середнє квадратичне відхилення σ_j	Коефіцієнт варіації V_j
Дидактична	86	110	10,5	0,12
Інформаційна	84	136	11,7	0,13
Науково-технічна	78	201	14,2	0,18
Відповідності змісту навчального матеріалу	90	43	6,6	0,07

б) коефіцієнт конкордації W, що є показником ступеня погодженості думок експертів про відносну важливість сукупності всіх запропонованих для оцінки вимог, визначався наступним чином:

- визначалося середнє арифметичне суми рангів, здобутих усіма напрямками дослідження [436, с.84]:

$$M\left[S_j\right]=\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}S_j \qquad (5.3.7)$$

- обчислювалися відхилення d_j суми рангів оцінок,одержаних за j-у вимогу, від середнього арифметичного суми рангів оцінок за усі вимоги [436, с.84]:

$$d_j=S_j-M\left[S_j\right] \qquad (5.3.8)$$

$$M\left[S_j\right]=\tfrac{1}{4}\cdot 1190=297$$

d_1=22; d_2=14; d_3=77,5; d_4=67,5.

- визначалися показники T_i рівнів рангів оцінок, призначених i-тим експертом. Якщо всі n рангів оцінок, призначених i-тим експертом різні, то T_i=0. Якщо серед рангів оцінок є зв'язані, то

$$T_i=\sum_{l=1}^{L}\left(t_l^3-t_l\right) \qquad (5.3.9),$$

де l= 1,2... L; L-кількість груп однакових рангів в l-й групі.

Дані для обчислення наведені в додатку Н.2.

- визначався коефіцієнт конкордації [436, с.78]:

$$W=\frac{12}{m^2\left(n^3-n\right)-m\sum_{i=1}^{m}T_i}\sum_{j=1}^{n}d_j^2 \qquad (5.3.10)$$

З урахуванням m=107, n=4, після розрахунків отримаємо :

$$W=0,2$$

3. Статистична оцінка значущості показника погодженості думок експертів проводилося з використанням критерія Пірсона χ^2. Задавши рівень значущості α=0,05, визначимо рівень значущості за критерієм Пірсона. Величину χ^2 визначимо за формулою [436, с.94]:

$$\chi^2=\frac{1}{m\cdot n(n+1)-\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{m}T_i}\sum_{j=1}^{n}d_j^2 \qquad (5.3.11)$$

$$\chi^2=5,47$$

Обчислимо число ступенів вільності $\upsilon = n-1 = 3$.

У таблиці χ^2 для даного числа ступенів вільності знаходимо найближче до визначеного за формулою значення. Табличне значення $\chi^2_{табл}$ =7,8. [121 , с.392]

Тут же для знайденого табличного значення визначили рівень значущості α=0,05.

Порівнявши одержане значення рівня значущості з вибраним, одержимо, що $\alpha_{таб} = \alpha_{вибр}$. Отже, з ймовірністю 95% ми можемо стверджувати погодженість думок експертів.

4. Коефіцієнт активності експертів для *j*-тої вимоги визначався за формулою

$$К_j = \frac{m_j}{m} \qquad (5.3.12)$$

Для всіх вимог до розробленого обладнання та методики його запровадження у навчальний процес з фізики, коли усі експерти оцінювали всі вимоги, матимемо:

$$К_1=1; \quad К_2=1; \quad К_3=1; \quad К_4=1.$$

5. Коефіцієнт компетентності експертів визначався за формулою:

$$К_к=\frac{К_з + К_а}{2} \qquad (5.3.13)$$

$К_з$ – коефіцієнт ступеня знайомства з розглянутою проблемою;

$К_а$ – коефіцієнт аргументованості.

Коефіцієнт ступеня знайомства $К_з$ визначався нормуванням значення власної оцінки експерта, тобто множенням її на 0,1. Коефіцієнт аргументованості визначався підсумовуванням чисел, відмічених у таблиці джерел аргументації.

Визначимо середнє значення коефіцієнта компетентності:

$$\langle К_к \rangle = \frac{97{,}65}{107} = 0{,}91$$

Визначення компетентності експертів подане у додатку Н.3.

Таким чином, експертна оцінка розробленого нами навчально-методичного комплексу експериментального вивчення оптики та атомної

фізики, який включає новий комплект приладів для проведення реального експерименту та цифровий навчальний комплект, а також методичне забезпечення для вчителів та учнів показала їх високу “дидактичну якість” та відповідність змісту навчального матеріалу, а, отже, і ефективність та доцільність впровадження у процес вивчення курсу фізики відповідно до програмам профільного навчання у загальноосвітніх навчальних закладах різного типу.

Висновки до розділу 5

1. Під час констатувального етапу педагогічного експерименту були отримані результати, що підтвердили необхідність розробки та впровадження в навчальний процес з фізики інноваційної методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи, що ґрунтується на інтеграції віртуального та реального.

2. Для перевірки основних положень наукового дослідження та з метою виявлення ефективності розроблених методичних підходів до комплексного використання віртуального та реального навчального фізичного експерименту старшої школи на основі аналізу психолого-педагогічної та методичної літератури визначено критерії та рівні опанування учнями системою емпіричного знання, розроблене відповідне навчально-методичне забезпечення з метою реалізації методичної системи фізичного експерименту в навчальному процесі.

3. Педагогічний експеримент проводився в загальноосвітніх навчальних закладах за участі 590 учнів старшої школи (297 – експериментальна група, 293 – контрольна група). Статистична обробка результатів по завершенню експерименту показала, що довірчий інтервал експериментальної групи перевищує відповідний показник контрольної групи, а також, що вони не перекриваються, що у свою чергу дає підстави стверджувати з надійністю $\gamma=0,95$, що рівень опанування учнями системою емпіричних знань, теоретичних знань та системою фізичного знання взагалі вищий в експериментальних класах. Порівняння спостережуваного та критичного значення двостороннього критерію Пірсона показує, що $\chi^2_{сп}<\chi^2_{кр}$

($\Delta\chi^2$=25,956 – для емпіричного знання, $\Delta\chi^2$=5,895 – для теоретичного знання, $\Delta\chi^2$=14,389 – для загального рівня опанування системою знань з оптики та атомної фізики), тобто зрушення у розподілі учнів за даним критерієм та відповідно наявність суттєвих відмінностей між контрольними та експериментальними класами в опануванні знаннями.

Порівняння середніх вибіркових спостережуваного значення критерію Стьюдента та його критичного значення показало, що вони відрізняються значимо (не випадково).

Пояснити значні зрушення та значимість різниці у вибірках можна лише впровадженням в навчальний процес навчально-методичного комплексу, що реалізує в процесі навчання фізики інноваційну модель та методичну систему навчального фізичного експерименту старшої школи на основі інтеграції реального та віртуального.

Експериментальна перевірка засвідчила правильність сформульованих концептуальних засад та вірність гіпотези про можливість підвищення рівня опанування учнями системою фізичного знання та активізації самостійної пізнавально-пошукової діяльності учнів на основі комплексного запровадження в системі навчального фізичного експерименту старшої школи віртуального та реального.

4. На основі результатів кореляційного аналізу встановлено залежність між рівнем опанування учнями системою емпіричного знання та рівнем опанування теоретичним знанням, що у свою чергу вказує на те, що комплексне запровадження віртуального та реального в системі навчального фізичного експерименту впливає не лише на рівень експериментальної підготовки учнів, а й на загальний рівень опанування системою фізичного знання, забезпечує підвищення рівня досягнень учнів експериментальних класів порівняно з традиційними підходами до процесу навчання фізики.

5. Експертна оцінка результатів дослідження показала високу ефективність розробленого нами навчально-методичного комплексу експериментального вивчення оптики та атомної фізики.

Результати дослідження, що складають зміст розділу, опубліковані у посібниках [81, 83, 84] та публікаціях [336, 340].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне і методичне узагальнення та нове вирішення наукової проблеми інтеграції реального та віртуального в системі навчального фізичного експерименту старшої школи. Розв’язання наукового завдання запропоновано з позицій застосування інформаційно-комунікаційних технологій та обґрунтування і впровадження на засадах синергетичного підходу сучасної методичної системи навчального фізичного експерименту, що реалізована в процесі навчання фізики учнів старшої школи. Узагальнення одержаних в дослідженні результатів дозволяє сформулювати такі висновки.

1. Показано, що широке використання у науці та повсякденному житті понять «віртуальне» та «віртуальна реальність», їх смислова поліфонія, складність і неоднозначність феноменів висувають проблему виявлення особливостей зазначених понять та їх проявів в системі освіти, цілісне осмислення в історико-філософському та психолого-педагогічному ракурсах. Зокрема встановлено, що використання «віртуального» в педагогічному процесі пов’язано, в першу чергу, із комп’ютерною віртуальною реальністю, тобто із запровадженням інформаційно-комунікаційних технологій. На основі аналізу нормативних документів у галузі освіти, науково-методичної літератури з педагогіки, психології, філософії й методики навчання фізики констатовано, що сучасний етап розвитку освіти характеризується створенням особливого віртуального освітнього середовища, яке співіснує з середовищем традиційного навчання, але при цьому розширює його можливості і створює умови для реалізації нових форм та методів навчання. Виокремлено властивості і тенденції розвитку навчального середовища з фізики та віртуально орієнтованого середовища освіти, на підставі чого запропоновано означення віртуально орієнтованого навчального середовища з фізики як середовища, в якому інформаційно-комунікаційні технології поєднуються з технологіями традиційного навчання, доповнюючи та розширюючи їх. Показано, що в умовах віртуально орієнтованого навчального середовища найбільш ефективно здійснюються процеси комунікації та діяльності учасників освітнього процесу, внаслідок чого забезпечується функціонування цілісної інтегрованої системи навчання фізики, важливою складовою якої є навчальний фізичний

експеримент. З урахуванням психологічних та дидактичних аспектів впливу систем віртуальної реальності та інформаційно-комунікаційних технологій на процес навчання, а також врахування особливостей фізики як дисципліни, що вивчає закони реального світу, виділено психолого-педагогічні основи розробки сучасної інтегрованої системи навчального фізичного експерименту.

2. Виявлено особливості взаємозв'язку між реальним та віртуальним навчальним фізичним експериментом як засобу поєднання в процесі навчання фізики учнів старшої школи теоретичного та емпіричного методів пізнання. Показано, що наявність діалектичного зв'язку між теорією та практикою вимагає достатньо високого рівня забезпечення навчального процесу фізичним експериментом та засобами експериментування. Запровадження в системі навчального фізичного експерименту засобів ІКТ виводить експеримент на вищий рівень його реалізації, дозволяє вивчати фізичні явища, пізнаючи їх внутрішню сутність, що є важливим для формування цілісної системи фізичних знань. Вперше досліджено освітній потенціал інтеграції реального та віртуального в процесі навчання фізики, для реалізації якого запропоновано п'ять напрямів розвитку основних складових процесу навчання фізики та організації навчально-пізнавальної діяльності учнів. У рамках такого комплексного інтегративного підходу реальний навчальний експеримент та інформаційно-комунікаційні технології розглядаються як два структурних компонента єдиної системи «навчальний фізичний експеримент». На основі системного аналізу визначено дидактичні основи інтеграції реального та віртуального в системі навчального фізичного експерименту старшої школи. Доведено, що реальний та віртуальний експерименти, які включені в єдиний комплекс, повинні бути взаємопов'язані та взаємообумовлені, між ними повинна існувати наступність. Вперше запропоновано теоретичні та методичні засади інтеграції реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі. Встановлено, що поєднання реального та віртуального в системі навчального фізичного експерименту передбачає таку організацію експериментаторської діяльності, за якої дані види експерименту будуть доповнювати один одного, а їх взаємодія викличе появу нових, інтегративних, синергетичних ефектів в організації пізнавальної діяльності

учнів. Виділено методичні особливості запровадження віртуального в процесі підготовки та виконання кожного з видів навчального експерименту. Вперше запропоновано методичні підходи, що дозволяють найбільш ефективно поєднувати реальне та віртуальне в системі навчального фізичного експерименту старшої школи.

3. Вперше досліджено та визначено структуру та взаємозв'язки в системі навчального фізичного експерименту, а також виявлено зміни, що відбуваються в цій системі внаслідок запровадження синергетичного підходу і встановлено закономірності її розвитку на засадах синергетики. Доведено, що синергетичний підхід до навчального експерименту дає можливість об'ємно та цілісно трактувати процес пізнання як комунікативну діяльність, в якій розвиток теоретичного та експериментального йде паралельними шляхами і завершується не лише формуванням нового знання, але й певними змінами в розумовій діяльності, мисленні, почуттях учня. Вперше запропоновано синергетичний підхід до системи навчального фізичного експерименту старшої школи та напрями практичної реалізації синергетичних принципів у контексті функціонування цієї системи. Вперше запропоновано функціональну модель системи навчального фізичного експерименту старшої школи, яка враховує інтеграцію реального і віртуального, забезпечує реалізацію цілей навчання фізики та вимоги синергетичного підходу. Сформульовано концептуальні положення, які є теоретико-методологічною основою запропонованої моделі. Показано, що запропонована модель об'єднує діяльність вчителя та учнів у сучасному віртуально орієнтованому навчальному середовищі та відповідає тенденціям його розвитку, новим підходам до організації навчально-виховного процесу в цьому середовищі, враховує зміни, що відбуваються в самій структурі системи навчального фізичного експерименту, його функціях та засобах.

4. Вперше запропоновано методичну систему навчального фізичного експерименту старшої школи, що ґрунтується на засадах інтеграції реального та віртуального, забезпечує реалізацію синергетичного та компетентнісного підходів. Створена система є відкритою, динамічною, поліструктурною, містить чотири блоки, що відповідають основним компонентам методичної системи, а

саме: цільовий, змістовий, процесуальний, результативно-діагностичний, враховує організаційно-педагогічні умови, в яких відбувається процес навчання, та особливості навчального середовища. Системоутворюючим є цільовий блок, який визначає функції усіх інших (моделює зміст системи та її спрямування). Реалізація мети передбачає усвідомлення суб'єктами навчально-виховного процесу загальних цілей і завдань вивчення фізики та опанування навичками в проведенні навчального фізичного експерименту відповідно до вимог державного стандарту та концепції профільного навчання фізики. Основа моделі – змістовий блок, який містить три компоненти: освітньо-змістову, ціннісно-орієнтаційну, діяльнісно-практичну. Методологічною основою такої системи є особистісно-орієнтований, діяльнісний, компетентнісний та синергетичний підходи. Модель враховує організаційно-педагогічні умови, в яких відбувається процес навчання. При цьому навчальний фізичний експеримент є основним компонентом процесуального блоку, через який реалізується увесь зміст навчання фізики, який реалізується у віртуально орієнтованому навчальному середовищі.

5. Доведено, що основною умовою ефективності функціонування запропонованої методичної системи навчального фізичного експерименту старшої профільної школи на основі інтеграції реальної та віртуальної його складових та з урахуванням вимог синергетичного підходу є створення та запровадження в освітній процес відповідного навчально-методичного забезпечення – навчально-методичних комплексів з відповідних тем курсу фізики для комплексного інтегрованого використання під час постановки демонстраційних дослідів вчителем та виконання самостійних досліджень учнями, які включають в себе сучасне обладнання для проведення реального фізичного експерименту у поєднанні з інформаційно-комунікаційними технологіями. Створено навчально-методичний комплекс експериментального вивчення хвильової оптики, до складу якого входить розроблений комплект приладів для проведення реальних дослідів «Оптична міні-лава» та цифровий навчальний комплект, що містить набір електронних додатків (анімації, відео, рисунки, кросворди, список корисних посилань для вчителя фізики), посібники для проведення навчального експерименту з оптики, інструкції – презентації

для учнів, набір тестів для перевірки знань учнів (тести готовності, тести засвоєння, тести узагальнення). Створено навчально-методичний комплекс експериментального вивчення квантової оптики та атомної фізики, до складу якого входить комплект приладів для проведення реальних дослідів, цифровий навчальний комплект та методичне забезпечення у вигляді посібника для проведення навчального експерименту, інструкції – презентації для учнів, набір тестів для перевірки знань учнів. Створені комплекси мають дві складові: комплект приладів, що забезпечує проведення досліджень з реальним обладнанням та цифровий навчальний комплект, що забезпечує комп'ютерний супровід експерименту, а також відповідне методичне забезпечення (матеріали для вчителів та учнів).

6. Для забезпечення ефективного керування учителем навчально-пізнавальною діяльністю учнів старшої школи в умовах застосування методичної системи навчального фізичного експерименту на основі інтеграції реальної та віртуальної його складових та з урахуванням вимог синергетичного підходу розроблено навчально-методичний посібник «Оптична міні-лава та інтегрований навчальний експеримент» у 2-х частинах та навчально-методичний посібник «Інтегрований навчальний експеримент з квантової оптики та атомної фізики». Розроблено 44 демонстраційних досліди, 16 фронтальних лабораторних робіт та 19 робіт фізичного практикуму, що передбачають запровадження синергетичного підходу до їх виконання. Запропоновано 14 експериментальних задач та 45 навчальних проектів для реалізації їх в процесі навчання фізики. Розроблено програму факультативного курсу «Еволюція складних систем» для 10-11 класів.

7. Проведено педагогічний експеримент, статистична обробка його результатів та кореляційний аналіз, що мають статистично достовірний характер. Результати педагогічного експерименту доводять ефективність запропонованої методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи, а також розробленого й впровадженого навчально-методичного забезпечення, що реалізує запропоновані автором методичні підходи до інтеграції реального та віртуального в навчальному експерименті старшої школи. Результати педагогічного експерименту також свідчать про те, що

виділені і реалізовані напрями розвитку системи навчального фізичного експерименту старшої школи суттєво впливають на процес адаптації учнів до навчання фізики та формування інтересу й позитивного ставлення до предмету. У процесі педагогічного експерименту встановлено зростання рівня опанування учнями експериментальних класів порівняно з контрольними класами системою емпіричного, теоретичного знання та підвищення загального рівня навчальних досягнень. Доведено, що запропонована методична система забезпечує реалізацію в навчально-виховному процесі сучасних вимог до навчального фізичного експерименту та формування цілісної системи фізичного знання, стимулювання самостійної діяльності та пізнавальної активності учнів, розвиток мислення, враховує психологічні особливості розвитку та індивідуальні запити і потреби учнів.

Одержані результати можуть бути використані в процесі створення освітніх систем навчання фізики в загальноосвітніх навчальних закладів, а також в процесі розробки різних організаційних форм навчальної діяльності учнів. Педагогічне дослідження варто продовжити в напрямі вдосконалення методичного забезпечення навчального процесу з фізики, а також створення сучасної моделі системи навчального фізичного експерименту основної школи відповідно до вимог синергетики та інтеграції реальної та віртуальної його складових.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абросимов А.Г. Информационно-образовательная среда вуза: методические основы создания [Електронний ресурс] / Александр Григорьевич Абросимов. // Изв. Самар. науч. центра РАН. Спец. вып. "Актуальные проблемы экономики и права". – 2003. – С. 58-66.– Режим доступу: http://comparative.edu.ru:9080/PortalWeb/data/00004047/2.pdf; jsessionid= AEE67022AC351B4229C2B6B4BFC8252E

2. Азимов Э. Г. Словарь методических терминов / Э. Г. Азимов, А.Н. Щукин. – СПб.: Златоуст, 1999. – 264 с.

3. Алексєєва Т.В. Психологічні фактори та прояви процесу адаптації студентів до навчання у ВНЗ/ Т.В.Алексєєва – КНУ ім..Т.Шевченка – К., 2004. – 20 с.

4. Алендарь Н. І. Соціальна адаптація учнів 9-11 класів у навчально-виховному середовищі загальноосвітніх шкіл сільської місцевості: автореф. дис…на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.03 «Соціальна педагогіка»/ Н.І.Алендарь. – Київ, 2012. – 21 с.

5. Ананьев Б.Г. Структура индивидуального развития как проблема современной педагогической антропологи: Избранные психологические труды: в 2-х томах: [под ред.А.А.Бодалева и др.]/ Б.Г.Ананьев. – М.: Педагогика, 1980 – 288 с. – Т.2 – с.40-51.

6. Андреев А. А. Дистанционное обучение: сущность, технология, организация: монография / Андреев А.А., Солдаткин В.И. – М.: Издательство МЭСИ, 1999. – 196 с.

7. Андреев А. А. Компьютерные и телекоммуникационные технологии в сфере образования/ А.А. Андреев //Школьные технологии. – 2001. – №3. – С. 14.

8. Андреев В. И. Педагогика творческого саморазвития/ В. И. Андреев. – Казань: Изд-во Казанского гос. ун-та, 1996. – 568 с.

9. Андреев В.И. Педагогика: Учебный курс для творческого саморазвития/ В.И.Андреев. – [2-е изд.]. – Казань, 2000. – 600 с.

10. Андреева Д. А. О понятии адаптации. Исследование адаптации студентов к условиям учёбы в вузе //Человек и общество. – Вып. ХШ. – Л.: Изд-во Ленингр. унив., 1983. – С. 62-69.

11. Андрущенко В. П. Освіта в пошуку нових стратегій мислення / В. П. Андрущенко // Вища освіта України. – 2003. – № 2. – С. 5–6.

12. Андрущенко В. П. Роздуми про освіту / В. П. Андрущенко. – К. : Знання України, 2005. – 604 с.

13. Анісімов І.О. Використання комп'ютерів на практичних заняттях з фізико-технічних дисциплін (на прикладі курсу "Коливання і хвилі")/ І.О.Анісімов, О.І.Кельник, В.В.Тицький// Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г.Шевченка. Серія: педагогічні науки. – 2004. – Вип.23. – С.143-147.

14. Антонова О.Є. Проектування освітнього середовища ВНЗ як чиннику розвитку обдарованості студентів / О.Є.Антонова// Теорія і практика підготовки майбутніх учителів до педагогічної дії: зб. матеріалів конференції. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2011. – С. 123-127.

15. Антонченко М. А. Інформаційна культура як складова загальнолюдської культури / М. А. Антонченко// Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2004. - № 1(8). – С.161-166.

16. Анциферов Л. И. ЭВМ в обучении физики: учебное пособие. / Л. И. Анциферов – Курск: КГПИ, 1991. – 181 с.

17. Анциферов Л. И.Практикум по методике и технике школьного физического эсперимента./ Л. И. Анциферов, И. М. Пищиков – М.: Просвещение, I984. – 255 с.

18. Анцыферова Л. И. К психологии личности как развивающейся системы / Л. И. Анциферова // Психология формирования и развития личности./[под. ред. Л. И. Анциферовой] – М.: Наука, 1981. – С. 13–19.

19. Апатова Н. В. Влияние информационных технологий на содержание и методы обучения в средней школе: автореф. дис.. на соиск. ученой степени

д-ра пед. наук: спец.13.00.02 «Теория и методика обучения и воспитания»/Н.В.Апатова. – М., 1994. – 37 с.

20. Апатова Н. В. Информационные технологии в школьном образовании./ Н. В. Апатова – М.: ИОШ РАО, 1999. – 228 с.

21. Арестова О. Психологическое исследование мотивации пользователей интернет / Арестова О., Бабанин Л., Войскунский А.: Тезисы второй Российской конференции по экологической психологии. – Москва: Экопсицентр РОСС, 2000. – С. 245-246.

22. Арешонков В.Ю. Педагогические принципы самоорганизации слушателей системы последипломного педагогического образования: автореф. дис. на соиск. наук, степени канд. пед. наук: спец. 13.00.01 "Общая педагогика и история педагогики" / В.Ю.Арешонков. – Житомир, 2006. – 20 с.

23. Аршинов В.И. Синергетика на рубеже XX – XXI веков /Аршинов В.И., Буданов В.Г./ [Под ред. А.И.Панченко] – М., 2006. – 217 с.

24. Аршинов В. И. Московский синергетический форум / В. И. Аршинов, Е.Н. Князева // Вопросы философии. – 1996. – № 11. – С. 148–151.

25. Аршинов В. И. Синергетика как феномен постнеклассической науки./ В. И. Аршинов – М., 1999. – 203 с.

26. Астаф'єва О. Інформатизація та комп'ютерізація в гуманітарній освіті / О. Астаф'єва // Вища освіта України. – 2003. – № 2. – С. 108–118.

27. Астафьев В. А. Индивидуально-психологические особенности пользователей сети Интернет. [Электронный ресурс]/ В. А. Астафьев – Режим доступа: http://psynet.carfax.ru/texts/astaf3.htm

28. Астахова В. Пошук шляхів оновлення і розвитку освіти в Україні / В. Астахова // Вища школа. – 2002. – № 1. – С. 108–109.

29. Атаманчук П. С. Методичне забезпечення навчального фізичного експерименту (11-й клас):навч. посіб. / П. С. Атаманчук, В. В. Мендерецький, О. М. Ніколаєв. – Кам`янець-Подільський: Буйницький О.А.,2008.– 212 с.

30. Атаманчук П. С. Методичне забезпечення навчального фізичного експерименту (10-й клас):навч. посіб. / П. С. Атаманчук, В. В. Мендерецький, О. М. Ніколаєв. – Кам`янець-Подільський: Буйницький О.А.,2007.– 152 с.

31. Атаманчук П. С. Основи впровадження інноваційних технологій навчання фізики: навчальний посібник/ Атаманчук П.С., Сосницька Н.Л. – Кам'янець-Подільський: Абетка НОВА, 2007. – 200 с.

32. Атаманчук П.С. Методичні основи організації і проведення навчального фізичного експерименту/ [Атаманчук П.С., Ляшенко О.І., Мендерецький В.В., Кух А.М.]. – Кам'янець-Подільський: К-ПДУ, 2006. – 213 с.

33. Атаманчук П.С. Теорія і методика управління пізнавальною діяльністю старшокласників у навчанні фізики: дис…док. пед. наук: 13.00.02/ Атаманчук Петро Сергійович. – К., 2000. – 470 с.

34. Ачкурин И.А. Виртуальные миры и человеческое познание / И.А.Ачкурин// Общетеоретические и логические проблемы виртуальных миров: сб.трудов. – М., 2000. – С. 9-29.

35. Бабаева Ю. Одаренные дети и компьютеры. / Ю.Бабаева: Сборник тезисов Второй Российской конференции по экологической психологии.– Москва: Экопсицентр РОСС, 2000.– С. 246-248.

36. Балик Н.Р. Технології Веб 2.0 в освіті : навч. посіб. / Н.Р.Балик, Г.П.Шмигер. – Т.: Нав. кн. - Богдан, 2011. – 127 с.

37. Балл Г.О. Гуманізація навчально-виховного процесу в загальноосвітніх школах: посіб. для вчителів зони підвищ. радіац. контролю /[за ред.:Г.О.Балла] – К., 1998. – 130 с.

38. Баловсяк Н. Інформаційна компетентність фахівця / Н.Баловсяк // Педагогіка і психологія професійної освіти. – 2004. – № 5. – С. 21-28.

39. Бар'яхтар В.Г. Фізика. 10 клас. Академічний рівень: Підручник для загальноосв. навч. закладів / В.Г.Бар'яхтар, Ф.Я.Божинова. – Х.: Видавничтво «Ранок», 2010. – 256 с.

40. Бар’яхтар В.Г. Фізика. 11 клас. Академічний рівень. Профільний рівень: Підручник для загальноосв. навч. закладів / В.Г.Бар’яхтар, Ф.Я.Божинова, М.М.Кірюхін, О.О.Кірюхіна – Х.: Видавничтво «Ранок», 2011. – 320 с.

41. Батароев К. Б. Аналогия и модели в познании / К. Б. Батароев. – Новосибирск: Наука, 1981. – 42 с.

42. Баштовий В.І. Використання мисленого експерименту як засобу вивчення квантової фізики в загальноосвітніх навчальних закладах: автореф.дис. на здобуття наук.ступеня канд..пед.наук: спец.13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)»/ В.І.Баштовий. – К., 1994. – 21 с.

43. Баяндин Д. В. Интерактивные компьютерные тренажеры в школьном курсе физики /Д. В. Баяндин, Н. Н. Медведева, Н. К. Ханнанов// Физика в школе. – 2006. - №4. – С. 3-10.

44. Бендес Ю.П. Лабораторний практикум з фізики на базі персонального комп’ютера/ Бендес Ю.П. – Полтава: ПВІЗ. – 2004. – 100 с.

45. Бергсон, А. Опыт о непосредственных данных сознания, материя и память // Собрание сочинений: в 4 т. / А. Бергсон. – М. : Московский клуб, 1992. – Т. 1. – 336 с.

46. Бернерс-Лі Т. Заснування павутини: З чого починалася і до чого прийде Всесвітня мережа / К.: Вид. дім “Києво-Могилянська академія”, 2007. – 207 с.

47. Беседы с Альфредом Шнитке. [Электронний ресурс] / [сост. А.И.Ивашкин] – М.: РИК «Культура», 1994. – 311 с. – Режим доступу: http://yanko.lib.ru/books/music/shnitke_ivashkin_besedu.html

48. Беспалько В. П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия). / Беспалько В. П. – М.: Изд-во Московского психолого-социального института. – 2002. – 352 с.

49. Бех І. Д. Особистісно зорієнтоване виховання [науково-методичний посібник] / І. Д. Бех. / Ін-т змісту і методів навчання – К., 1998. – 204 с.

50. Биков В. Ю. Комп’ютерно орієнтовані педагогічні технології у шкільному навчальному процесі/ В.Ю.Биков, С.П.Величко, Жук Ю.О., О.М.Соколюк //Наукові записки. - Випуск 5.-Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 1. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2014. – С. 3 – 8

51. Биков В. Ю. Засоби інформаційно-комунікаційних технологій єдиного інформаційного простору системи освіти України: монографія / В.Ю.Биков, В.В.Лапінський, А.Ю.Пилипчук, М.П.Шишкіна та ін.; [за наук. ред. проф. В.Ю.Бикова] – К.: Педагогічна думка, 2010. – 160 с.

52. Биков В. Ю. Нормативно-правове та програмно-методичне забезпечення загальноосвітніх навчальних закладів: проблеми та шляхи вдосконалення. / Биков В.Ю., Плескач М.Я. // Комп’ютер у школі та сім’ї. – 2002. – № 3. – С. 2-6.

53. 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.

54. 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.

55. Благодаренко Л.Ю. Особистісно-орієнтоване навчання фізики в педагогічних класах : дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Благодаренко Людмила Юріївна; Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. – К., 2003. – 226 с.

56. 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.

57. Благодаренко Л.Ю. Технології особистісно-орієнтованого навчання фізики: навч.-метод. посібник для студ. пед. ун-тів (пед. ін-тів) / Л. Ю. Благодаренко ; Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. – К.: НПУ, 2005. – 112 с.

58. Богданов І.Т. Факультативна фізико-технічна підготовка школярів. /І.Т.Богданов// Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Сер: Педагогічні науки. – Вип. 2. – Бердянськ, 2014. – С. 19-26.

59. Богданов І. Школа сідає за комп'ютер (практична можливість та дидактична доцільність інформаційних технологій). /І. Богданов, О. Сергєєв – Відкритий урок, 2004 – № 1-2.

60. Богуславский М.В. Синергетика и педагогика / М.В. Богуславский // Magister. – 1995. – № 2 – С. 89-95.

61. Бодрийяр Ж. Симулякри і симуляція /Жан Бодрійяр / [пер.з фр. В. Ховхун.] – К.: Основи, 2004. – 230 с.

62. Бочкарев А.И. Проектирование синергетической среды в образовании: автореф. дис. на соиск. наук, степени док. пед. наук: спец. 13.00.01 "Общая педагогика и история педагогики"/ А.И.Бочкарев – М, 2000. – 52 с.

63. Брунер Дж. Психология познания/ Дж.Брунер. – М.: Прогресс, 1977 – 412 с.

64. Брушлинский А.В. Психология субъекта /А.В.Брушлинский /[отв.ред.проф. В.В.Знаков.] – М.:Институт психологии РАН; СПб:издат. «Алетейя», 2003 – 272 с.

65. Бугаев А. И. Методика преподавания физики в средней школе. Теоретические основы / А. И. Бугаев. – М.: Просвещение, 1981. – 288 с.

66. Бугайов О.І. Деякі концептуальні положення розробки засобів комп’ютерної підтримки навчання фізики/ О.І.Бугайов, М.В.Головко, В.С.Коваль// Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г.Шевченка. Серія: Педагогічні науки. – 2005. – Вип.30. – С. 36-39.

67. Бугайова Н. М. Психологічні особливості інтернет-адикції /Н.М.Бугайова // Нові технології навчання: наук.-метод. зб.: спец. випуск / Кол. авт. – Київ: Інститут інноваційних технологій і змісту освіти, 2006. – С. 117-119.

68. Буданов В. Г. Методология синергетики в постнеклассической науке и в образовании./ В.Г. Буданов – изд.-3-е, доп. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 240 с.

69. Буданов В. Г. Эволюция дисциплинарного знания как процесс междисциплинарного согласования /В. Г. Буданов // Синергетическая парадигма. Человек и общество в условиях нестабильности. – М.: Прогресс-Традиция, 2003. – С. 331–340.

70. Буданов В. Г. Трансдисциплинарное образование, технологии и принципы синергетики/В. Г. Буданов: сборник статей «Синергетическая парадигма: многообразие поисков и подходов» /[отв. ред. В. И. Аршинов и др.] – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – С. 285-304

71. Булах І.Є. Інформаційні технології у психології та медицині: підруч. для студ. вищ. мед. навч. закл. III-IV рівнів акредитації / І.Є.Булах, І.І.Хаїмзон. – К.: Медицина, 2011. – 216 с.

72. Буяльська Т.Б.Теоретичні аспекти адаптації студентів І курсу до навчання у ВНЗ/ Т.Б.Буяльська, М.Д.Прищак / матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Гуманізм та освіта» [електронне видання] – Режим доступу: http://www.conf.vntu.edu.ua/humed/2008/txt/Buyalska.php.

73. Быкова Е. А. Формирование творческого мышления учащихся с использованием средств информационно-коммуникационных технологий: дис… канд. пед. наук: 13.00.01/ Быкова Елена Александровна. – Самара, 2011. – 186 с.

74. Быховский Б. Э. Сигер Брабантский. / Б. Э.Быховский — М.: Мысль, 1979. – 184 с.

75. Важливий крок до визнання України членом Європейського освітнього простору// Освіта України. – 2004. - №42. – 2 червня. – С. 6.

76. Валькман Ю. Р. Проблемы моделирования мышления/ Ю.Р.Валькман, С.А.Коломиец // Моделювання та інформаційні технології. – 2013. – Вип. 70. – С. 68-73. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Mtit_2013_70_12.pdf.

77. Василинчук А.В. Поєднання фізичного й віртуального експерименту під час вивчення дифракції світла/ А.В.Василинчук// Фізика та астрономія в школі. – 2005. - №5. – С. 36-39.

78. Василинчук А. Урок “Дифракція світла на щілині” з використанням навчально-комп’ютерної моделі / А. Василинчук.// Фізика та астрономія в школі. – 2005. – №6. – С. 7–12.

79. Васильев А. А. Реально-виртуальный эксперимент в учебном процессе по физике/А. А. Васильев, А. В. Вопилов //Учебная физика. Научно-практический журнал. – 2007. – №1. – С. 135-141.

80. Величко С. П. Вивчення фізичних властивостей рідких кристалів у середній загальноосвітній школі: посібник для вчителів/ С.П.Величко, В.В.Неліпович/ [за ред.С.П.Величка] – Херсон: ТОВ «Айлант», 2010. – 180 с.

81. Величко С. П. Інтегрований навчальний експеримент з квантової оптики та атомної фізики. Посібник для вчителів та студентів пед. вищих навч.закладів / С.П.Величко, І.В.Сальник, Е.П.Сірик – Кіровоград: ЦОП «Авангард», 2015. – 92 с.

82. Величко С.П. Нове навчальне обладнання для спектральних досліджень. Посібник для студ. фіз.-мат. фак-тів педаг. вищих навч. закладів./ Величко С.П., Сірик Е.П. – 2-е вид., перероб. – Кіровоград, 2005.– 182 с.

83. Величко С. П. Оптична міні-лава та інтегрований навчальний експеримент. Посібник для студентів фіз.-мат. фак-тів пед. вищих навч. закладів. Частина 1. /С.П.Величко, І.М.Гладкий, Д.О.Денисов, В.В.Неліпович, І.В.Сальник, Е.П.Сірик/ [ред.С.П.Величка.] – Кіровоград: РВВ КДПУ ім.В.Винниченка, 2008. – 148 с.

84. Величко С. П. Оптична міні – лава та інтегрований навчальний експеримент. Частина 2. Навчальний фізичний експеримент з комплектом

«Оптична міні-лава». Посібник для вчителів та студентів пед. вищих навч.закладів / С.П.Величко, І.В.Сальник, Е.П.Сірик – у 2-х частинах – Кіровоград: ЦОП «Авангард», 2015. – 135 с.

85. Величко С. П. Педагогічні принципи та ергономічні вимоги до шкільного фізичного експерименту [монографія] /С. П. Величко, В. П. Вовкотруб – Кіровоград: РВВ КДПУ ім.В.Винниченка, 2007. – 128 с.

86. Величко С.П. Психолого-педагогічні основи шкільного фізичного експерименту/ С.П.Величко, С.М.Гайдук// Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна. – 2002. – Вип.8. – С. 232-238.

87. Величко С. П. Різнорівневі завдання для атестацій з фізики. Посібник для абітурієнтів / Величко С.П., Вовкотруб В.П., Подопригора Н.В., ***Сальник І.В.,*** Царенко О.М./ за ред.. С.П.Величко, Н.В.Подопригори. – 4-е вид., доп. – Кіровоград: РВЦ КДПУ, 2005. – 338 с.

88. Величко С. П. Розвиток навчального експерименту та обладнання з фізики на засадах синергетичного підходу / С.П.Величко // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: педагогічні науки: збірник/ Чернігівський НПУ ім.Т.Г.Шевченка – Чернігів, 2012. – Вип. 99 – С. 343-348.

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

90. Величко С. П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики у середній школі [монографія] /Величко С.П. – Кіровоград, 1998. – 302 с.

91. Величко С. П. Сучасні технології у фізичному експериментуванні з оптики: посібник для вчителів./ С.П.Величко, О.С.Кузьменко. – 2-е вид. – Кіровоград: КЛА НАУ, 2014. – 268 с.

92. Величко С.П. Использование комплектов оборудования как средство повышения эффективности обучения физике /Величко С.П., Сальник І.В.: Международный сборник научных статей «Физика в школе и вузе» – Вып.12/ [Ред.коллегия: Г.А.Бордовский и др.] – Санкт-Петербург, 2010. – С. 100-105.

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

94. Верлань А.Ф. Інформаційні технологій в сучасній школі./ Верлань А.Ф., Тверезовська Л.О., Федорчук В.А. — Кам'янець - Подільський: Науково-видавничий відділ К-ПДПІ, 1996. – 72 с.

95. Весна М. А. Педагогическая синергетика: Монография / М. А. Весна. – Курган : Изд-во КГУ, 2001. – 405 с.

96. Використання інформаційних технологій на уроках фізики/ [упоряд. І.Ю.Ненашев]. – Х.: «Основа», 2007. – 192с.

97. Виненко В. Г. Синергетика в школе / В. Г. Виненко // Педагогика. – 1997. – № 2. – С. 55–60.

98. Виненко В.Г. Системно-сннергетическое моделирование в непрерывном образовании педагога: дисс... д-ра пед. наук: 13.00.01./ В.Г.Виненко – Саратов, 2001. – 322 с.

99. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине / Н. Винер. – М.: Наука, 1983. – 231 с.

100. Виртуальная учебная середа «ВЕБ-КЛАСС ХПИ». /Кухаренко В.М., Савченко М.В., Молодих Г.С., Твердохлєбова Н.Є. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. – 58 с.

101. Виртуальные лабораторные работы в преподавании естественных наук АОЗТ «Квазар-микро техно»: (итоги конгресса конференций "ИТО-2004") [Електронний ресурс] / О.Г. Козленко. – Киев, 2004. – Режим доступу: http://ito.edu.ru/2004/Moscow/II/1/II-1-4599.html

102. Вікова та педагогічна психологія: навч.посібник / [О.В.Скрипченко, Л.В.Долинська, З.В.Огороднійчук та ін.] – [2-е вид.]. – К.: Каравела, 2007. – 400 с.

103. Власова О. І. Педагогічна психология / О. І. Власова. – К.:Либідь, 2005. – 400 с.

104. Вовкотруб В. П. Ергономічний підхід до розвитку шкільного фізичного експерименту. [монографія] / В.П.Вовкотруб – Київ, 2002. – 280 с.

105. Вовкотруб В.П. Теоретичні та методичні основи реалізації вимог ергономіки навчального фізичного експерименту: дис. на здобуття наук. ст. д-ра пед. наук: спец. 13.00.02 / В.П.Вовкотруб – К., – 2007. – 482с.

106. Вознюк О.В. Людина, що навчається: головні аспекти нової парадигми освіти./ Вознюк О.В., Тичина О.Р. - Житомир: Волинь, 1998. – 229 с.

107. Вознюк О.В. Розвиток вітчизняної педагогічної думки: синергетичний підхід [монографія] /О.В.Вознюк – Житомир: Вид-во ЖДУ ім..І.Франка, 2009. – 184 с.

108. Войскунский А. Психологические исследования феномена интернет-аддикции/ А. Войскунский: сборник тезисов Второй Российской конференции по экологической психологии.– Москва: Экопсицентр РОСС, 2000.– С. 251-253.

109. Войскунский А.Е. Психология и Интернет./Войскунский А.Е. – М.: Акрополь, 2010. – 439 с.

110. Ворожбитова А. А. Синергетический аспект вузовского образования в свете лингвориторического подхода / А. А. Ворожбитова // Вестник высшей школы. – 1999. – № 2. – С. 22-26.

111. Выготский Л.С. Психология. Генезис высших психических функций/ Выготский Л.С. – М., 2000. – 1008 с.

112. Гайдук С. М. Оптика. Лабораторні роботи із сучасними засобами експериментування /С.М.Гайдук/ [Наук.ред.: С.П.Величко.] – Кіровоград: “Імекс ЛТД”, 2001. – 63 с.

113. Гайдук С. М. Науково-методичні засади створення та використання навчального комплекту з оптики: дис… канд. пед. наук: 13.00.02./ С.М.Гайдук. – Кіровоград, 2002. – 247 с.

114. Гайдучок Г.М. Фронтальний експеримент з фізики в 7 – 11 класах середньої школи. Посібник для вчителів./ Гайдучок Г.М., Нижник В.Г. – К.: Рад.шк., 1989. – 175 с.

115. Галатюк Ю.М. Організація дослідницької роботи учнів під час вивчення фізики в старших класах середньої школи: автореф. дис. на здобуття наук.ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)»/ Галатюк Ю.М. – К., 1997. – 24 с.

116. Гальперин П. Я. Введение в психологию [учебн.пособие для студентов вузов, обуч. по гуманитар. спец.] /П.Я.Гальперин, А.И.Подольський – М.: Университет, 1999. – 332 с.

117. Гальцева Р. Фикционализм // Философская энциклопедия. – М., 1970. – Т. 5. – 330 с.

118. Гейтс Билл. Дорога в будущее [Электронный ресурс]/ Билл Гейтс – Режим доступу: http:/litres.ru/pages/biblio_book/?art=129697

119. Гелясин А.Е. Мысленный эксперимент в физике / А.Е.Гелясин // Фізика: проблеми викладання. – 2007. – № 6. – С. 23–28.

120. Гершунский Б. С. Философия образования. – М.: «Флинта», 1998 – 492 с.

121. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: Учебное пособие для студ.вузов/ Гмурман В.Е. – [5-е изд.]. –М.: Высшая школа, 1999. – 400 с.

122. Головіна Н. А. Формування мотивації навчальної діяльності при вивченні фізики / Н. А. Головіна // Формування самостійної пізнавальної діяльності учнів та студентів при вивченні фізико-математичних дисциплін : матеріали всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції (7–12 квіт. 2014 року) /[уклад. Н. А. Головіна.] – Луцьк : Вежа-Друк, 2014. – С. 70–73.

123. Гомулина Н. Н. Применение новых информационных и телекоммуникационных технологий в школьном физическом и астрономичесокм образовании : дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Гомулина Наталия Николаевна. – М., 2006. – 239 с.

124. Гончаренко С. Гуманізація і гуманітаризація освіти / С. Гончаренко, Ю. Мальований // Шлях освіти. – 2001. – № 2. – С. 2–7.

125. Гончаренко С. У. Гуманізація освіти як першооснова розбудови освітньої системи України/ С. У. Гончаренко. //Педагогічна освіта – 1994. – №6.

126. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник/ С. У. Гончаренко. – К.: Либідь, 1997. – 375 с.

127. Грабарь М.И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы. / Грабарь М.И., Краснянская К.А. – М.: Педагогика, 1977. – 136 с.

128. Гризун Л. Е. Дидактичні основи створення сучасного комп'ютерного підручника: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к. пед. наук: спец. 13.00.09 «Теорія навчання»/ Л. Е. Гризун – Х., 2002. – 20 с.

129. Гриншкун В. В. Развитие интегративных подходов к созданию средств информатизации образования: дис… д-ра пед. наук: 13.00.02/ Гриншкун В.В. – М.:МГПУ, 2004. – 514 с.

130. Грудинін Б.О. Домашні експериментальні завдання та спостереження за розвитком творчої активності учнів/ Б.О.Грудинін// Фізика та астрономія в школі. – 2002. – №3. – С. 38-41.

131. Гуревич Р.С. Освітнє середовище для підготовки майбутніх педагогів засобами ІКТ : монографія / Р.С.Гуревич, Г.Б.Гордійчук, Л.Л.Коношевський, О.Л.Коношевський, О.В.Шестопал /[ред.: Р. С. Гуревич] – Вінниця: Рогальська І.О., 2011. – 347 с.

132. Гуржій А. М. Засоби навчання: навчальний посібник /Гуржій А. М., Жук Ю. О., Волинський В. П. – К.: ІЗМН, 1997. – 208 с.

133. Гуржій А.М. Електронні освітні ресурси як основа сучасного навчального середовища загальноосвітніх навчальних закладів/ Гуржій А.М., Лапінський В.В.// Інформаційні технології в освіті – Випуск 15. – Херсон: ХДУ, 2013 – С. 30-37.

134. Гуржій А.М. Інформатика і школа: проблеми, перспективи / Гуржій А.М., Жук Ю.О.// Комп'ютер у школі та сім'ї. – 1998. – № 1. – С.8-10.

135. Гуржій А.М. Концептуальні проблеми створення навчального середовища на базі кабінету фізики середньої школи /Гуржій А.М., Жук Ю.О.: Труди науково-практичної конференції «Стандарти фізичної освіти в Україні: технологічні аспекти управління навчально-пізнавальною діяльністю». – Камянець-Подільський: Камянець-Подільський ДПУ, 1997. – С.71.

136. Гуржій А.М. Фізичний експеримент у загальноосвітньому навчальному закладі (Організація та основи методики): Навчальний посібник/ Гуржій А.М., Величко С.П., Жук Ю.О. – К.: ІЗМН, 1999. – 303 с.

137. Гуржій А.Основні напрямки і перспективи розвитку дидактичних засобів і навчального обладнання з фізики в школі/ Гуржій А., Жук Ю., Шут М., Волинський В., Костюкевич Д. // Фізика та астрономія в школі. – 1996. – №1. – С. 23-24.

138. Давискіба О. В. Особливості організації педагогічної взаємодії в кіберпросторі/ О.В.Давискіба // Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка – Серія: Педагогічні науки – № 20 (255) – Луганськ, 2012 – С. 5-11.

139. Давыден А. А. Экспериментальные задачи как средство повышения уровня и качества знаний учащихся по физике: дисс… кандидата пед.наук: 13.00.02/ А.А.Давыден – К., 1992. – 182 с.

140. Делокаров К. Х. Рационализм и социосинергетика /К. Х. Делокаров // ОНС. – 1997. – № 1 . – С. 117–124.

141. Демонстраційний експеримент з фізики. Навчальний посібник. / [Шут М.І., Биков Ю.В., Кучменко О.М. та ін.] – К.: НПУ імені М.П.Драгоманова, 2003. – 237 с.

142. Державний стандарт повної загальної середньої освіти [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http: //www.mon.gov.ua /ua//activity/education /56/ general-secondaryeducation / state_standards/

143. Дмитренко Г. А. Школа синергетичного ефекту „2+2=5” для підготовки успішних менеджерів [Електроний ресурс] / Г. А. Дмитренко, Т. Л. Ріктор // Теорія та методика управління освітою. – 2010. – № 3. – Режим доступу : http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/ttmuo/2010_3/10dmipsm.pdf

144. Долинер Л. И. Информационные и телекоммуникационные технологии в обучении: психолого-педагогические и методические аспекты: монография / Л.И. Долинер – Екатеринбург, 2003. – 344 с.

145. Дубейко Л. Адаптація десятикласників до навчання (психологічний супровід у профільних класах). /Людмила Дубейко// Психолог. – 2010. – №42. – С. 11-12.

146. Дудина И. М. Методическая система обучения основам логического программирования в профессиональном образовании учителей информатики: автореф. дисс. на соискание уч. степ. канд. пед. наук: спец. 13.00.08 "Теория и методика профессионального образования"/ И. М. Дудина. – Тольятти, 1997. – 24 с.

147. Дьячук П. П.Управление адаптацией обучающихся в проблемных средах и диагностика процессов саморегуляции учебных действий [монография] /Дьячук П. П., Дроздова Л. Н., Дьячук П. П. (мл.), Бортновский С. В., Шадрин И. В. – Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2010. – 384 с.

148. Експеримент на екрані комп'ютера [монографія]/ авт. кол.: Ю.О. Жук, С.П. Величко, О.М. Соколюк, І.В. Соколова, П.К. Соколов /[за редакцією Жука Ю.О.] – К.: Педагогічна думка, 2012. – 179 с.

149. Енциклопедія освіти / АПН України;[гол. ред. В.Г.Кремень.] – К.: Юрінком Інтер, 2008. – 1040 с.

150. Ершов А.П. Опыт применения ЭВМ в школьном учебном процессе /А.П.Ершов // Материалы Всесоюзной конференции «Применение

ЭВМ для обеспечения учебного процесса и управления образованием». – Свердловск, 1985. – С. 11–15.

151. Ефремов В. С. Виртуальное обучение как зеркало новой информационной технологи / Ефремов В. С. // Менеджмент в России и за рубежом. – 1999. – №6. – С. 98-107.

152. Євтодюк А В Синергетичні засади моделювання освітніх систем: дис... канд. філос. наук: 09.00.03/ А.В.Євтодюк/ АПН України; Інститут вищої освіти. – К., 2002. – 198 с.

153. Жалдак М. І. Проблема інформатизації навчального процесу в школі і в вузі / М. І. Жалдак: зб. наук. праць «Сучасна інформаційна технологія в навчальному процесі». – К.: КДПІ ім.М.П.Драгоманова, 1991. – С. 3–16.

154. Жалдак М.І. Комп'ютер на уроках фізики. Посібник для вчителів./ М.І.Жалдак, Ю.К. Набочук, І.Л. Семещук – Рівне: Тетіс, 2004. – 230 с.

155. Желюк О. Педагогічні програмні засоби в навчальному курсі фізики / О.Желюк // Фізика та астрономія в школі. – 2001. – №5. – С. 10.

156. Желюк О.М. Комп’ютерна техніка в навчальному курсі фізики: теорія і практика./ О.М.Желюк – Рівне: РДГУ, 1994. – 108 с.

157. Жугастрова О. В. Дидактичні показники оцінки якості програмних засобів навчального призначення [Електронний ресурс]/ Жугастрова О. В. //Інформаційні технології і засоби навчання. – 2011. – №1 (21). – Режим доступу до журналу: http://www.journal.iitta.gov.ua

158. Жук Ю. О. Засоби навчання як параметр освітнього простору / Ю. О. Жук // Фізика та астрономія в школі. – 2003. –№ 5. – С. 13–18.

159. Жук Ю.О. Навчальне середовище предметів природничого циклу: проблеми системного аналізу / Ю.О. Жук // Зб. наук. праць. Уманського ДПУ; гол. ред. Г. Кузь. – К., 2004. – С. 88-94.

160. Жук Ю. О. Науково-педагогічне супроводження створення сучасного навчального середовища кабінетів-лабораторій природничо-

математичного циклу загальноосвітніх навчальних закладів / Ю. О. Жук // Наукові записки. – Вип. 72. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім.В. Вінниченка, 2007. – Ч. 1. – С. 173–178.

161. Жук Ю.О. Інформаційні технології у вивченні фізики /Ю. О. Жук: Зб. статей: Технології неперервної освіти: проблеми, досвід, перспективи розвитку. – Миколаїв, 2002. – С. 28–31.

162. Заболотний В.Ф. Формування методичної компетентності учителя фізики засобами мультимедіа: [монографія]/ В.Ф.Заболотний. – Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2009. – 456 с.

163. Задорожна О.В. Педагогічні програмні засоби з фізики та їх місце у навчальному процесі/ О.В.Задорожна. – Кіровоград: Вид-во КЛА НАУ, 2014. – 112 с.

164. Зайченко Т.П. Информационная культура как психолого-педагогический фактор развития универсальных учебных действий школьников / Зайченко Т.П. //Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2013. – №155. – С.102-109.

165. Занюк С.С. Психологія мотивації: навч.посібник/ Занюк С.С. – К.: Либідь, 2002. – 304 с.

166. Засєкіна Т.М. Фізика: підручник для 11 класів загальноосв. навч. закл. (академічний рівень, профільний рівень)/Т.М.Засєкіна, Д.О.Засєкін. – Харків.: Сиция, 2011. – 336 с.

167. Засоби і технології єдиного інформаційного освітнього простору: [Зб.наук.праць /За ред.В.Ю.Бикова, Ю.О.Жука] /Інститут засобів навчання АПН України. – К.: Атака, 2004. – 240 с.

168. Засядько І.І. Активізація пізнавальної діяльності студентів вищих навчальних закладів І-ІІ рівнів акредитації у процесі вивчення фізики: дисс… к.пед.наук 13.00.02 / І.І. Засядько – Кіровоград, 2007. – 284 с.

169. Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений./ Захарова И.Г. – М.: “Академия”, 2003. – 192 с.

170. Зеер Э.Ф. Профессионально-образовательное пространство: синергетический подход/ Э.Ф.Зеер // Образование и наука: Изв. Урал. отд.РАО. – 2003. – № 5. – С.79-90.

171. Зинченко В.П. Человек развивающийся./ Зинченко В.П., Моргунов Е.Б. – М.: Тривола, 1994 – 304 с.

172. Зинченко Т. П. Исследование характеристик движений глаз в процессе информационного поиска в связи с проблемой кодирования зрительной информации. [Электронный ресурс]/ Зинченко Т. П., Киреева М. М., Рябинкина Л. И., Бурый Г. В., Остромоухов М. З. — В кн.: Эргономика: Труды ВНИИТЭ. М., 1978, - Вып. 16. – С. 125—150. – Режим доступа: http://psychlib.ru/mgppu/ZOd-1997/ZOd-3131.htm]

173. Золочевська М. В. Формування дослідницької компетентності учнів при вивченні інформатики: методичний посібник / Золочевська Марина Володимирівна. – Харків, 2009. – 92 с.

174. Зорина Л. Я. Отражение идей самоорганизации в содержании образования / Л. Я. Зорина // Педагогика. – 1996. – № 4. – С. 105–109.

175. Зорина Л.Я. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников/ Л.Я.Зорина. – М.: Просвещение, 1978. – 178 с.

176. Зязюн І. Три кити нової філософії освіти: гуманізація, індивідуалізація, інтеграція / І. Зязюн // Директор школы, гимназии. – 2000. – № 1. – С. 74–79.

177. Зязюн І.А. Філософські проблеми гуманізації та гуманітаризації освіти / І.А. Зязюн // Педагогіка толерантності. – 2000. – №3. – С. 58-61.

178. Игнатова В.А. Педагогические аспекты синергетики/ В. А.Игнатова // Педагогика. – 2001. – № 8. – С. 26-31.

179. Извозчиков В.А. Электронно-вычилительная техника на уроках физики в средней школе./ Извозчиков В.А., Ревунов А.Д. – М.: Просвещение, 1988. – 190 с.

180. Ильенков Э.В. Философия и культура./ Э.В.Ильенков – М., 1981. – 241 с.

181. Ильин В.А. Применение мультимедийных технологий в преподавании физики [Електронний ресурс]/ В.А. Ильин, В.В. Кудрявцев // Педагогическое образование и наука. 2007.- № 6.- С. 4-8. - Режим доступу: http://elibrary.ru/item.asp?id=10026165

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

183. Іваницький О. І. Технології навчання фізики: теоретико-методичні засади [навч. посібник] / О. І. Іваницький, С. П. Ткаченко. – Запоріжжя: ЗНУ, 2010. – 254 с.

184. Ігнатенко М.Я. Активізація навчально-пізнавальної діяльності учнів старших класів при вивченні математики./ М.Я.Інатенко – К.: "Тираж", 1997. – 300 с.

185. Іллюшко В.В. Навчальний фізичний експеримент у формуванні творчої активності учнів на уроках фізики: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд.пед.наук: спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)»/В.В.іллюшко – К., 1998. – 22 с.

186. Каган М.С. Системно-синергетический подход к построению современной педагогической теории / М.С.Каган // Синергетическая парадигма. Синергетика образования. – М.: Традиция-прогресс, 2007. – 592 с.

187. Калмыков А. Виртуальный учитель. / А.Калмыков // Школьные технологии. – 2002. – №4. –С. 200–206.

188. Калмыков А.А. Дистанционное обучение. Введение в педагогическую технологию: Учебное пособие / Калмыков А.А., Орчаков О.А., Попов В.В. – М., 2005 – 180 с.

189. Кант И. Критика чистого разума/ И.Кант /[перевод с нем. Н.О. Лосского] – М.: Мысль, 1994 – 591 с.

190. Капица С. П. Синергетика и прогнозы будущего / С.П. Капица, С.П. Курдюмов, Г. Г. Малинецкий. – М.: УРСС, 2001. – 288 с.

191. Каптерев А.И. Информационный анализ профессионального пространства: учеб. пособие. / Каптерев А.И. – М., 1992. – 143 с.

192. Каптерев А.И. Профориентация старшеклассников: современные проблемы теории и практики: [монография]/ Каптерев А.И. – Verlag. – Saarbrucken. Deutscland. 2014. – 188 с.

193. Касперський А.В. Комп'ютерне моделювання радіоелектронних процесів / Касперський А.В., Козеренко С.І., Фризюк О.М.: Мат-ли III Всеукр. наук. конф. ["Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики"], Ч. І. «Удосконалення навчання фізики у вищій школі в умовах степеневої освіти». – К.: НПУ, 1998. – С. 157–160.

194. Касперський А.В. Навчальний експеримент в системі дидактичних засобів з радіоелектроніки / Касперський А.В. // Науково-методичний збірник "Нові технології навчання" – К., 2000. – Випуск 28. – С. 65-74.

195. Касперський А.В. Радіоелектроніка в системі формування фізичних і технічних знань у середніх загальноосвітніх та вищих педагогічних навчальних закладах: автореф. на здобуття наук. ступ. д-ра пед. наук зі спец. 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) /А.В.Касперський – Київ, 2003. – 40 с.

196. Качуровський М.О. Синергетика: нове мислення / М.О. Качуровський, О. А. Наумкіна, В. О. Цикін. – Суми: СумДПУ, 2004. – 128 с.

197. Кирик Т.А. Виртуальная реальность: сущность, критерии, типологія: дисс…канд. філософ. наук: 09.00.08 / Т.А.Кирик. – Омск, 2004. – 165 с.

198. Клепко С. Ф. Методологія пізнання освіти : організувати хаос / С. Ф. Клепко // Практична філософія. – 2003. – № 1. – С. 183-190.

199. Клокар Н. І. Підвищення кваліфікації педагогічних працівників в умовах післядипломної освіти регіону на засадах диференційованого підходу [монографія] / Н. І. Клокар. — К., 2010. — 528 с.

200. Князева Е. Антропный принцип в синергетике / Е.Князева, С.Курдюмов // Вопросы философии – 1997. – № 3. – С. 62-79.

201. Князева Е. Н. Основания синергетики / Е. Н. Князева, С.П. Курдюмов. – СПб. : Алетейя, 2002. – 414 с.

202. Князева Е. Н. Творческий путь Франсиско Варелы: от теории автопоэзиса до новой концепции в когнитивной науке / Е. Н. Князева // Вопросы философии. – 2005. – № 8. – С. 91–104.

203. Князева Е.Н. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. /Князева Е.Н., Курдюмова С.Г. – М.: Наука. – 1994. – 236 с.

204. Князева Е.Н. Синергетике – 30 лет: интервью с професором Г.Хакеном / Е.Н.Князева // Вопросы философии. – 2000 – № 3. – С. 53–61.

205. Ковалевич М. С. Социально-психологические и педагогические проблемы профессионализации личности: синергетический подход [электронный ресурс] / Ковалевич М. С. – Режим доступа: URL: http://sites.google.com/site/konfep/Home/2-sekcia/kovalevic

206. Ковальов С. Г. Універсальний спектральний комплект для навчальних цілей і дидактичні його можливості: навч. посіб. /С.Г.Ковальов./ [наук.ред.: С.П.Величко] – Кіровоград: ПП «Ексклюзив-Систем», 2012. – 104 с.

207. Ковальов С. Г. Методичні поради студентам до лабораторних робіт з вивчення оптичного випромінювання: навч. посібн. [наук. ред.: проф. С. П. Величко] / Сергій Григорович Ковальов. - Кіровоград: Ексклюзив - Систем, 2012. – 76 с.

208. Коджаспирова Г.М. Педагогика: учебник./Коджаспирова Г.М. – М.: Гардарики, 2004. – 528 с.

209. Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання з фізики в школі: посібник / авт. кол.: Ю.О. Жук, О.М. Соколюк, І.В. Соколова, П.К. Соколов / [за заг. ред. Ю.О.Жука] – К.: Педагогічна думка, 2011. – 152 с.

210. Кондратьев И. Технология – виртуальная, результат – реальный [Электронный ресурс] /И.Кондратьев // Computerworld Россия, 1997. – № 35. – Режим доступа: http://www.osp.ru/cw/1997/35/23625/

211. Кононенко С.О. Удосконалення методики і техніки шкільного фізичного експерименту при вивченні коливальних і хвильових процесів: автореф. дисертації на здобуття ст.. канд. пед. наук: спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)»/ С.О.Кононенко – К., 2001. – 18 с.

212. Концепція інформатизації освіти. / [Биков В.Ю., Вовк Я.І., Жалдак М.І. та ін.] // Рідна школа. – 1994. – № 11. – С. 26-29.

213. Корсунська Н. О. Дистанційне навчання: підходи до реалізації /Н. О. Корсунська // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. Зб.наукових праць. – Київ-Вінниця: ДОВ Вінниця, 2000. – 486 с.

214. Коршак Є.В. Фізика: 10 клас: підручник для загальноосв. навч. закладів: рівень стандарту. / Є.В.Коршак, О.І.Ляшенко, В.Ф.Савченко. – К.: Генеза, 2010. – 192 с.

215. Коршак Є.В. Фізика: 11 клас: підручник для загальноосв. навч. закладів: рівень стандарту. / Є.В.Коршак, О.І.Ляшенко, В.Ф.Савченко. – К.: Генеза, 2011. – 256 с.

216. Коршак Є.В., Методика і техніка шкільного фізичного експерименту. Практикум./ Коршак Є.В., Миргородський Б.Ю. – К.: Вища школа, 1981. – 280 с.

217. Костенко Л.Д. Диференційоване вивчення основ квантової фізики у середніх навчальних закладах різного профілю: автореф. дисертації на здобуття ст.. канд. пед.. наук: спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)»/ Л.Д.Костенко – К., 2001. – 20 с.

218. Краснопольський В. Е. Перспективи використання e-learning у викладанні іноземних мов / В.Е.Краснопольський// Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка – Серія: Педагогічні науки – № 22 (209) – Ч. ІІІ – Луганськ, 2010 – С.177-185.

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

220. Кремень В. Синергетична модель розвитку освіти як відповідь на виклики сьогодення./ Василь Кремень// Рідна школа. – 2010. – №6. – С.3-6

221. Кремень В.Г. Синергетика в освіті: контекст людиноцентризму: [монографія] / В.Г.Кремень, В.В.Ільїн; [Національна академія педагогічних наук України]. – К.: Педагогічна думка, 2012. – 368 с.

222. Кречетников К. Г. Проектирование креативной образовательной среды на основе информационных технологий: дис….доктора пед. наук: 13.00.08 / Кречетников Константин Геннадьевич. – Владивосток, 2003. – 407 с.

223. Кривых С. В. Развивающее и развивающееся образование: синергетические аспекты образования / С.В. Кривых. – Новокузнецк : Изд-во ИПК, 2000. – 193 с.

224. Крюгер М. Искусственная реальность: прошлое и будущее [Электронный ресурс] / М.Крюгер. – Режим доступа: http//lib.webmatina.com/getbook.php.

225. Кузанский Н. О видении Бога / Н. Кузанский // Сочинения в 2 т. – Т. 2. Перевод /Н. Кузанский ; [общ. ред. В. В. Соколова, З. А. Тажуризиной.] – М.: Мысль, 1980. – 471 с.

226. Кульневич С.В. Педагогическая самоорганизация: феномен содержания: монография./ С.В.Кульневич – Воронеж, 1997. – 230 с.

227. Куриленко Т. М. Основы учебно-воспитательной работы со студентами младших курсов./ Куриленко Т. М. – Мн.: «Вышэйшая школа», 1978. – 103 с.

228. Кухаренко В. М. Дистанційне навчання. Енциклопедичне видання: Навч.-метод посіб./ Кухаренко В.М. – Київ.: ТОВ Редакція “Комп’ютер”, 2007. – 128 с.

229. Куценко С. С. Использование компьютерных тренажеров при подготовке и проведении работ лабораторного практикума по физике /С. С. Куценко, Е. И. Сивченко// Физика в школе. – 2006. - №7. – С. 43-47.

230. Лапінський В.В. Дидактичні вимоги до комп’ютерно-орієнтованих засобів і систем навчання / В.В. Лапінський // Праці наук. товариства ім.Шевченка. – т.2: Комп’ютерно-орієнтовані технології. – Косів: Регіональний наук.-досл. центр, 2005. – С. 32-36.

231. Лапінський В.В. Електронні засоби навчального призначення – ретроспектива і перспективи. / В.В.Лапінський // Інформатика. – 2011. – №33(808) – С. 3-9.

232. Лапінський В.В. Навчальне середовище нового покоління та його складові /В.В.Лапінський// Науковий часопис НПУ ім..М.П.Драгоманова. – Серія №2. Компютерно – орієнтовані системи навчання: зб. наукових праць. – К.: НПУ ім..М.П.Драгоманова, 2008. – №6 (13). – С. 26-32.

233. Ласло Э. Основания трансдисциплинарной единой теории / Э. Ласло // Вопросы философии. – 1997. – № 3. – С. 79–84.

234. Лебедев Б.К. Гносеологическая природа и методологические функции виртуальной реальности/ Б.К.Лебедев// материалы межвузовской научной конференции [«Философские аспекты виртуальной реальности»]. – Казань, 2000. – С. 21-24.

235. Левківський М. В. Проблеми освіти у понятійній площині синергетики / М.В.Левківський, О.В.Вознюк // Вісник Житомирського педагогічного університету. – 2003. – Вип. 11. – С. 51-55.

236. Лекторський, В. А. Субъект, объект, познание / В. А Лекторский. – М.: Наука, 1980. – 196 с.

237. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность./ Леонтьев А.Н. – М., 1975. – 304 с.

238. Леонтьев А.Н. Проблемы развития психики. / Леонтьев А.Н. . – М., 1981. – 582 с.

239. Леонтьев А.Н. Психология человека и технический прогресс /Леонтьев А.Н., Панов Д.Ю.// Материалы к совещанию по философским вопросам физиологии высшей нервной деятельности и психологии. – М.: Из-во АН СССР, 1962. – С. 393-424.

240. Лещинський О.П. Розвиток змісту шкільного курсу фізики у Великій Британії, Німеччині та США (XIX – XX ст.): дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02./ О.П.Лещинський – Черкаси, 2004. – 435 с.

241. Лоскутов А. Ю., Михайлов А. С. Введение в синергетику. - М.: "Наука", 1990. – 272 с.

242. Лутай В. Розробка сучасної філософії освіти на засадах синергетики / В. Лутай // Вища освіта України: Теоретичний та науково-методичний часопис. – 2009. - № 1. – С. 33-36.

243. Лутай В. С. Філософія сучасної освіти / В. С. Лутай. – К. : Центр «Магістр–S», 1996. – 256 с.

244. Лутовинова О.В. Віртуальний дискурс: до визначення поняття [Електронний ресурс] / О.В.Лутовинова – Режим доступу: http://www.lingvomaster.ru/files/178.pdf

245. Ляшенко О. І. Взаємозв'язок теоретичного та емпіричного у навчанні фізики : дис... д-ра пед. наук: 13.00.04 ; 13.00.02 / О.І.Ляшенко – Академія педагогічних наук України. — К., 1996. – 442 с.

246. Ляшенко О.І. Моделювання та дослідження електронних пристроїв: навчальний посібник / Олександр Іванович Ляшенко, Олександр Семенович Мартинюк . – Луцьк: Вид-во Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки, 2013. – 216 с.

247. Ляшенко О.І. Формування вмінь планувати фізичний експеримент// Методика викладання математики і фізики: Республ.наук.-метод.збірник/ Ляшенко О.І. – К., 1988. – Вип.5. – С.105-108.

248. Ляшенко О.І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи/ Ляшенко О.І. – К.: Генеза, 1996. – 128 с.

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

250. Майер Р.В. Проблема формирования системы эмпирических знаний по физике: автореф. дисс. на соискание уч. степ. доктора. пед. наук: спец. 13.00.02 "Теория и методика обучения физике"/ Р.В.Майер. – Санкт-Петербург, 1999. – 42 с.

251. Макарова Л. Н. Преподаватель высшей школы: индивидуальность, стиль, деятельность [монографія]: [В 2 ч] / Л.Н. Макарова.Ч.1 – М: МГЛУ, ТГУ им Г.Р. Державина. – 2000. – 142 с., Ч.2. – М., Тамбов: Изд-во ТГУ, 2000. – 133 с.

252. Мандельштам Л.И. Лекции по оптике, теории относительности и квантовой механике./ Л.И.мандельштам – М., 1972. – 440 с.

253. Мартинюк О. С. Теоретико-методичні засади виконання комп’ютерно-орієнтованого фізичного експерименту в процесі навчання майбутніх учителів фізики: дис…док. пед. наук: 13.00.02. / Мартинюк О. С. – Київ, 2015. – 427 с.

254. Матвійчук О.В. Реалізація міжпредметних зв’язків фізики та інформатики на основі вивчення комп’ютерного моделювання фізичних процесів./ Матвійчук О.В., Сергієнко В.П., Подласов С.О. //Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія: педагогічна. – Вип.14. / [ред.кол.: Атаманчук П.С. (голов. ред.) та ін.]. – Кам’янець – Подільський: Кам’янець – Подільський нац. ун-т ім.Івана Огієнка, 2008. – С. 24-26.

255. Маткин В.В. Теория и практика развития интереса к профессионально-творческой деятельности у будущих учителей: ценностно-

синергетический подход: дисс... д-ра пед. наук: 13.00.01/ В.В.Маткин – Екатеринбург, 2002. – 255 с.

256. Мах Э. Механика. Историко-критический очерк ее развития./ Эрнст Мах — Ижевск: Ижевская республиканская типография. 2000. – 456 с.

257. Мацюк В. М. Розвиток теорії і практики навчання фізики у середній загальноосвітній школі України (1945–1995 рр.) : дис. ... канд.пед. наук: 13.00.02 / Мацюк Віктор Михайлович. – К., 1996. – 222 с.

258. Машбиц Е.И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения/ Машбиц Е.И. – М.: Педагогика, 1988. – 191 с.

259. Методика і техніка навчального фізичного експерименту в старшій школі: підручник для студ. вищих навч. закл. / П. С.Атаманчук, О. І. Ляшенко, В. В. Мендерецький, О. М. Ніколаєв. – Кам`янець-Подільський: К-ПНУ ім. І. Огієнка, 2011.– 420 с.

260. Микешина Л.А. Новые образы познания и реальности./ Микешина Л.А., Опенков М.Ю. – М.: РОССПЭН, 1997. – 240 с.

261. Мініч Л.В. Особливості формування мотивації учнів основної школи / Л.В. Мініч, Л.Ю. Благодаренко// Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2010. – Вип. 16: Формування професійних компетентностей майбутніх учителів фізико-технічного профілю в умовах євроінтеграції. – С. 37-39.

262. Модернізація освіти в Україні. Аналітичний огляд результатів всеукраїнського опитування керівників загальноосвітніх навчальних закладів у 2004 р. – К.:"К.І.С.", 2004. – 32с.

263. Мозолин В. П. Теоретические основы создания учебной информационной среды телекоммуникационного обучения: дис… д-ра пед. наук: 13.00.01/ Мозолин Валерий Павлович. – М., 2000. – 282 с.

264. Монахов В.М. Что такое информационная технология обучения /В.М.Монахов // Математика в школе. – 1990. – № 2. – С. 47–54.

265. Мысленный эксперимент [електронний ресурс] – Режим доступу : http://ru.wikipedia.org/wiki /

266. Навчальні програми для учнів 10-11 класів шкіл з українською мовою навчання. Фізика. Рівень стандарту. Академічний рівень. Профільний рівень. [Електронний ресурс] / Міністерство освіти та науки України – Режим доступу: http://osvita.ua/school/program/30993/

267. Назаретян А. П. Синергетика в гуманитарном знании / А.П. Назаретян // ОНС. – 1997. – № 2. – С. 91–98.

268. Назаретян А. П. Универсальная (Большая) история – учебный курс и поле междисциплинарного сотрудничества / А.П. Назаретян // Вопросы философии. – 2004. – № 4. – С. 70–80.

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

270. Наука кібернетика та її застосування в економіці, медицині та техніці [електронний ресурс] – Режим доступу: http://cybernetics.kiev.ua/content/komp'yuterne-imitatsiine-ta-statistichne-imitatsiine-modelyuvannya.

271. Наумчик В.Н. Наглядность в демонстрационном эксперименте по физике: Эргономический подход/ В.Н.Наумчик, А.М.Саржевский. – Минск: БГУ, 1983. – 96 с.

272. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки. 9 грудня 2011 р. [Електронний ресурс] /Міністерство освіти та науки України. – Режим доступу: http://www.mon.gov.ua/images/files/news /12/05/4455.pdf

273. Нещадим М. І. Військова освіта України: історія, теорія, методологія, практика : [монографія] / М.І.Нещадим. – К. : Вид.-полігр. центр "Київський університет", 2003. – 852 с.

274. Никитина Э.К. Управление качеством воспитания в системе подготовки современного специалиста/ Э.К.Никитина //Ученые записки Московского гуманитарного педагогического института. Т. 4. – М.: МГПИ, 2006. – 484 с. С. 200-211.

275. Николаев И.А. Виртуальность как естественнонаучный, технический и культурный феномен: дисс…канд. філософ. наук: 09.00.08 / И.А.Николаев. – Саратов., 2004. – 149 с.

276. Николис Г. Познание сложного. / Николис Г., Пригожин И. – М.:Мир, 1990. – 358 с.

277. Новейший философский словарь / [Сост. А. А. Грицанов.] – Мн.: Изд. В. М. Скакун, 1998. – 896 с.

278. Новикова Л.И. "Воспитательное пространство" как открытая система [Текст] : (Педагогика и синергетика) / Л.И.Новикова, М.В. Соколовский // Общественные науки и современность. – 1998. – №1. – С. 132-143.

279. Носов Н. А. Фома Аквинский и категория виртуальности / Н.А.Носов // Виртуальная реальность: Философские и психологические проблемы. – М., 1997. – С. 68-85.

280. Носов Н. Виртуальная психология. /Н.Носов – Москва.: «Аграф», 2000.– 432 с.

281. Носов Н. А. Виртуальные состояния в деятельности человека-оператора / Носов Н. А., Генисаретский О.И.// Труды ГосНИИ-ГА. «Авиационная эргономика и подготовка летного состава». – Вып. 253. – М., 1986. – С. 147-155.

282. Носов Н. А. Виртуальный человек: очерки по виртуальной психологии детства./ Н.А.Носов – М.: Изд-во "Магистр", 1997. – 192 с.

283. Нуррулин Р.А. Виртуальность как основание бытия [монография]/ Р.А.Нуррулин. – Казань: КГУ, 2004. – 336 с.

284. Олексюк О.М. Синергетичний підхід до формування творчої особистості фахівця-музиканта // Творча особистість вчителя : проблеми

теорії і практики. Збірник наук. праць / Ред. кол. : Н.В. Гузій (відп. ред.) та ін. – К. : УДПУ, 1997. - С. 75-77.

285. Організація навчальної діяльності у комп'ютерно орієнтованому навчальному середовищі [посібник] /ав.: Жук Ю.О., Соколюк О.М., Дементієвська Н.П., Пінчук О.П. /[За редакцією: Жука Ю.О.] – К.: Педагогічна думка, 2012. – 128 с.

286. Основи нових інформаційних технологій навчання: посіб. для вчителів /[Ю. І. Машбиць, О. О. Гокунь, М. І. Жалдак, Н. В. Морзе та ін.] – К., 1997. – 260 с.

287. Павленко А. І. Інноваційні технології навчального фізичного експерименту: геометрична оптика./А. І.Павленко. – Запоріжжя: Прем'єр, 2004. – 120 с.

288. Павленко А. І. Про гуманізацію і гуманітаризацію фізичної освіти / А.І. Павленко // Шлях освіти. – 2008. - № 4. – С. 10 – 12.

289. Павлюк Р. О. Формування умінь майбутніх учителів іноземних мов до творення віртуальної педагогічної взаємодії : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.04 "Теорія і методика професійної освіти" / Р. О. Павлюк. — Вінниця, 2009. – 20 с.

290. Петриця А.Н. Співвідношення віртуального та реального у навчальному експерименті у процесі вивчення фізики в основній школі: дис..канд.пед.наук: 13.00.02/ Петриця Андрій Назарович. – Кіровоград, 2010. – 271 с.

291. Пидкасистий П.И. Самостоятельная познавательная деятельность школьников в обучении/ Пидкасистий П.И. – М.: Педагогика, 1980. – 240 с.

292. Пилипчук А. Ю. Створення засобів інформаційно-комунікаційних технологій єдиного інформаційного простору системи освіти: проблеми і можливі шляхи їх вирішення [Електронний ресурс]./ А. Ю. Пилипчук. – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/ITZN/em7/content/ 08paydto.htm.

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

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

295. Подмазін С.І. Особистісно-орієнтована освіта (соціально-філософський аналіз): автореф. дис.. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук: спец. 09.00.03 «Соціальна філософія та філософія історії» / Подмазін С.І. – Дніпропетровськ, 2006 – 36 с.

296. Полат Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования /Учебное пособие для студентов педагогических вузов и системы повышения квалификации педагогических кадров / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева, А. Е. Петров. — М.: Издательский центр «Академия», 1999. – 224 с.

297. Пономарьов О. С. Філософія освіти, синергетика і нова освітня парадигма [Електроний ресурс] / О. С. Пономарьов // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2008. – № 9. – Режим доступу : http://www.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/ppmb/texts/2008-09/08pasnep.pdf

298. Пригожин И. Время. Хаос. Квант./ Пригожин И., Стенгерс И. – М.: Прогресс, 1994. – 266 с.

299. Пригожин И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.

300. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти : Постанова від 23.11.2011 № 1392, Київ / Кабінет Міністрів України // Офіційний вісник України. – 17.02.2012. – № 11. – С. 51.

301. Про затвердження Концепції профільного навчання у старшій школі: Наказ Міністерства № 1456 від 21.10.2013 [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України – Режим доступу: http://osvita.ua/legislation/Ser_osv/37784/

302. Про затвердження нової редакції Концепції профільного навчання у старшій школі: Наказ від 11 вересня 2009 року № 854, Київ [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – Режим доступу: http://www.mon.gov.ua/ images/ newstmp/2009_1/11_09_1/ nakaz_mon_854.doc

303. Програми для середніх загальноосвітніх шкіл: Фізика. Астрономія: 7-11 класи. – К. : Перун, 2006. – 68 с.

304. Психологический словарь/ [под. ред..В.И.Войтко] – К.: Вища школа, 1982. – 215 с.

305. Пугачева Е. Г. Синергетический подход к системе высшего образования / Е.Г. Пугачева // Высшее образование в России. – 1998. – № 2. – С. 41-45.

306. Рамський Ю.С. Дистанційна підтримка наскрізного навчання комп'ютерному моделюванню майбутніх учителів фізики / Ю.С.Рамський, С.А.Хазіна // Наук. зап. Тернопольського національного педагогічного університету ім.В.Гнатюка. – Серія: Педагогіка. – 2011. – Вип. 1. – С. 3-9.

307. Репкин Д. Виртуальная реальность [Електронний ресурс] / Д.Репкин. – Режим доступу: http://www.virtual.ru/virtual_reality.html.

308. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании: перспективы использования/ И.В. Роберт. – М.:ИИО РАО, 2010. – 140 с.

309. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. / Рубинштейн С.Л. – СПб.: ПитерКом, 1999. – 720 с.

310. Рубинштейн С. Л. О мышлении и путях его исследования /С.Л.Рубинштейн. – М., 1968. – С. 133.

311. Руда Н.Л. Особливості мотиваційної сфери старшокласників з різним рівнем навчальних досягнень: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня

канд. пед. наук: спец. 19.00.07 «Педагогічна та вікова психологія»/ Н.Л.Руда. – Київ, 2006. – 24 с.

312. Рындак В.Г. Синергетический подход к образованию. Теоретико-методологический аспект / В.Г. Рындак // Педагогическая мысль и образование XXI века: Россия-Германия. – Оренбург, 2000. – С. 40-51.

313. Сабадаж Ж. Профільна освіта старшокласників / Ж.Сабадаж // Завуч. – 2005. – №17-18. – С. 42-46.

314. Савчук Л.М. Розвиток пізнавальної активності студентів в умовах комп'ютерного забезпечення навчального процесу/ Л.М.Савчук, О.В.Сергєєв // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім.В.Винниченка, 2003. – Вип.51. – Ч.2. – С. 169-175.

315. Садыков М.Б. Проблема виртуальности в философии истории/ М.Б.Садыков// материалы межвузовской научной конференции [«Философские аспекты виртуальной реальности»]. – Казань, 2000. – С.40-42.

316. Сальник І.В. Активізація пізнавально-пошукової діяльності учнів з фізики в віртуально-орієнтованому навчальному середовищі/ І.В.Сальник//Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – Budapest, II (8), Issue:16, 2014 – p. 127-130.

317. Сальник І.В. Вдосконалення фізичного експерименту з механіки засобами інформаційних технологій. / І.В.Сальник, С.А.Остапчук//Наукові записки. – Випуск 55. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2004. – С. 232-236.

318. Сальник І.В. Використання загальних фізичних принципів як чинник підвищення науковості шкільного курсу фізики / І.В.Сальник//Наукові записки. – Випуск 72. – Ч.2 – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2007. – С. 96-102.

319. Сальник І.В. Використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні фізики студентів нефізичних спеціальностей педагогічних ВНЗ/ І.В.Сальник//Інформаційні технології в освіті. – 2013 – №15. – С. 204-209.

320. Сальник І.В. Використання принципу збереження у навчанні фізики як засіб посилення логічної структури шкільного курсу./ І.В.Сальник, Е.П.Сірик//Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. – Вип. 46. – Т.1. – Серія: Педагогічні науки.: Чернігів, 2007. – С. 33-36.

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

322. Сальник І.В. Віртуальність як принцип та технологія навчання /І.В.Сальник, Е.П. Сірик //Збірник наук. праць Камянець-Подільського нац. ун-ту: Серія: педагогічна. – 2008. – Вип. 14 – С.158-160.

323. Сальник І.В. Гносеологічні основи комплексного використання віртуального та реального фізичного експерименту в старшій школі/ І.В.Сальник// Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія: педагогічна. – Вип.21. / [ред.кол.: Атаманчук П.С. (голов. ред.) та ін.]. – Кам’янець – Подільський: Кам’янець – Подільський нац. ун-т ім..Івана Огієнка, 2015. – С. 49-52.

324. Сальник І.В. Графічний метод як засіб реалізації міжпредметних зв’язків дисциплін природничо-математичного циклу. / І.В.Сальник//Наукові записки. – Випуск 42. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2002. – С. 51-53.

325. Сальник І.В. Деякі проблеми використання комп’ютерного моделювання у навчанні фізики/ І.В.Сальник //Наукові записки – Випуск 90. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2010. – С. 237-241.

326. Сальник І.В. Експеримент як засіб адаптації учнів до профільного навчання фізики / Сальник І.В., Величко С.П., Сірик Е.П.//Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – Budapest, II (13), Issue:26, 2014 – p. 58-61.

327. Сальник І.В. Ергономічні чинники розвитку системи фізичного експерименту старшої школи у віртуально орієнтованому навчальному середовищі./ І.В.Сальник //Науковий часопис національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно орієнтовані системи навчання. – Випуск 16 (23): збірник наукових праць / редрада. – К.: Вид-во НПУ імені М.П.Драгоманова, 2014. – С. 57-59.

328. Сальник І.В. Засадничі положення запровадження реального та віртуального у навчальному фізичному експерименті старшої школи /І.В.Сальник// Науковий часопис національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова. Серія № 3. Фізика і математика у вищій і середній школі. – Випуск 15: збірник наукових праць – К.: Вид-во НПУ імені М.П.Драгоманова, 2015. – С. 97-105.

329. Сальник І.В. Комп'ютерне моделювання фізичних об'єктів як засіб візуалізації віртуальної реальності / І.В.Сальник//Наукові записки. – Випуск 77. – Ч.2 – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2008. – С. 98-104.

330. Сальник І.В. Методична система підготовки з фізики студентів нефізичних спеціальностей /І.В.Сальник//Педагогічні науки. – Збірник наукових праць Херсонського державного університету. – Вип 61. – 2012. – С. 313-319.

331. Сальник І.В. Методичні аспекти запровадження графічного методу у шкільному курсі фізики. / І.В.Сальник, Ю.В.Левагіна //Наукові записки. – Випуск 46. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2002. – С. 176-178.

332. Сальник І.В. Методичні особливості розробки педагогічних програмних засобів навчання фізики/ І.В.Сальник, Е.П.Сірик// Збірник наукових праць. – Спеціал. випуск. – Київ: Міленіум. – 2005. – С. 234-240.

333. Сальник І.В. Методичні підходи до використання віртуального та реального в системі навчального фізичного експерименту/ І.В.Сальник

//Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія: Педагогічні науки. – 2015 – №20 (353) – С. 32-41.

334. Сальник І.В. Модель сучасної системи навчального фізичного експерименту старшої школи / І.В.Сальник, Е.П.Сірик // Наукові записки. - Вип 7.- Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Ч.2 –Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2015. – С. 218-227.

335. Сальник І.В. Навчально-методичний комплекс експериментального вивчення хвильової оптики в старшій школі / І.В.Сальник // Інженерні та освітні технології – Кременчук: КрНУ, 2015 - № 3 (11) – С. 202-204.

336. Сальник І.В. Організація та результати експериментальної перевірки нової моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи/ І.В.Сальник // Наукові записки. – Вип 8. – Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Ч.3 –Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2015. – С. 136-145.

337. Сальник І.В. Проблеми використання електронних засобів навчального призначення в системі шкільного фізичного експерименту / І.В.Сальник// Психолого-педагогічні проблеми сільської школи: збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини / [ред.кол.: Побірченко Н.С. (гол.ред.) та інші]. – Умань: ФОП Жовтий О.О., 2014. – Випуск 48 – С. 138-143.

338. Сальник І.В. Проблеми інформатизації процесу навчання фізики/ І.В.Сальник, Е.П.Сірик// Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Зб наук праць. Вип. VIII в 3-х томах. – Кривий Ріг: Вид відділ НМетАУ, 2010. – Т2: Теорія та методика навчання фізики – С. 322-328.

339. Сальник І.В. Проблеми запровадження комплектів навчального обладнання в шкільному експерименті/ І.В.Сальник//Наукові записки. – Випуск 4. – Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Ч.1 – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2013. – С. 221-225.

340. Сальник І.В. Проблеми кількісної оцінки педагогічних явищ/ І.В.Сальник //Наукові записки – Випуск 108. – Ч.1 – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2012. – С. 108-113.

341. Сальник І.В. Проблеми створення та використання сучасного інформаційного середовища в навчально-виховному процесі /І.В.Сальник//Наукові записки – Випуск 82. – Ч.1 – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім.В.Винниченка, 2009. – С.91-96.

342. Сальник І.В. Психолого-педагогічні основи віртуалізації процесу навчання фізики в старшій школі/ І.В.Сальник//Педагогічний процес: теорія і практика: збірник наук. праць – Вип.1. – К.: ТОВ «Видавниче підприємство «ЕДЕЛЬВЕЙС»», 2014 – С. 92-99.

343. Сальник И.В. Развитие системы учебного физического эксперимента на основе синергетического похода/ И.В.Сальник// «Физическое образование: проблемы и перспективы развития»: XIII Международная научно-методическая конференция: матер. конфер.– М.: МПГУ, 2014. – С. 75-78.

344. Сальник І.В. Реалізація адаптаційної функції навчального експерименту у процесі профільного навчання фізики/ І.В.Сальник // Наукові записки. – Вип 6. – Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Ч.2 –Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2014. – С. 96-102.

345. Сальник І.В. Реалізація синергетичних принципів у контексті функціонування системи шкільного фізичного експерименту/ І.В.Сальник //Наукові записки. – Вип 5. – Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Ч.1 – Кіровоград: РВВ КДПУ ім.В.Винниченка, 2014. – С.146-151.

346. Сальник І.В. Розв’язування фізичних задач за допомогою прикладних математичних пакетів та програм/ І.В.Сальник //Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. – Вип.99. – серія: Педагогічні науки/ [гол.ред. Носко М.О]. – Чернігів: ЧНПУ, 2012 – С. 284-288.

347. Сальник І.В. Синергетична модель процесу навчання фізики в старшій школі/ І.В.Сальник, Е.П.Сірик// Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Вип.127. Серія: Педагогічні науки / Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г.Шевченка/ [гол.ред. Носко М.О.] – Чернігів: ЧНПУ, 2015 – С. 192-195.

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

349. Сальник І.В. Сучасні підходи до визначення віртуального навчального середовища в дидактиці фізики [Електронний ресурс]/ І.В.Сальник //Інформаційні технології і засоби навчання, 2014. – Том 41 – №3 – Режим доступу: journal.iitta.gov.ua//index.php/itet/article/view/1026. С.108-116

350. Сальник І.В. Сучасні підходи до організації лабораторного фізичного експерименту в старшій школі /Сальник І.В., Сірик Е.П.: Сборник научных трудов SWorld. – Выпуск 2. Том 10 / [под ред. С.В.Куприенко, А.Д.Маркова.] – Иваново: МАРКОВА АД, 2014. – С. 83-89.

351. Сальник І.В. Цифрові інформаційні комплекти як основа віртуального середовища з фізики/ І.В.Сальник// Стратегія якості в промисловості та освіті: Міжнародна конференція (м.Варна, 1-5 червня 2015 р.): у 2-х томах. Том ІІ.: збірник матеріалів – Днепропетровск - Варна, 2015. – С.476-481.

352. Самарский А.А. Компьютеры и жизнь. (математическое моделирование)./А.А.Самарский, А.П.Михайлов. – М.: Просвещение, 1987. – 128 с.

353. Самчинський Я.Б. Просування й розповсюдження програмного забезпечення на ринку України / Самчинський Я.Б., Вінник М.О. // Інформаційні технології в освіті: збірник наукових праць. – Вип.15. – Херсон: ХДУ, 2013 – С. 210-220.

354. Свистков Л.П. Функции эксперимента в научном и учебном познании/ Л.П.Свистков// Физика в школе. – 2006. - №1. – С. 10-13.

355. Седов Л.И. Размышления о науке и об ученых./ Седов Л.И. – М.: Наука, 1980 – 440 с.

356. Сергеев А.В. Наблюдения учащихся при изучении физики на второй ступени обучения/ Александр Васильевич Сергеев – К.: Радянська школа, 1988. – 176 с.

357. Сергієнко В.П. Застосування особистісно орієнтованого навчання для підвищення мовної грамотності учнів. /В.П.Сергієнко// Таврійський вісник освіти – Випуск 2. – Херсон: Херсонська академія неперервної освіти, комунальний вищий навчальний заклад, 2014. – С.194–200.

358. Сизов А.А. Информационные технологии при построении учебного процесса в высшей школе/ А.А.Сизов// Фундаментальные исследования – Выпуск № 11 – 9/2014 – С. 2070-2073.

359. Синергетическая парадигма. Человек и общество в условиях нестабильности./ [сост. В.И.Аршинов, О.Н.Астафьева] – М.: Прогресс-Традиция, 2003. – 583 с.

360. Сиротюк В.Д. Фізика: підр. для 10 класів загальноосвіт. навч. закладів: (рівень стандарту)/В.Д.Сиротюк, В.І.Баштовий. – К.: Освіта, 2010 – 303 с.

361. Сиротюк В.Д. Фізика: підр. Для 11 класів загальноосвіт. навч. закладів: (рівень стандарту)/В.Д.Сиротюк, В.І.Баштовий. – Харків.: Сиция, 2011 – 304 с.

362. Сільвейстр А.М. Активізація пізнавальної діяльності учнів на уроках вивчення нового навчального матеріалу з електродинаміки з застосуванням комп’ютера: дис.. канд. пед. наук: 13.00.02/ Сільвейстр Анатолій Миколайович. – Вінниця, 2000. – 230 с.

363. Сірик Е.П. Дидактичні основи розробки та використання сучасних джерел випромінювання у шкільному фізичному експеримент: дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Е.П.Сірик – К., 2006. – 247 с.

364. Скиба М. А. Информационно-педагогическая среда обучения: структура и функции [Электронный ресурс] / Скиба М. А., Ошакбаева Г. О. // – Профессионал Казахстана. – 2010. – № 5. – Режим доступа: http://www.nao.kz/research/publication_detail.php?ID=2792.

365. Сластёнин В. А. Педагогика / В.А. Сластёнин, И.Ф. Исаев, Е.Н. Шиянов. – М.: Академия, 2003. – 576 с.

366. Словарь иностранных слов./ [15-е изд., испр.] – М.: Рус. яз., 1988. – 608 с.

367. Словник навчально-педагогічних понять і термінів: методич.посібник/ [Л.П.Вовк, Г.Д.Панченко, О.С.Падалка та ін..]. – К.: Вид-во НПУ імені М.П.Драгоманова, 2001. – 83 с.

368. Словник-довідник педагогічних і психологічних термінів/ [Глазиріна В.М., Десятов Т.М., Кузьмінський А.І., Прокопенко Л.І.]. – Черкаси: ЧНУ, 2002. – 112 с.

369. Словник української мови: в 11 томах [електронне видання]/ АН УРСР. Інститут мовознавства; за ред. І. К. Білодіда. — К.: Наукова думка, 1970—1980. — Т. 4. — С. 251.: Режим доступу:http://sum.in.ua

370. Смульсон М. Л. Інтелектуальний саморозвиток у віртуальному освітньому середовищі: зміна парадигми / М. Л. Смульсон // Актуальні проблеми психології: Психологічна теорія і технологія навчання. – К.: Вид-во НПУ імені М.П.Драгоманова, 2009. – Т.8, вип. 6. – С. 250–259.

371. Смульсон М.Л. Психологічні особливості віртуального освітнього середовища/ М. Л. Смульсон // Актуальні проблеми психології: Психологічна теорія і технологія навчання./ред.. С.Д.Максименко, М.Л.Смульсон – К. : Вид-во НПУ імені М.П.Драгоманова, 2008. – Т.8, вип. 5. – 130 с.

372. Советский энциклопедический словарь / [гл. ред. А.М.Прохоров.] – 2-е изд. – М.: Сов. Энциклопедия, 1982. – 1600 с.

373. Соменко Д.В. Використання апаратно-обчислювальної платформи Arduino в навчальному процесі з фізики/ Посібник для студ. фіз.-мат. фак-тів

пед. університетів. Наук. ред.: проф. С.П. Величко / Дмитро Вікторович Соменко. − Кіровоград: ПП ЦОП «Авангард», 2013. – 88 с.

374. Сороко Н.В. Проблема створення моделі комп'ютерно орієнтованого середовища розвитку ІК – компетентності вчителів (міжнародний досвід) [електронний ресурс] / Сороко Н.В.// Інформаційні технології і засоби навчання, 2013, Том 37 – №5. – С. 29-42 – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ITZN_2013_37_5_6.pdf

375. Сосницька Н.Л. Розвиток шкільного фізичного експерименту в Україні другої половини XX століття. / Н.Л. Сосницька // Теорія та практика навчання фізико-математичних та технологічних дисциплін: збірник. – Бердянськ : БДПУ, 2011. – № 1. – С. 162-172.

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

377. Сосницька Н.Л. Фізика як навчальний предмет у середній загальноосвітній школі України: історико-методологічні і дидактичні аспекти [монографія] / Н. Л. Сосницька. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2005. – 399 с.

378. Социально-психологическая профессиональная адаптація. Практикум по психологи менеджмента и профессиональной деятельности/ под. ред. Р.С.Никифорова, М.А. Дмитриевой, В.М.Снеткова. – СПб.: Речь, 2003 – 448 с.

379. Співаковський О.В. Інформаційно-аналітичні системи в сфері освіти і сучасних інформаційних технологій / О. В. Співаковський // Вісник Херсонського національного технічного університету. – 2005. – № 2. – С.298-307.

380. Співаковський О.В. Теоретико-методичні основи навчання вищої математики майбутніх вчителів математики з використанням інформаційних

технологій : автореф. дис... д-ра пед. наук: 13.00.02 / О.В.Співаковський; Нац. пед. ун-т ім. М.П.Драгоманова. – К., 2004. – 42 с.

381. Степин В.С. Саморазвивающиеся системы и перспективы техногенной цивилизации /В.С.Степин // Синергетическая парадигма. Многообразие поисков и подходов. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – С.12–27.

382. Сумина Г.А. Преемственность компьютерного обучения в открытой модели образования: На основе синергетического подхода: дис... канд. пед. наук: 13.00.01/ Г.А.Сумина – Саратов, 2001. – 178 с.

383. Сумський В.І. ЕОМ при вивченні фізики: навчальний посібник / В.І.Сумський /[за ред. М.І.Шута], – К.: ІЗМН, 1997. – 184 с.

384. Сурчалова Л.В. Междисциплинарные задачи как средство повышения качества обучения лицеистов: На примере изучения информатики и синергетики: дис... канд. пед. наук: 13.00.04/ Л.В.Сурчалова – Саратов, 2001. – 190 с.

385. Талагаев Ю.В. Системно-синергетический подход к изучению физико-математических дисциплин в общеобразовательной школе: дис... канд. пед. наук. – 13.00.09 / Талагаев Юрий Викторович. – Саратов, 2000. – 171 с.

386. Таланчук Н.М. Системно-синергетическая концепция педагогики в учебно-воспитательном процессе: Пособие для рук. органов нар. образования, учеб, заведений и педагогов-новаторов./ Н.М.Таланчук – Казань: ИССО РАО, 1993. – 91 с.

387. Талызина Н.Ф. Педагогическая психология/ Талызина Н.Ф. – М.: Академия, 1999. – 288 с.

388. Телекомунікаційні технології у навчальному процесі: методичні рекомендації [Електронний ресурс] / [М. Л. Смульсон, Н. М. Бугайова, В. В. Депутат, О. Ю. Комісарова, Ю. І. Машбиць, В. Й. Цап]; за ред. М. Л. Смульсон. – К., 2009. – Режим доступу: http://www.psy-science.com.ua/Recommendation/

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

390. Тимофеева Л.П. Философское понимание виртуальной культуры/ Л.П.Тимофеева// материалы межвузовской научной конференции [«Философские аспекты виртуальной реальности»]. – Казань, 2000. – С.12-15.

391. Третьяков П.И. Технология модульного обучения в школе: практико-ориентированная монография / П.И. Третьяков, И.Б. Сенновский. / [под ред. П.И. Третьякова] – М.: Новая школа, 1997. – 352 с.

392. Турчин П.В. Историческая динамика: На пути к теоретической истории./П.В.Турчин – М.: Издательство ЛКИ, 2010, 2-е изд. – 368 с.

393. Усова А.В. Психолого-дидактические основы формирования физических понятий Учебное пособие по спецкурсу/Усова А.В. – Челябинск, 1988. — 86 с.

394. Федішова Н.В. Використання автоматичних пристроїв і функціональних вузлів ЕОТ у системі шкільного фізичного експерименту: автореф.дис.на здобуття наук. ступеня канд. пед.. наук: спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)»/ Н.В.Федішова – К., 1999. – 18 с.

395. Федорова М.А. Педагогическая синергетика как основа моделирования и реализации деятельности преподавателя высшей школы: дис. … канд. пед. наук: 13.00.08./ М.А.Федорова – Ставрополь, 2004. – 170 с.

396. Федул М.В. Синергетична концепція естетичного виховання / М.В.Федул, О.В.Вознюк // Синергетика : процеси самоорганізації технічних, технологічних та соціальних систем : Матеріали Першої Всеукраїнської наукової конференції / [Ред. І.Г.Грабар] – Житомир, 2003. – С. 58-59.

397. Философия, культура, образование (Материалы «круглого стола») // Вопросы философии. – 1999. – № 3. – С. 3–54.

398. Фізика з використанням обчислювальної техніки: Практичний курс./ [Казанський В.М. та ін.] – К.: Либідь, 1993. – 224 с.

399. Фізика: підручник для 10 класів загальноосв. навч. закл. (профільний рівень)/ авт. Т.М.Засєкіна, М.В.Головко. – К.:Педагогічна думка, 2010. – 304 с.

400. Фома Аквинский. Сумма теологии. Ч. I-II /Фома Аквинский. – Киев: Ника-Центр ; Эльга ; СПб.: Алетейя, 2007. – 835 с.

401. Хайруллин К.Х. О виртуальных стоках жизни / К.Х.Хайруллин// материалы межвузовской научной конференции [«Философские аспекты виртуальной реальности»]. – Казань, 2000. – С. 21-24.

402. Хакен Г. Синергетика: иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах: [пер. с англ.] / Г. Хакен. – М.: Мир, 1985. – 423 с.

403. Хозяинов Г.И. Педагогическое мастерство преподавателя: Метод. пособие/ Г.И.Хозяинов – М.: Высш. шк., 1988. – 168 с.

404. Хоружий С. С. Рід або недорід? Нотатки до онтології віртуальності/ С.С.Хоружий // Питання філософії. – 1977. – № 6. – С. 67.

405. Хрестоматия по психологии / [Сост. В.В.Мироненко] / [под ред..А.В.Петровского]. – М.: Просвещение, 1977 – 527 с.

406. Хуторской А.В. О виртуальном образовании [Электронний ресурс]/ Хуторской А.В. // Центр дистанционного образования "Эйдос". – 1998. – Режим доступа: http://www.eidos.ru/books/virt_edu_ru.html

407. Хуторской А.В. Отечественные предпосылки философии виртуального образования [Электронний ресурс]/ Хуторской А.В. // Центр дистанционного образования "Эйдос". – 1998. – Режим доступа: http://www.eidos.ru/books/virt_edu_ru.html .

408. Цикин В. А. Синергетика – методологическая основа современной парадигмы образования [Електроний ресурс] / В. А. Цикин // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. – 2008. – № 2. – С. 273–279. – Режим доступу: http:// www.nbuv.gov.ua/portal /soc_gum/pednauk/ 2008_2/273.pdf

409. Цикин В. А. Философия самоорганизации сложных систем / В.А. Цикин. – Сумы: СГПУ, 2001. – 196 с.

410. Цикін В. О. Філософія освіти – стратегія прориву в майбутнє. [Монографія]/ Цикін В. О., Бріжата І. А. – Суми: СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2012. – 258 с.

411. Цодікова Н. О. Аналіз практики використання інформаційних технологій учителями фізики в навчальному процесі сучасної школи [Електронний ресурс] / Цодікова Н. О. // Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. Педагогічні науки. – 2010 – №17 (204) – Ч.1. – Режим доступу: http://www.stattionline.org.ua/pedagog/104/17532-analiz-praktiki-vikoristannya-informacijnix-texnologij-uchitelyami-fiziki-v-navchalnomu -procesi-suchasnoї-shkoli.html

412. Чалий О. В. Синергетичні принципи освіти та науки / О.В. Чалий. – К.: Знання, 2000. – 253 с.

413. Черкас А.А. Развитие познавательной деятельности учащихся при выполнении исследований лабораторного эксперимента по физике: автореф. дис… на соиск. учен.степени к.пед.наук: спец. 13.00.02 «Теория и методика обучения и воспитания» – Л., 1978. – 16 с.

414. Черченко О. А. Зміст позаурочної роботи з фізики в умовах синергетичного підходу до її організації / О. А. Черченко// Зб. наук. пр. Кам’янець-Подільського нац. ун-ту імені Івана Огієнка. – Серія педагогічна – 2009. – Випуск 15. – С. 328 – 331.

415. Шамова Т.И. Активизация учения школьников/ Шамова Т.И. – М.: Педагогика, 1982. – 208 с.

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

417. Шарко В. Д. Методологічні засади сучасного уроку: посібник для студентів, керівників шкіл, вчителів, працівників післядипломної освіти / В. Д.Шарко. – Херсон: Видавництво ХНТУ, 2009. – 120 с.

418. Шарко В. Д. Цікава фізика: Елективний курс для учнів основної школи: Навчально-методичний посібник для вчителів. - Херсон: Видавництво ХДУ, 2012. – 66 с.

419. Шаронин Ю.В. Психолого-педагогические основы формирования качеств творческой личности в системе непрерывного образования: (Синергетичекий подход)./Ю.В.Шаронин – М.: МГИУ, 1998. – 321 с.

420. Швай Р.-М.І. Управління процесом навчання в основній школі засобами шкільного фізичного експерименту: автореф. дисерт. на здобуття наук. ст. канд. пед. наук: спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)»/ Р.-М.І.Швай – К., 2001. – 20 с.

421. Шевелева С.С. Открытая модель образования: синергетический подход / С. С. Шевелева. – М.: Магистр, 1997. – 47 с.

422. Шевелева С.С. К становлению синергетической модели образования / С.С. Шевелева // Общественные науки и современность. – 1997. – №1. – С. 125-133.

423. Шевцов А. Моделюємо педагогічний процес / А. Шевцов // Освіта. – 2003. –2-9 квітня.

424. Шевцов А. Синергетичні принципи проектування педагогічного процесу як системи / А. Шевцов // Вища освіта України. – 2003. – № 2. – С. 115–119.

425. Шевченко В.І. Історія і теорія: синергетичний аспект //Практична філософія. – 2003. – № 1. – С. 201-207.

426. Ширшов Е. В. Информационно-педагогические технологии: ключевые понятия: словарь / Е.В. Ширшов/ [под ред. Т.С. Буториной] – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 256 с.

427. Шишкіна М.П. Тенденції розвитку та використання інформаційних технологій в контексті формування освітнього середовища [Електронний ресурс] / М.П. Шишкіна // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2006. – № 1. – Режим доступу: http://www. nbuv.gov.ua/e-journals/ITZN/em1/emg.html.

428. Школа О.В. Модель методичної системи навчання теоретичної фізики в педагогічному університеті. [Електронний ресурс]/ О.В.Школа // Зб. наук. праць Бердянського державного педагогічного університету. Педагогічні науки – 2013. – №3. – С. 174-183 – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpbdpu_2013_3_34.pdf

429. Штейнберг В.Э. Концепция дидактического дизайна / В.Э. Штейнберг: Матеріали Межрегион. науч.- практ. конф. [«Современный образовательный процесс:опыт, проблемы и перспективы»] – Уфа: БИРО, 2007. – С. 427-428.

430. Шут М.І. Дидактичні принципи впровадження сучасних технологій навчання / Шут М.І., Касперський А.В.: Матеріали ІІІ Всеукр. наук. конф. “Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики” [В кн: Удосконалення навчання фізики у вищій школі в умовах степеневої освіти]. – К.: НПУ, 1998. – Ч.1. – С. 15 – 19.

431. Шут М.І. Застосування до навчання фізики складових сучасного навчального середовища / М.І. Шут // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини / [гол. ред. М.Т. Мартинюк.] – Умань: СПД Жовтий, 2008. – Ч. 2. – С. 306-317.

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

433. Шут М.І. Психоолого-педагогічні основи розуміння фізики/ М.І.Шут, В.П.Сергієнко// Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського державного університету. Серія: педагогічна. – 2003. – Вип.9. – С.52-54.

434. Щукина Г.И. Активизация познавательной деятельности учащихся в учебном процессе/ Г.И.Щукина. – М.: Просвещение, 1979. – 160 с.

435. Щукина Г.И. Роль деятельности в учебном процессе: книга для учителя./Щукина Г.И. – М.: Просвещение, 1986. – 144 с.

436. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании. /Г.М.Добров, Ю.В.Ершов, Е.И.Левин, Л.П.Смирнов. – К.: Наукова думка. 1974. – 160 с.

437. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании. – К.: Наукова думка. 1977. – 136 с.

438. Эрекаев В.Д. Виртуальное состояние ранней Вселенной / В.Д Эрекаев// Понятие виртуальности в точних науках. – М., 2002. – С. 197-211.

439. Якиманская И.С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе/ Якиманская И.С. – М.: Сентябрь, 1996. – 96 с.

440. Antonin Artaud. Le Théâtre et son double, Gallimard, Paris, 1938

441. Bernotat R., Hunt D.P. University curricula in Ergonomics. For schunsintitut fur Anthrapatechnik. 5309 Meckenheim, Germany, 1977, p.5

442. Bullinger H.J., Li Ming, Kern P. Engineering ergonomics. Hefei, P.R.China, 1993

443. Gohen B.G.F. Organizational factors affecting stress in the clerical worker// B.G.Gohen. Human aspects in office automation, Amsterdam: Elsevier, 1984

444. Hamit F. Virtuality and the exploration of cyberspace.— Carmel Indiana Sums Publishing, 1993.

445. Hammet, F. Virtual reality/F.Hammet. New York: Haworth Press, 1993. – 261 p.

446. Heim M. The metaphysics of virtual reality / M. Heim // Virtual reality: theory, practice and promise. - Westport and London, 1991. - P. 27-33.

447. Ingarden R. U podstaw teorii poznania. — Warszawa, 1971.

448. McCalla G. The Fragmentation of Culture, Teaching, Learning, and Technology: Implications for the Artificial Intelligence in Education Research Agenda in 2010 // International Journal of Artificial Intelligence in Education. - 2000. - vol.11. – p. 177-196.

449. MLEs and VLEs explained // Briefing Paper №1. – 2002. - http://www.jisc.ac.uk/index.cfm?name=mle_briefings_1.

450. Online learning: Personal reflections on the transformation of education // Ed. by G. Kiersley. – New-Jersey, 2005.

451. PHYWE. Physics. Chemistry. Biology. – The new comprehensive catalogue. – PHYWE SISTEME GmbH, Germany, 2000 – 816 p.

452. Shackel B. Whence and Where – a shart history of human – computer interaction. Human aspects in computing/ Ed. by H.J.Bullinger. Amsterdam: Elsevier Science Publ.B.V., 1991.

453. Smith M.J., Gohen B.G.F., Stammerjahn L.W., Happ A. An investigation of health complaints and jab stress in videa display operation & Human Factor, 23, 1981

454. Tella S., Seppo. Virtual School in a networking Learning Environment // Ole Publications 1. – University of Helsinki, 1995.

455. Theory and Practice of Online Learning / Ed. by T.Anderson, F.Elloumi. – Canada: Athabasca University. – 2004. – 454 p.

456. Urs Lauterburg. Lab VIEW in Physics Education. – Switzerland: University of Bern. Physics Institute, 1998. – 31 p.

457. Virtual Learning Environment // Virtual School. – 1997. - http://www.virtualschool.edu/ile/ILE.

458. Williams G.E. Protecting safety information // Journal Flaing Safety, 1983, vol 39, n3.

459. www.kozlenkoa.narod.ru

460. ZnayPad.com.ua

Додаток А

Аналіз процесу віртуалізації освіти

Віртуалізація системи освіти активно здійснюється в розвинених країнах протягом останнього десятиліття. Стимулами для цього є три основні чинники [422, с.108]:

- підвищення вимог до рівня кваліфікації робочої сили у зв'язку з технологічним удосконаленням сучасного виробництва і сфери обслуговування населення;
- перехід промисловості на дрібносерійне виробництво при швидкій змінюваності моделей, що вимагає оперативної перепідготовки персоналу багатьох компаній;
- усе більше усвідомлення в суспільстві цінності якісної освіти як особистого і національного надбання.

Для віртуального освітнього процесу характерні наступні ознаки:

а) попередня невизначеність даного процесу для суб'єктів взаємодії;

б) унікальність для кожного роду взаємодії суб'єктів, у тому числі і з реальними освітніми об'єктами;

в) існування тільки протягом самої взаємодії.

Таким чином, причиною віртуальних освітніх процесів варто вважати взаємодію реальних об'єктів.

У найбільш загальному вигляді під віртуальною освітою ми розуміємо процес і результат взаємодії суб'єктів і об'єктів освіти, що супроводжується створенням ними віртуального освітнього простору, специфіку якого визначають дані об'єкти і суб'єкти. Існування віртуального освітнього простору поза комунікацією вчителів, учнів та освітніх об'єктів неможливо [322].

Віртуалізація освіти може розглядатися як об'єктивний процес руху від очного через дистанційне навчання до віртуальної освіти, яка вбирає в себе кращі властивості очного, заочного, дистанційного і інших форм

отримання освіти і повинно бути адекватно інформаційному суспільству, що народжується в Україні.

Цей процес, як і процес інформатизації освіти, об'єктивний, закономірний і обумовлений рядом чинників, серед яких можна виокремити наступні:

- потреби роботодавців на макро- (держава, підприємства і т.д.) і мікрорівнях (конкретні особи);
- стрімкий розвиток телекомунікаційних і інформаційних систем, які відкривають нові дидактичні можливості для вдосконалення системи освіти;
- внутрішні потреби самої системи освіти, пов'язані із забезпеченням широким верствам населення якісної, доступної, мобільної, фундаментальної освіти;
- -політичні ініціативи;
- інноваційна діяльність у сфері бізнесу та ін.

Віртуальній освіті понад усе відповідає сферична модель, що має необмежене число ступенів свободи і не задає для кожної людини однозначного напряму руху. Центром такої сферичної моделі виступає особовий освітній потенціал людини, відносно якого і відбувається її розвиток. Єдиний центр освіти усіх людей в такій моделі відсутній, кожна людина розвивається відповідно до своєї індивідуальної мети. Відсутній і загальний для всіх напрям освіти, кожен здійснює рух в окремих частинах своєї сфери. Склад освітньої сфери - це освітні галузі, які визначає сама людина. Розвиток (розширення) освітньої сфери відбувається нерівномірно, але в ідеалі сферична форма задає напрями для освітнього руху. Зрозуміло, що поняття “сфера”, “траєкторія”, “простір” і т.п. використовуються нами як педагогічні модельні уявлення, що допомагають візуалізувати модель віртуальної освіти. (рис.А.1.)

Просторова модель освіти передбачає можливість створення різноманітних освітніх сфер, в яких відбуватиметься індивідуальний

розвиток. Людина сама визначає свою сферу, вибудовує в ній різні структури і цінності, наповнює її змістом, за допомогою якого орієнтується в процесі пізнання різних освітніх галузей.

Побудова просторової моделі віртуальної освіти веде до подання внутрішнього світу людини у вигляді безлічі сфер, що розширюються: інтелектуальних, емоційно-образних, культурних, історичних, соціальних і інших. Всі вони тісно пов'язані, рухомі і утворюють в сукупності те, що можна назвати віртуальним освітнім простором людини. Цей простір здатний розширюватися в зовнішній світ. Процес розширення відбувається за допомогою діяльності учня, що використовує свої фізичні органи чуття, емоційно-образні і інтелектуальні здібності. Віртуальний освітній простір людини розвивається у відповідному навчальному середовищі.

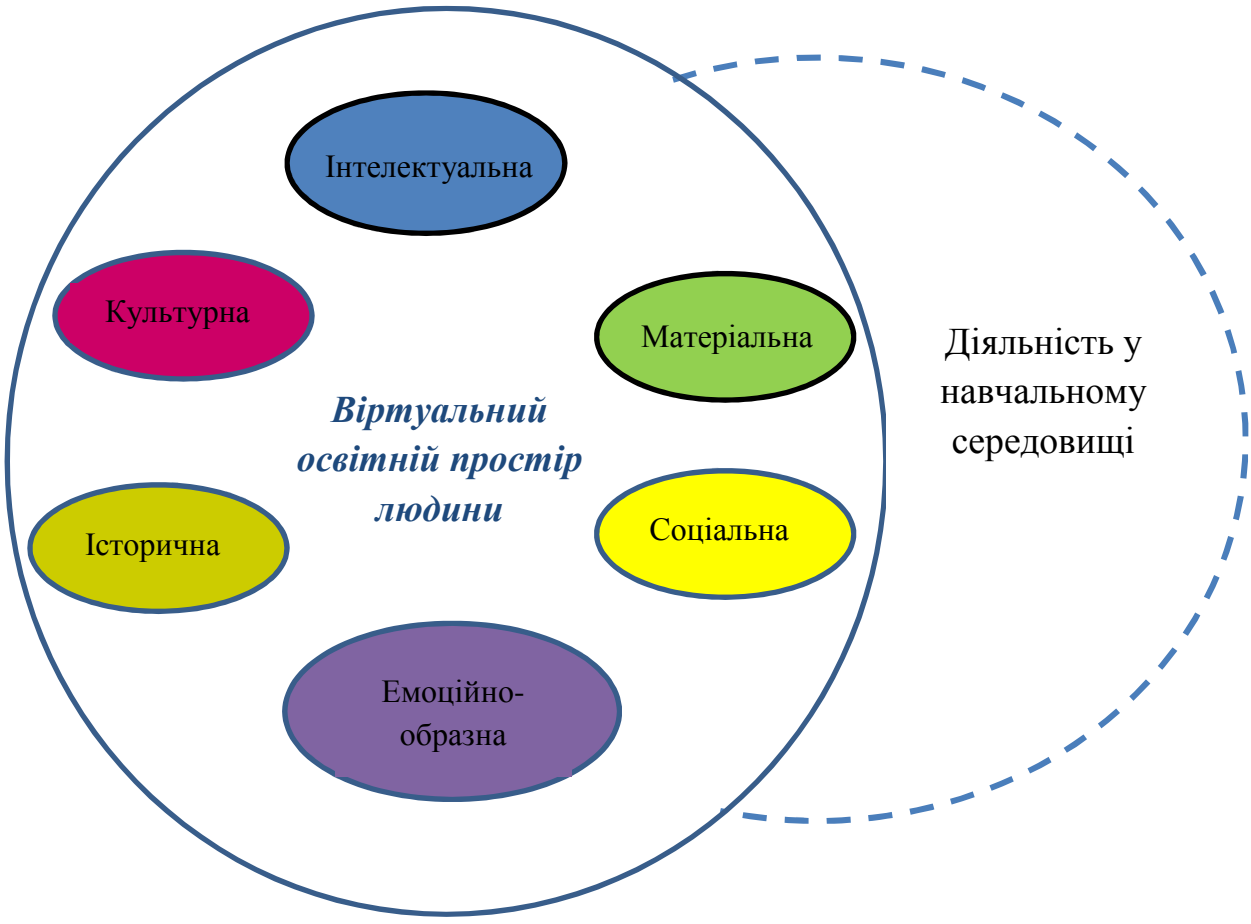


Рис.А.1. Сферична модель віртуальної освіти

Додаток Б

Сутність принципів синергетики

1. Самоорганізація відбувається в системі, яка відкрита, нерівноважна і нестійка. Прийнято вважати відкритою таку систему, яка обмінюється з довкіллям речовиною, енергією та інформацією, містить їх джерела і витоки. Причому останні мають місце в кожній точці таких систем. Усі реальні системи являються, в основному, відкритими.

Можна стверджувати, що самоорганізація і розвиток відкритих систем відбувається через нестійкість, яка не завжди є злом, що підлягає усуненню. Нестійкість може виступати умовою стабільного і динамічного розвитку. Тільки системи далекі від рівноваги здатні спонтанно організовувати себе і розвиватися. Стійкість і рівновага – це, так би мовити, глухий кут еволюції. Розвиток відбувається через нестійкість, через біфуркації, через випадковість.

2. Самоорганізація завжди пов'язана з кооперативними процесами, колективною поведінкою елементів системи. Саме завдяки такій поведінці виникають нові структури. Кооперативні процеси поширені як в неживій природі, так і в живій. Вони слугують, по суті, основою для утворення нових природних структур і форм.

У результаті дії кооперативних механізмів виникає система, що має нові властивості, які не можна передбачити заздалегідь, оскільки їх не можна приймати як наслідки властивостей її складників. Наприклад, властивості конкретного атома не випливають з властивостей електрона і протона, води – з властивостей атома водню і кисню.

3. Випадковість є конструктивним початком, основа процесу розвитку. І.Р.Пригожин цей принцип називає «порядок через флуктуації» [299, с.357].

Цей порядок виникає завдяки посиленню флуктуацій, а останні залежать від рівня рівноваги системи, зрештою від того, наскільки

інтенсивно вона обмінюється з середовищем речовиною, енергією та інформацією. Можна сказати, що там, де панують спокій, рівновага, однорідність, там не може бути справжнього розвитку. Тривале перебування системи в такому стані неминуче призводить до її дезорганізації і руйнування. Така доля всіх ізольованих систем. Ось чому можна стверджувати, що «розвиток відбувається через нестійкість, через біфуркації, через випадковість» [202, с.94].

Випадковість задає новий тип систем, радикально відмінних від систем, побудованих на жорстких зв'язках. Саме тут приховується можливість утворення систем з гнучким реагуванням, не заданих однозначно зовнішніми діями. У синергетиці випадковість є чинником, відповідальним за утворення нової траєкторії розвитку. Саме цей принцип, на наш погляд, лежить в основі створення системи освіти на засадах індивідуалізації, диференціації, варіативності.

4. Синергетика виходить з принципу, що світ еволюціонує за нелінійними законами.

Класична математична фізика (тобто наука про дослідження математичних моделей фізики) мала справу з лінійними рівняннями. Формально це рівняння, у які невідомі входять тільки в першому порядку. Реально вони описують процеси, що відбуваються однаково незалежно від зовнішніх дій. Зі збільшенням інтенсивності дій зміни залишаються кількісними, нових якостей не виникає. Сфера застосування лінійних рівнянь надзвичайно широка. Вона охоплює класичну і квантову механіку, електродинаміку і теорію хвиль. Метод їх розв’язання, що розроблявся протягом століть, є загальним і досить ефективним. Самі такі рівняння лежать в основі більшості законів фізики.

Проте вченим все частіше доводиться мати справу з явищами, де інтенсивніші зовнішні дії призводять до якісно нової поведінки системи. В цьому випадку доцільно використовувати нелінійні математичні моделі. Їх аналіз – справа набагато складніша, але під час розв’язання багатьох завдань

він потрібний. Сучасна наука все частіше формулює свої закономірності, звертаючись до більш багатого і складного світу нелінійних математичних моделей [359, с. 88–90].

Оскільки нелінійні рівняння мають декілька (більше одного) розв'язків, то звідси випливає якісний, фізичний зміст нелінійності: безлічі розв'язків нелінійного рівняння відповідає безліч шляхів еволюції систем, що описуються цими рівняннями.

Нелінійність в найширшому, світоглядному плані слід розуміти, перш за все, як багатоваріантність (чи, як говорять зараз, альтернативність) шляхів розвитку, можливість вибору з альтернатив.

Традиційний підхід до управління природними і соціальними процесами ґрунтувався на лінійному уявленні про функціонування цих систем. Згідно з таким поглядом, результат зовнішнього скерованого впливу є однозначний і лінійний, прямо пропорційний докладеним зусиллям, що відповідає схемі «скерований вплив – бажаний результат». Чим більше вкладаєш енергії і додаєш зусиль, тим більшою буде і віддача. На наш погляд, ця позиція не лише примітивно, надто спрощено подає процес управління, а й навіть може виявитися небезпечною. Особливо, коли мова йде про системи, в яких основним об'єктом є людина, зокрема освітні. В цьому випадку керування ззовні, що не передбачає можливості вибору, не завжди дає очікуваний результат, а іноді спостерігається навіть ефект, що зовсім не передбачався, як правило негативний (учні пасивні, не виконують ті завдання, які пропонує вчитель). І, навпаки, якщо в освітній системі керування передбачає багатоваріантність вибору (вчитель дає учню можливість обирати самостійно шлях вивчення певної теми, варіант дослідження природного явища тощо), то результат може навіть перевищити очікування (вчитися починають навіть невстигаючі учні). Право вибору відкриває дитині шляхи до саморозвитку та самовдосконалення, що є пріоритетним на сучасному етапі розвитку освіти взагалі, і фізичної зокрема.

Тривалий час прагнення до граничної планомірності, заорганізованості, зверхньої централізації, насильницькій переробці усього призвело до зворотного – небажаного кризового стану в усіх сферах суспільства, зокрема і в освіті, який важко здолати.

З такого роду ефектом бумеранга стикається людина, якщо вона не звертає уваги на зворотні дії до неї природних і соціальних систем.

З принципу нелінійності розвитку випливають важливі методологічні висновки:

1. Оскільки існує безліч шляхів розвитку, у людства є право вибору найкращого, оптимального для неї. «Можливі декілька шляхів розвитку складного об'єкту, – пише А. А. Самарський. – Майбутнє неоднозначно визначається сьогоденням (початковими умовами), його не можна передбачити, спираючись тільки на попередній досвід. Оптимальний шлях розвитку потрібно вибирати, його треба обчислювати, їм треба управляти» [352, с. 56]. Ця ідея Самарського, на наш погляд, може стати провідною в побудові нової системи фізичної освіти взагалі, та зокрема, що безпосередньо стосується нашого дослідження, системи навчального фізичного експерименту як невід’ємної її складової.

2. Шляхів розвитку може бути багато, але їх кількість не є незліченою. Знання обмежень, того, що не можна здійснити в цій системі, знання свого роду принципів заборони – це вже само по собі дуже цінне для людини знання. Система освіти, яка базується на таких основах, неодмінно повинна враховувати усі дидактичні принципи, які накладають певні обмеження на її діяльність.

3. Людина може змалювати, розрахувати бажані, оптимальні для себе «сценарії» розгортання подій і обриси майбутнього. Вона може показати, як повинна будуватися ця майбутня організація елементів світу. Знаючи майбутній бажаний стан і способи наслідування природних традицій систем самоорганізації, людина може скоротити час виходу на атрактор, майбутню форму організації. Тим самим вона може оминути багато зигзагів

поступового еволюційного шляху, прискорити еволюцію. Цей методологічний висновок, на нашу думку, є основою сучасної системи освіти в старшій школі, яка передбачає пробільність навчання, вибір оптимального шляху навчання для досягнення бажаного результату, пов’язаного з майбутньою професією.

5. Синергетика досліджує складні системи, шлях до складного, народження складного і його наростання. Синергетика «є пізнання і пояснення складного, його природи, принципів організації і еволюції» [201, с. 62].

Різні аспекти складного в теорії самоорганізації, а також можливості побудови єдиної теорії складних систем розглядаються і у багатьох інших працях Е. Ласло, Х. Матурана, Г. Ніколіс, І. Пригожин, Г. Хакен та ін.

Еволюційні процеси у відкритих нелінійних системах йдуть до утворення все більш складних організацій і структур шляхом інтеграції різноманітних структур, що розвиваються в різному темпі, в еволюційні цілісності. Для побудови системи складної організації необхідно когерентно з'єднати підструктури (елементи) усередині неї, синхронізувати темп їх еволюції. У результаті об'єднання структури потрапляють в один темпосвіт, тобто набувають одного й того ж моменту загострення, починають «жити» в одному темпі. Так, дитина в процесі навчання – це особлива структура, яка має свої індивідуальні властивості, притаманний їй темп навчання, вона по-своєму сприймає навчальний матеріал. Система навчання, яка здатна врахувати особливості кожної дитини, створити умови для розвитку кожного окремого учня є складною педагогічною системою. Тому, без сумніву сучасну систему освіти, спрямовану на задоволення потреб та нахилів кожного її суб’єкта можна вважати складною синергетичною структурою.

У теорії систем складність означає не лише нелінійність, а й величезну кількість елементів з великим числом ступенів свободи. Поведінку окремих елементів у складних системах з величезною кількістю ступенів свободи не можна ні передбачити, ні простежити у минулому.

Існує обмежений набір способів об'єднання, побудови складного еволюційного цілого. Чинником об'єднання складних соціальних структур є деякий аналог хаосу, флуктуації, дисипації, ринку в узагальненому значенні цього слова. Хаос (тобто обмінні процеси різного роду), таким чином, відіграє конструктивну роль не лише в процесах вибору шляху еволюції, але і в процесах побудови складного еволюційного цілого, хаос поєднує частини в єдине ціле.

Додаток В

Програма інтегративного факультативного курсу
«Еволюція складних систем»
для учнів 10-11 класів

Пояснювальна записка

У сучасній школі освітній зміст фізики та інших природничих наук орієнтований практично цілком на отримання великої кількості інформації, яка недостатньо структурована та узагальнена, а інколи надто застаріла. Це призводить до еклектичності та фрагментарності знань учнів. Намагання узагальнити знання, сформувати світогляд та систематизувати уяви про природу найчастіше зводяться до окремих узагальнюючих уроків.

Виникає потреба запровадження факультативного інтегрованого курсу, який дозволив би учням переосмислити шкільні знання в світлі їх сучасного бачення та тлумачення, узагальнити їх та пов’язати з історико – діалектичним розвитком науки взагалі.

Факультативний інтегрований курс «Еволюція складних систем» («Синергетика») запроваджує єдиний підхід до аналізу і вивчення динаміки відкритих нелінійних та нерівноважних складних систем незалежно від їх природи (природничі, соціальні), акцентує увагу на загальній структурі процесів еволюції – розвиток через накопичення нестійкості, біфуркацію та самоорганізацію.

Вивчення курсу сприяє формуванню у школярів сучасного світогляду, нелінійного стилю мислення, цілісної фундаментальної освіти.

Це спроба адаптувати до шкільної практики новітню наукову парадигму останньої третини XX – початку XXI ст. – нелінійну динаміку або синергетику, комп'ютерне моделювання, як метод візуалізації, дослідження і прогнозування динаміки систем різної природи, постановку в практичній площині проблеми «двох культур» – природничо-наукової та гуманітарної.

Курс є експериментальним в плані пошуку та визначення його змісту, форм і методів включення в шкільну практику розробок програмного, навчального та методичного забезпечення. Необхідність розробки такого

курсу очевидна: оскільки роль самоорганізації в сучасному науковому мисленні в даний час вважається загальновизнаною, постає проблема синергетичної освіти не тільки студентів, але і школярів та вчителів. Навчальна програма курсу та навчально-методичні матеріали розроблені з урахуванням вимог Стандартів фізичної освіти.

Курс розрахований на 68 годин:

10 клас - 34 год. (1 год. на тиждень);

11 клас - 34 год. (1 год. на тиждень).

Вивчення курсу може бути одно етапним (68 год.).

Зміст обов'язкового мінімуму курсу представлено декількома дисциплінами:

Фізика

Системи та їх якісна класифікація. Складність, нерівноважність, відкритість, нелінійність. Математичні моделі. Неперервні та дискретні моделі. Комп'ютерне моделювання. Детерміновані та стохастичні процеси. Статистичний опис макроскопічних систем. Вільні коливання без затухання та із затуханням. Автоколивання. Зворотній зв'язок. Елементи гідродинаміки. Турбулентність. Комірки Бенара. Прогнозування погоди. Фазовий простір, фазові діаграми. Еволюція динамічних систем. Динамічний хаос. Відображення хаосу. Самоорганізація у відкритих нерівноважних системах як фазовий перехід. Порушення симетрії. Атрактори. Граничні цикли. Дивний атрактор. Адаптаційна еволюція і теорія катастроф. Кризи і їх роль в процесах еволюції. Фрактали в природі і в фізиці.

Математика

Математичні методи опису моделей і їх динаміка. Алгебраїчні та тригонометричні функції та їх графіки. Ітерації. Використання поняття похідної (диференціальні рівняння). Ймовірність, алгебра ймовірностей подій. Функція розподілу Гаусса, ступенева функція розподілу. Елементи комбінаторики. Відображення і теорія катастроф (елементи). Фрактальна геометрія (елементи).

Інформатика

Розробка комп'ютерних програм і математичних моделей на основі ітерацій і диференціальних рівнянь. Елементи теорії інформації.

Економіка

Економіка як складна нерівноважна нелінійна динамічна система. Понятійний апарат економічної науки. Моделі економічних і соціо економічних систем. Особливості моделей макро- і мікроекономікі. Основні типи економічних моделей. Застосування методу аналогій в моделюванні економічних систем. Математична модель як концептуальний інструмент управління процесом (явищем) через його прогнозування. Економічна еволюція через накопичення нестійкості, біфуркації і самоорганізацію. Детерміністські і стохастичні процеси в економічній еволюції. Випадковість та необхідність в економіці. Швидкі і повільні змінні в економічному аналізі. Хаос в детермінованих економічних системах. Економічні цикли. Планова і ринкова економіка. Роль політичного рішення в хаотичному світі.

Біологія

Біологічна еволюція через накопичення нестійкості, біфуркації і самоорганізацію. Математичні моделі і комп'ютерне моделювання в біології (екології). Використання логістичної моделі і моделі Лотткі - Вольтерра при вивченні динаміки популяцій та конкурентної боротьби. Використання синергетичного підходу і комп'ютерного моделювання в комплексі з натурними спостереженнями при вивченні динаміки біоценозів.

Хімія

Каталіз. Автокаталітичні реакції. Математичні моделі (якісно). Реакція Бєлоусова - Жаботинського. Хімічний годинник.

Психологія

Мозок та процеси сприйняття і мислення як системи, що самоорганізуються. Хаос і творчість. Синергетика і розвивальне навчання.

За результатами вивчення курсу роботу учнів оцінюють з урахуванням їх активності, рівня засвоєння матеріалу, якості підготовки та виконання лабораторних робіт, написання рефератів і доповідей.

Основні рекомендовані форми занять: лекції, семінари, лабораторний практикум (моделювання на ЕОМ і реальний експеримент), самостійна робота, консультації. Дуже корисна самостійна дослідницька діяльність учнів в групах.

ПРОГРАМА КУРСУ

К-ть годин	Зміст теми	Навчальні досягнення
2	**Загальне в різному** Міждисциплінарний синергетичний підхід в процесі вивчення явищ різної природи – природничо-наукової і соціогуманітарної.	Учень (учениця): • володіють основними поняттями і законами; • розуміють роль відкритості, нелінійності, нестійкості в процесах еволюції; багатофакторність та ймовірнісний характер реального світу, поліваріантність шляхів його розвитку; значення кризових ситуацій в еволюції, важливість правильного вибору способу дій для виходу з цієї ситуації; конструктивну роль хаосу в процесах динамічного розвитку, пізнання, творчості; діалектичний характер співвідношення стійкості системи (управління) і мінливості (самоорганізації, утворення нових структур); • мають практичні навички роботи з комп'ютерними моделями; • вміють користуватися фізичним, хімічним та біологічним обладнанням для проведення експериментів; • вміють складати математичні рівняння найпростіших динамічних
2	**Система** Складна система. Якісна класифікація систем: статична і динамічна, ізольована і відкрита, рівноважна і нерівноважна, лінійна і нелінійна, консервативна, дисипативна. (Ілюстрації з різних областей природничо-наукових і соціокультурних знань.)	
2	**Еволюція (динаміка) систем** Флуктуації. Стійкість і нестійкість. Параметри керування. Біфуркації. Самоорганізація і деградація. (Ілюстрації з різних областей природничо-наукових і соціокультурних знань.)	
10	**Математичні методи опису систем** Дискретні способи (ітерації). Безперервні (використання поняття похідної – диференціальні рівняння). Ймовірнісні (стохастичні): ймовірність, алгебра ймовірності подій. Функція розподілу.	
8	**Моделі систем** Математичні моделі. Комп'ютерне моделювання. «М'яке моделювання».	

	Ієрархія спрощених моделей. Базові моделі. Моделі: Мальтуса (експоненціальне зростання), «демографічного вибуху», логістична, Лотткі - Вольтерра, Лоренца. Використання методу аналогій при моделюванні динаміки системи.	моделей в безперервній та дискретній формах; працювати із засобами інформації (шукати і відбирати матеріал, добирати ілюстративний матеріал для доповідей і рефератів); вміти виступати на семінарах з повідомленнями та доповідями, брати участь в дискусіях; робити правильний вибір образу дій в кризовій ситуації, що є не тільки показником освіченості, але й якості особистості.
4	**Графічні способи опису динаміки моделей** Тимчасові (осцилографічні) залежності параметрів динамічних процесів. Графічні інтерпретаційні відображення. Разові діаграми (фазові «портрети»).	
4	**Якісний опис динамічних систем (на прикладі маятника)** Атрактор. Типи атракторів. Атрактори як цілі еволюції.	
6	**Автоколивання в динамічних системах різної природи** Ламповий генератор. Автокаталітичні хімічні реакції. Реакція Бєлоусова - Жаботинського. «Хімічний годинник». Автохвилі. Зворотній зв'язок. Граничний цикл.	
2	**«Порядок» і «хаос» у фізичних системах** Ентропія. Ізольована система і принцип зростання ентропії. Термодинамічна рівновага.	
6	**Особливості відкритих систем** Дисипативні системи далекі від рівноваги. Ентропія та інформація. Еволюція відкритих систем. Поділ клітини.	
2	**Хаотична поведінка в нелінійних динамічних системах** Динамічний хаос. Дивний атрактор. Критерій «дивацтва». Показник Ляпунова.	
4	**Наочні образи динамічного хаосу** Зсув Бернуллі. Перетворення пекаря. Перетворення Енона. Водяне колесо Лоренца.	
4	**Фрактали в природі та фізиці** Принцип самоподібності. Фрактальна розмірність. Фрактали і динамічний хаос.	

4	**Хаос – фундаментальна властивість складно організованих систем** Універсальні сценарії переходу до хаосу. Конструктивність хаосу. Хаос і порядок. Самоорганізація та утворення структур. Параметри порядку.	
2	**Дарвінівська тріада «мінливість, спадковість, відбір»** Узагальнення тріади в природознавстві. Роль зовнішніх та внутрішніх чинників. Роль флуктуації.	
2	**Самоорганізація у відкритих нелінійних системах як фазовий перехід** Порушення симетрії. Антіентропійність процесів еволюції.	
2	**Самоорганізація в неживій та живій природі** Лазер. Комірки Бенара. Біоценоз, біогеоценоз. Самоорганізація дефектів в твердих тілах при різних впливах. Самоорганізуючі технології.	
2	**Адаптаційна еволюція і теорія катастроф** Типи катастроф. Машина катастроф. Види втрати стійкості. Кризи та їх роль.	
4	**Теорія ризику та виживання. Детермінізм** Класичне і сучасне розуміння детермінізму. Системний підхід до пізнання навколишнього світу.	
4	**Синергетична економіка** Нелінійна економічна динаміка.	
4	**Наука про пізнання і синергетика** Мозок та процеси сприйняття і мислення як системи, що самоорганізуються. Хаос і творчість.	
2	**Синергетичний світогляд** Особливості самоорганізації в соціальних системах. Цілісний світогляд. Зближення природничо-наукової та гуманітарної форм культури на базі міждисциплінарного синергетичного підходу.	
Практикум (лабораторні роботи)		
Фізичний блок		

1	Генератор Ван дер Поля
2	Генератор автоколивань
3	Водяне колесо Лоренца
4	Вивчення оптичних властивостей інверсного середовища
5	Дослідження інтенсивності лазерного випромінювання у дифракційному спектрі
Біологічний блок	
1	Популяції і перехід до динамічного хаосу.
2	Конкуренція популяцій («Лисиці і кролики»).
3	Закономірності динаміки біоценозів
Соціоекономічний блок (моделі)	
1	Модель еволюції Мальтуса
2	Комерційна фірма
3	Промислова фірма
4	Управління ресурсами
Математичні моделі	
1	Модель еволюції Мальтуса
2	Модель необмеженого зростання з нелінійністю
3	Модель еволюції, описувана логістичним рівнянням
4	Модель Лотткі - Вольтерра
5	Модель Лоренца

Теми доповідей на семінарах та рефератів

1. Моделювання як основа наукового методу пізнання світу.

2. Системи, що самоорганізуються в живій та неживій природі.

3. «Потрібно носити в собі ще хаос, щоб бути в змозі народити танцюючу зірку »(Ф. Ніцше).

4. Гармонія порядку і хаосу.

5. Золотий перетин і хаос. Числа Фібоначчі.

6. Числа Фібоначчі і хімія.

7. Формула краси.

8. Ритми серця і мозку.

9. Гармонія небесних сфер.

10. Періодична система елементів як фрактал.

Література

1. Арнольд В. И. Теория катастроф. М.: Наука, 1990.
2. Василенко М.В. Теорія коливань і стійкості руху: підручник для студ. вищ. навч. закл. / М. В. Василенко, О. М. Алексейчук. - К. : Вища школа, 2004. – 525 с.
3. Глейк Дж. Хаос. СПб.: Аврора, 2001.
4. Занг В. Б. Синергетическая экономика. М.: Мир, 1999.
4. Кальотти Дж. От восприятия к мысли. М.: Мир, 1998.
5. Капица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика и прогнозы будущего. М.: УРСС, 2001.
6. Капустин В. С. Введение в теорию социальной самоорганизации. М.: Изд-во РАГС, 2003.
7. Концепції сучасного природознавства [електронне видання]/режим доступу: http://pidruchniki.com/158407207244/prirodoznavstvo/kontseptsiyi_suchasnogo_prirodoznavstva
8. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Основания синергетики. СПб.: Алетейя, 2002.
9. Моисеев Н. Н. Быть или не быть человечеству. М., 1999.
12. Федер Е. Фракталы. М.: Мир, 1996.
13. Шамровський О.Д. Системний аналіз: математичні методи та застосування: навч. посібник / Шамровський О. Д. - Л. : Магнолія 2006, 2010. – 275 с.
14. Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы Миниатюры из бесконечного рая. М.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001.
15. Эбелинг В., Энгель А., Файстель Р. Физика процессов эволюции. М.: УРСС, 2001
16. http://spkurdyumov.ru

Додаток Д
Аналіз системи фізичних знань з хвильової оптики відповідно до програм профільного навчання

1 – факти, які можуть бути встановленні в повсякденному житті

1. джерело світла
2. приймач світла
3. закон прямолінійного поширення світла
4. дзеркала
5. лінзи
6. волоконна оптика
7. колір
8. монохроматичне світло
9. спектр
10. природнє світло
11. поглинання
12. інтерференційна картина
13. дифракційна картина
14. зображення в дзеркалі

2 – факти, що можуть бути експериментально встановленні в умовах школи

1. поширення світла в різних середовищах
2. закон відбивання
3. закон заломлення світла
4. оптична вісь, головна оптична вісь
5. фокус
6. дійсне зображення
7. оптична сила
8. лінійне збільшення
9. кут падіння
10. кут відбивання
11. кут заломлення
12. оптична густина середовища
13. повне внутрішнє відбивання
14. формула тонкої лінзи
15. інтерферометр
16. довжина хвилі світла
17. частота світла
18. інтерференція
19. просвітлення оптики
20. дифракція
21. дифракційна решітка
22. дисперсії
23. заломлення в призмі
24. спектроскоп

25. поляризації світла
26. поляриметр
27. дифракційний спектр
28. кільця Ньютона
29. дисперсійний спектр світла
30. мікроскоп
31. телескоп
32. зображення в лінзах
33. способи спостереження інтерференції
34. способи спостереження дифракції світла
35. визначення довжини світлової хвилі
36. досліди Юнга та Френеля з інтерференції
37. досліди Ньютона з дисперсії світла

3 – факти, що не можуть бути встановлені експериментально в умовах школи

1. хвильова теорія світла
2. корпускулярно-хвильовий дуалізм
3. уявне зображення
4. кут зору
5. принцип Гюйгенса-Френеля
6. принцип Ферма
7. швидкість світла
8. абсолютний показника заломлення
9. відносний показника заломлення
10. когерентність
11. оптична різниця ходу хвиль
12. поляризоване світло
13. поляризатор
14. аналізатор
15. голографія
16. розсіювання світла
17. аберацію
18. роздільна здатність оптичних приладів
19. досліди Ремера та Фізо по визначенню швидкості світла

Додаток Е

Приклад скетчу Arduino для передачі даних від датчика відстані на послідовний порт комп'ютера для наступної обробки даних макросом та передачі в Microsoft® Excel

```
int sensorPin = A0;
unsigned int sensorValue = 0;

int row = 0;

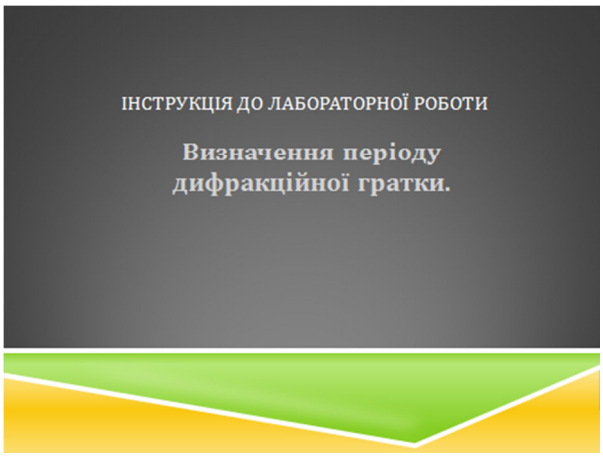
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("CLEARDATA");
  Serial.println("LABEL,Time,Osvitlenist");
}
void loop()
{
  sensorValue = analogRead(sensorPin);

Serial.print("DATA,TIME,"); Serial.println(sensorValue, DEC);
  row++;

  if (row > 100)
   {
    row=0;
    Serial.println("ROW,SET,2");
   }
  Serial.println("");
  delay(500);
}
```

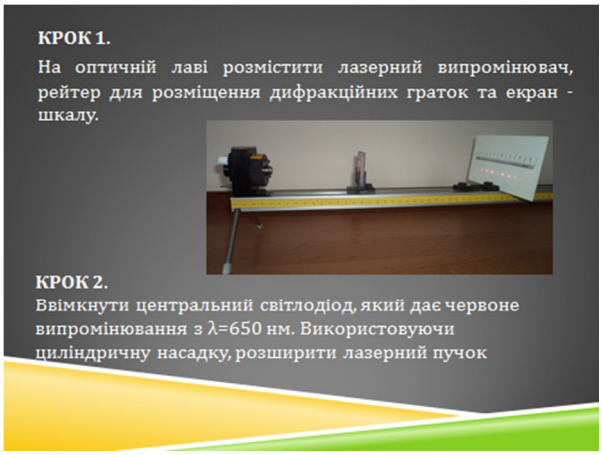
Додаток Ж.1

Інструкція-презентація до виконання лабораторної роботи «Визначення періоду дифракційної гратки»



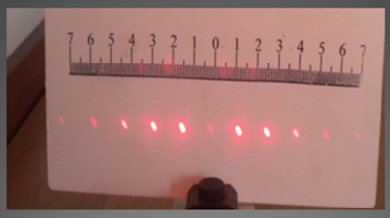








КРОК 4.
На екрані спостерігати дифракційну картину.

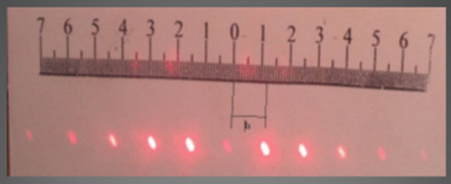


Переміщуючи екран та решітку, спостерігати за змінами у картині. Описати їх.

КРОК 5.
Встановити решітку та екран в певне положення на лаві.
Визначити відстань від решітки до екрана *l* по шкалі на лаві.



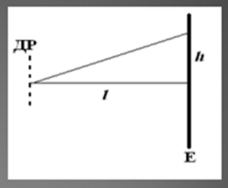
КРОК 6.
Виміряти відстань по шкалі на екрані від центральної смуги до максимуму першого порядку *h*.



КРОК 7.

Обчислити кут дифракції для першого порядку

$$tg\varphi = \frac{h}{l}$$



КРОК 8.
За результатами вимірювань обчислити сталу дифракційної решітки за формулою:

$$d = \frac{m\lambda}{\sin\varphi} = \frac{m\lambda l}{h}$$

де m – порядок спектру.

Оскільки кути дифракції, як правило, малі, то для них можна прийняти $\sin\varphi = tg\varphi$

КРОК 9.

Виконати вимірювання аналогічні для спектрів другого та третього порядків, занести дані до таблиці та розрахувати період дифракційної решітки d.

КРОК 10.
Обчислити середнє значення періоду дифракційної решітки та порівняти це значення із паспортними даними на решітку.

$$d_{cep} = \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3}$$

За технічним паспортом значення періоду: d=2·10^{-5} м.

КРОК 11.

Визначити за даними отриманими в роботі просторову частоту дифракційної решітки:

$$N = \frac{1}{d}$$

КРОК 12.

По завершенні роботи сформулюйте висновок, в якому зазначте яку величину Ви знаходили в лабораторній роботі, що для цього потрібно було зробити, які отримали результати, в чому причина похибок.

Експериментальне завдання:

- Дослідити, використавши іншу решітку, як впливає зміна періоду дифракційної решітки на кут відхилення променів.
- Розмістити CD – диск так, щоб світло від далеко розміщеної лампочки або від Сонця ковзало по його поверхні. Описати та пояснити спостережувану картину.

Якщо Ви зрозуміли усі кроки виконання лабораторної роботи, сміливо починайте роботу з приладами! Якщо у Вас залишились запитання, задайте їх вчителю до початку виконанняроботи.

Удачі!



Зразок оформлення звіту про виконання фронтальної лабораторної роботи.

Тема: Визначення періоду дифракційної гратки.

Мета: навчитися експериментально визначати період дифракційної гратки.

Обладнання: лазерний випромінювач з λ=650 нм (червоний), дифракційні решітки, екран - шкала.

Результати вимірювань

№ досліду	Порядок спектру, m	Довжина хвилі, λ, м	Відстань від решітки до екрана, l, м	Відстань до відповідного спектра на екрані, h, м	Кут дифракції, $tg\ \varphi=\frac{h}{l}$	Період дифракційної решітки, d, м
1	1	$650\cdot10^{-9}$	0,5	$1,7\cdot10^{-2}$	$0,85\cdot10^{-2}$	$1,9\cdot10^{-5}$
2	2	$650\cdot10^{-9}$	0,5	$3,5\cdot10^{-2}$	$1,75\cdot10^{-2}$	$1,9\cdot10^{-5}$
3	3	$650\cdot10^{-9}$	0,5	$5\cdot10^{-2}$	$2,5\cdot10^{-2}$	$2\cdot10^{-5}$

Середнє значення періоду дифракційної гратки: $d_{сер}=1,93\cdot10^{-5}$ м.

За технічним паспортом значення періоду: $d=2\cdot10^{-5}$ м.

Просторова частота дифракційної решітки: $N=0,5\ 10^{5}$ м$^{-1}$

Висновок: Під час виконання лабораторної роботи ми ознайомилися з експериментальним методом визначення періоду дифракційної решітки та принципом її роботи. Визначили період решітки, середнє значення якого $d_{сер}=1,93\cdot10^{-5}$ м й мало відрізняється від дійсного значення, зазначеного в технічному паспорті. Наявність похибок у вимірюваннях пов'язано із використанням вимірювальних приладів, що мають певну інструментальну похибку (вимірювальна шкала приладу) та можливими неточностями в процесі зняття показів.

Виконання експериментального завдання.

1. Для проведення дослідження використаємо решітки з набору з більшим та меншим періодом. Для решітки з періодом $d=10^{-5}$ м, спектр першого порядку відхилився на відстань $h=3,5\cdot10^{-2}$. Отже, зменшення періоду решітки призводить до збільшення кута відхилення променів й навпаки.
2. Якщо розглянути CD – диск, на який потрапляє світло від далеко розміщеної лампочки або від Сонця, то на його поверхні можна побачити різнокольорові лінії. Ці лінії утворюються внаслідок дифракції на поверхні диска, оскільки диск відіграє роль відбивної дифракційної решітки.

Додаток Ж.2

Тести для перевірки готовності учнів

1. Яке явище називають дифракцією світла?

А) розкладання світла в спектр в результаті його заломлення;

Б) зміна швидкості при переході в інше середовище;

В) відхилення напряму розповсюдження світла від прямолінійного на межі перешкоди;

2. Що таке дифракційна решітка?

А) це періодична система, яка складається з розташованих на певній відстані одна від одної щілин, які мають ширину *d*;

Б) це прилад, за допомогою якого спостерігають дифракцію;

В) це періодична система, що являє сукупність прозорих та непрозорих для світла смуг, на якій спостерігається інтенсивна дифракція;

3. Що таке період дифракційної решітки?

А) величина *d*, яка визначається сумою ширини прозорої та непрозорої смуг;

Б) величина *d*, яка показує кількість прозорих та непрозорих смуг;

В) величина *d*, яка дорівнює ширині дифракційної решітки.

4. Що показує число *k* у формулі: $d \sin\varphi = k\lambda$?

А) Кількість ліній у спектрі певного порядку;

Б) Номер порядку спектра;

В) Номер лінії у спектрі певного порядку;

5. Як визначається кут дифракції в лабораторній роботі?

А) $tg\varphi = \frac{h}{l}$ Б) $tg\varphi = \frac{m\lambda\, l}{h}$ В) $tg\varphi = \frac{l}{h}$

6. Дифракція відбувається, коли довжина хвилі …. від розміру перешкоди:

А. менша ; Б. більша; В. порівняна.

7. В якому порядку на оптичній лаві розташовуються елементи:

А) екран, випромінювач, дифракційна решітка;

Б) випромінювач, екран із щілиною, дифракційна решітка;

В) випромінювач, дифракційна решітка, екран;

8. Положення максимумів на екрані, отриманих за допомогою дифракційної решітки, визначають за формулою:

А) $tg\varphi = \frac{l}{h}$; Б) $\sin\varphi = \frac{k\lambda}{d}$; В) $d = \lambda S \cos\alpha$.

9. Дифракційна картина від круглого непрозорого екрану при спостереженні в монохроматичному світлі характерна тим, що…

А) Спостережувані смуги мають різнокольорове забарвлення;

Б) В центрі тіні завжди спостерігається світла цятка;

В) Центр тіні завжди залишається темним;

10. Визначити кут відхилення променів зеленого світла (λ=0,55 мкм) у спектрі першого порядку, утвореному за допомогою дифракційної решітки, період якої 0,02 мм.

А) 1,5°; Б) 3°; В) 1°;

11. На дифракційну решітку перпендикулярно до її поверхні падає біле світло. Період решітки 10^{-6} м. Другий дифракційний максимум відхилений на 30° від перпендикуляра до решітки. Визначте довжину хвилі світла, що падає на решітку.

А. $2{,}5\cdot10^{-7}$ м; Б. $4\cdot10^{-7}$ м; В. $25\cdot10^{-5}$ м

Додаток Ж.3

Тести перевірки засвоєння емпіричних знань учнів

1. Як зміниться картина дифракційного спектра, якщо екран віддалити від решітки?

   А. Картина не зміниться; Б. Відстань між максимумами збільшиться; В. Відстань між максимумами зменшиться; Г. Картина зникне.

2. У кабінеті є дифракційні гратки, що мають 50 і 100 штрихів на 1 мм. Яка з них дає на екрані більш широкий спектр за інших рівних умов?

   А. перша; Б. друга; В. від кількості штрихів ширина спектра не залежить; Г. спектри будуть однакові.

3. Як зміниться дифракційна картина, якщо збільшити загальну кількість щілин решітки, не змінюючи відстані між ними?

   А. Головні максимуми розширюються, чіткість поліпшується; Б.Головні максимуми зближуються, чіткість погіршується; В. Положення головних максимумів не зміниться, але картина стане більш яскравою; Г. Головні максимуми зближуються, чіткість поліпшується.

4. Як впливає період дифракційної решітки на величину кута дифракції?

   А. кут дифракції не залежить від періоду решітки; Б. решітка із більшим періодом відхиляє промені на більший кут; В. решітка із більшим періодом відхиляє промені на менший кут; Г. із збільшенням періоду решітки змінюється лише яскравість картини.

5. Що відбувається, якщо освітити білим світлом поверхню CD-диску? Поясніть виникнення явища.

6. Наведіть приклади спостереження явища дифракції в природі.

Додаток З

Інструкція-презентація до виконання лабораторної роботи «Визначення фокусної відстані та оптичної сили збірної лінзи»

ІНСТРУКЦІЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Визначення фокусної відстані та оптичної сили збірної лінзи.

Мета роботи: експериментально визначити головну фокусну відстань збірної та розсіювальної лінзи, їх оптичну силу та збільшення, яке дає лінза.

Обладнання: лінзи збиральні з F=60 мм та 120 мм, розсіювальна лінза з F=- 60 мм, комбіноване джерело світла, екран - шкала.



ВИКОНАННЯ РОБОТИ

- Перед початком виконання роботи підготуйте в зошиті таблицю для заповнення даних:

№ досліду	Відстань від «квадрата» до лінзи, f, м	Відстань від лінзи до екрана, d, м	Фокусна відстань, F, м	Оптична сила лінзи, D, дптр
1				
2				
3				

КРОК 1.

Одержати на екрані зображення віддаленого джерела світла (наприклад, Сонця), розмістивши лінзу перпендикулярно до променів від нього. В цьому випадку можна вважати, що промені падають на лінзу паралельним пучком. Виміряти відстань від лінзи до екрана, яку можна вважати головною фокусною відстанню. Повторити дослідження для другої збірної лінзи. Записати отримані дані.



КРОК 2.

Зібрати установку для проведення дослідів(рис.) Предметом в даній роботі виступає світний квадрат, утворений чотирма різнокольоровими світлодіодами.



КРОК 3.

Отримати чітке зображення світного квадрата на екрані. Виміряти відстані від лінзи до екрана та від лінзи до «квадрата». Одночасно виміряйте розміри зображення, тобто відстань між двома вертикальними світлодіодами (синім та зеленим, або червоним та жовтим).



КРОК 4.
Пересуваючи «квадрат» та екран, отримайте зображення інших розмірів. Результати вимірювань запишіть до таблиці.



КРОК 5.

Обчислити головну фокусну відстань та оптичну силу збірної лінзи за формулою:

$$F = \frac{df}{d+f}$$

Крок 6.
Порівняйте значення F, отримані в результаті посереднього вимірювання (п.1) та в результаті експерименту.

КРОК 7.
Обчисліть лінійне збільшення двома способами, використовуючи співвідношення:

$$\Gamma = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{f}{d}$$

де A_1B_1 – розміри зображення, АВ – розміри предмета, тобто відстань між світодіодами, яка дорівнює 2,2 см. Результати відповідних вимірювань та розрахунків занесіть до таблиці:

№ досліду	Відстань від «квадрата» до лінзи, f, м	Відстань від лінзи до екрана, d, м	Збільшення лінзи, Γ_1	Розміри зображення, A_1B_1, см	Розміри предмета, АВ, см	Збільшення лінзи, Γ_2
1						
2						
3						

КРОК 8.

Порівняйте значення збільшення лінзи, отримані різними методами, і зробіть висновок.

Спробуйте скласти план експериментального дослідження таких проблем:

- Перевірте оборотність ходу променів.
- Знайти головну фокусну відстань лінзи за розмірами предмета, його зображення і за відстанню зображення від лінзи.

Якщо Ви зрозуміли усі кроки виконання лабораторної роботи, сміливо починайте роботу з приладами!
Удачі!



Додаток К
Зразок тестового завдання узагальнюючого змісту з хвильової оптики

Варіант 1.

1. Явище огинання хвилями перешкод і відхилення їх від прямолінійного поширення називається:

А. дисперсією; Б. дифракцією; В. інтерференцією; Г. поляризацією.

2. Когерентні хвилі – це хвилі, які:

А. мають однакову довжину; Б. мають однакову частоту; В. мають однакову довжину і сталу різницю фаз; Г. Мають сталу різницю фаз.

3. Як зміниться картина дифракційного спектра, якщо екран віддалити від решітки?

А. Картина не зміниться; Б. Відстань між максимумами збільшиться; В. Відстань між максимумами зменшиться; Г. Картина зникне.

4. Як змінюється довжина світлової хвилі при переході світла із речовини оптично менш густої в речовину оптично більш густу?

А. Збільшиться; Б. Зменшиться; В. Не зміниться; Г. Змінить напрямок.

5. При заломленні світла…

А. ...відношення синуса кута падіння до синусу кута заломлення є величина постійна для двох даних середовищ; Б. ... синус кута падіння дорівнює синусу кута заломлення; В. ...відношення синуса кута падіння до синусу кута заломлення дорівнює одиниці; Г. ...промені знаходяться в одному оптичному середовищі.

6. Чи змінюється швидкість і довжина хвилі при переході світла із одного середовища в інше?

А. Жодна із характеристик не змінюється; Б. Обидві величини змінюються одночасно; В. Швидкість змінюється, а довжина хвилі залишається сталою; Г. Довжина хвилі змінюється, а швидкість – ні.

7. Дисперсією називається…

А. ...залежність показника заломлення світла від довжини хвилі;

Б. ... залежність показника заломлення світла від кута падіння світлового пучка на екран; В. ... залежність показника заломлення світла від кута падіння світла на призму; Г. ...утворення веселки.

8. Виберіть правильне закінчення твердження: якщо світловий промінь падає під певним кутом на полірована металеву поверхню, то спостерігається

А заломлення. Б дзеркальне відбивання. В повне поглинання. Г розсіяне відбивання.

9. Явище поляризації світла використовується для...

А. ...отримання спектра; Б. ... перевірки якості обробки поверхонь; В. ... усунення осліплюючої дії фар зустрічного транспорту; Г. ...просвітлення оптики.

10. Який колір мають небо і Сонце для спостерігача, що перебуває в космосі?

А. Такий як і на Землі; Б. Небо чорне, а Сонце такого ж кольору як і на Землі; В. Небо чорне, а Сонце більше ніж при спостереженні з Землі; Г. Сонце і небо білі.

Варіант 2.

1. За якої умови інтерферуючі хвилі підсилюють одна одну?

А. коли різниця ходу двох променів дорівнює λ; Б. коли різниця ходу двох променів дорівнює 1,5λ; В. коли різниця ходу двох променів дорівнює непарному числу півхвиль. Г. коли різниця ходу двох променів дорівнює парному числу півхвиль.

2. Яка фізична величина характеризує колір світла?

А. довжина хвилі; Б. частота хвилі; В. довжина і частота хвилі, Г. швидкість

3. Як зміниться дифракційна картина, якщо збільшити загальну кількість щілин решітки, не змінюючи відстані між ними?

А. Головні максимуми розширюються, чіткість поліпшується; Б.Головні максимуми зближуються, чіткість погіршується; В. Положення головних максимумів не зміниться, але картина стане більш яскравою; Г. Головні максимуми зближуються, чіткість поліпшується.

4. Внаслідок опромінювання білим світлом тіло нам уявляється зеленим, якщо воно…

А. ...однаково поглинає всі промені, що падають на нього; Б. ...поглинає зелені промені і відбиває всі останні; В. ...відбиває зелені промені і поглинає всі останні; Г.Насправді такого кольору тіла не існують.

5. При відбиванні світла від межі розділу двох середовищ...

А. ...кут відбивання дорівнює куту заломлення; Б. ...синус кута відбивання дорівнює синусу кута падіння; В. ... кут відбивання дорівнює куту падіння; Г. ...напрямок променів змінюється протилежним.

6. Явище дисперсії світла використовується…

А. ...для перевірки якості обробки поверхонь; Б. ...для усунення осліплення фарами зустрічних машин; В. ...для отримання призматичного спектру; Г. ...для просвітлення оптики.

7. Світлові хвилі є…

А. ...повздовжніми; Б. ... поперечними; Г. ... стоячими; Г. ...лише біжучими.

8. Хвилі називаються когерентними, якщо…

А. ...вони мають однакову частоту і сталу різницю фаз; Б. ... вони мають однакову довжину; В. ... різниця фаз залишається сталою; Г. ...якщо світло одного кольору.

9. Світло називають монохроматичним, якщо воно має…

А. ...сталу інтенсивність; Б. ... сталу швидкість поширення; В. ... сталу довжину хвилі; Г. ...не заломлюється.

10. Чому для заборонених сигналів на транспорті використовують червоний колір?

А. Промені червоного кольору мають більшу довжину, тому менше затримуються атмосферою; Б. Промені червоного кольору мають більшу інтенсивність, тому їх краще видно; В. Промені червоного кольору мають більший показник заломлення; Г. Відповідно до кольору державної символіки.

Варіант 3.

1. Явище накладання двох когерентних хвиль, в результаті якого в одних точках простору спостерігається підсилення, а в інших послаблення коливань називається:

А. інтерференцією; Б. дифракцією; В. дисперсією. Г. поляризацією

2. Дифракція відбувається, коли довжина хвилі …. від розміру перешкоди:

А. менша ; Б. більша; В. порівняна. Г не залежить

3. Світло від когерентних джерел пропускають через червоний світлофільтр. Інтерференційна картина на екрані являє собою систему темних і червоних смуг. Як зміниться ширина інтерференційних смуг на екрані, якщо червоний світлофільтр замінити синім?

А. Збільшиться; Б. Зменшиться; В. Не зміниться; Г. смуги зникнуть

4. Розкладання призмою білого світла на кольори відбувається в результаті явища…

А. ...дисперсії світлових хвиль; Б. ... інтерференції світлових хвиль; В.... дифракції світлових хвиль; Г. ...поляризації світла.

5. Світловим променем називається

А. Промінь, що виходить із джерела світла в довільному напрямку; Б. Пряма, що показує напрям розповсюдження світла; В. Пряма, що проходить через джерело світла та довільну точку світлової поверхні; Г. Світло, що випромінює ліхтар з рефлектором.

6. Явище інтерференції було досліджено і обґрунтовано в результаті наукових відкриттів…

А. ... Максвелла і Герца; Б. ... Ейнштейна; В. ... Юнга і Френеля; Г. ...Ньютона.

7. З якою фізичною характеристикою світлових хвиль пов'язане сприймання світла?

А. З різною довжиною хвиль світла; Б. З різною інтенсивністю світла; В. З агрегатним станом джерела світла; Г. З значенням швидкості поширення.

8. Умова мінімуму інтерференції…

А. $\Delta r = (k+1)\frac{\lambda}{2}$; Б. $\Delta r = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$; В. . $\Delta r = k\frac{\lambda}{2}$ .. ; Г. . $sin\alpha_1 n_1 = sin\alpha_2 n_2$.

9. Довжина хвилі червоного світла в воді дорівнює довжині хвилі зеленого світла у повітрі. Воду освітлюють червоним світлом. Який колір при цьому бачить людина, що дивиться на світло з під води?

А. Зелений; Б. Червоний; В. Синій. Г. Жовтий.

10. Що змінилося б у навколишньому світі, якби інтенсивність світла при відбиванні не залежала від частоти світлових коливань?

А. Всі оточуючі тіла мали б чорний колір; Б. Всі оточуючі тіла мали б білий колір; В. Всі оточуючі тіла мали б жовтий колір; Г. Не існувало б зору.

Варіант 4.

1. Різниця ходу двох когерентних променів у даній точці дорівнює непарному числу півхвиль. Яку картину будемо спостерігати в цій точці?

А. підсилення коливань; Б. незалежність коливань; В. послаблення коливань, Г. відбивання хвиль.

2. У кабінеті є дифракційні гратки, що мають 50 і 100 штрихів на 1 мм. Яка з них дає на екрані більш широкий спектр за інших рівних умов?

А. перша; Б. друга; В. від кількості штрихів ширина спектра не залежить; Г. спектри будуть однакові.

3. Плівку гасу на поверхні води освітлюють пучком паралельних променів білого світла. У відбитому світлі плівка має райдужне забарвлення. Чи однакова товщина плівки по всій поверхні?

А. Різна в кожній точці поверхні; Б. Однакова в кожній точці поверхні; В. Однакова в місцях, де кольори однакові; Г. Однакова де кольори зникають.

4. Чому кольори веселки і тонких плівок мають різні відтінки?

А. Кольори веселки виникають в результаті дисперсії, а тонких плівок в результаті інтерференції; Б. Кольори веселки більш яскраві внаслідок більшої інтенсивності падаючих променів; В. У веселці відбувається підсилення

інтенсивності внаслідок накладання променів, що двічі відбились всередині краплини; Г. Бо краплини хмар мають відповідні кольори.

5. При переході світла із одного середовища в інше відбувається…

А. ...інтерференція світла; Б. ... дифракція світла; В. ... заломлення світла; Г. розсіювання світла.

6. Абсолютний показник заломлення середовища визначають за формулою:

А. $n = \frac{c}{v}$; Б. $n = \frac{v}{c}$; В. $n = \frac{v_1}{v_2}$; Г. $n = vc$.

7. Швидкість світла у вакуумі…

А. ...менша ніж у речовині; Б. ... більша ніж у речовині; В. ... дорівнює швидкості поширення світла у речовині; Г . ...є нескінченою.

8. Які із властивостей світлових хвиль є доказом їх поперечності?

А. Заломлення; Б. Інтерференція; В. Поляризація; Г. Дифракція.

9. Умова максимуму інтерференції…

А. ... $\Delta r = k\lambda$; Б. ... $\Delta r = k\frac{\lambda}{2}$; В. ... $\Delta r = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$. Г. ... $\sin\alpha_1 n_1 = \sin\alpha_2 n_2$.

10. При переході з повітря в воду світловий промінь відхиляється на кут α. Як зміниться цей кут, якщо на поверхню води налити шар масла?

А. Збільшиться; Б. Зменшиться; В. Не зміниться; Г. Заломлення зникне.

Додаток Л
Критерії визначення рівня досягнень під час виконання лабораторних та практичних робіт [266]

Виконання лабораторних робіт передбачає володіння учнями певною сукупністю умінь, що забезпечують досягнення необхідного результату. У кожному конкретному випадку цей набір умінь залежатиме від змісту досліду й 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 містить:

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

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

в) *уміння спостерігати*, визначати мету й об’єкт спостереження, встановлювати характерні ознаки перебігу фізичних явищ і процесів, виділяти їхні суттєві ознаки;

г) *уміння вимірювати фізичні величини*, користуючись різними вимірювальними приладами й мірами, тобто визначати ціну поділки шкали приладу, її нижню та верхню межу, знімати показання приладу;

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

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

Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів під час виконання лабораторних і практичних робіт

Оцінювання рівня володіння учнями практичними вміннями та навичками під час виконання фронтальних лабораторних робіт, експериментальних задач, робіт фізичного практикуму повинно враховувати знання алгоритмів спостереження, етапів проведення дослідження (планування дослідів чи спостережень, збирання установки за схемою; проведення дослідження, вимірювання фізичних величин), оформлення результатів дослідження — обробка даних експерименту, складання таблиць, побудова графіків тощо; обчислювання похибок вимірювання (за потребою), обґрунтування висновків проведеного експерименту чи спостереження.

Рівні навчальних досягнень	**Критерії**
Початковий рівень (1-3 бали)	Учень (учениця) називає прилади, пристрої та їхнє призначення, демонструє вміння користуватися окремими з них, може скласти схему досліду лише з допомогою вчителя, виконує частину роботи без належного оформлення.
Середній рівень (4-6 балів)	Учень (учениця) виконує роботу за зразком (інструкцією) або з допомогою вчителя, результат роботи учня дає можливість зробити правильні висновки або їх частину, під час виконання та оформлення роботи допущені помилки.
Достатній рівень (7-9 балів)	Учень (учениця) самостійно монтує необхідне обладнання, виконує роботу в повному обсязі з дотриманням необхідної послідовності проведення дослідів та вимірювань. У звіті правильно й акуратно виконує записи, таблиці, схеми, графіки, розрахунки, самостійно робить висновок.
Високий рівень (10-12 балів)	Учень (учениця) виконує всі вимоги, передбачені для достатнього рівня, визначає характеристики приладів і установок, здійснює грамотну обробку результатів, розраховує похибки (якщо потребує завдання), аналізує та обґрунтовує отримані висновки дослідження, тлумачить похибки проведеного експерименту чи спостереження. Більш високим рівнем вважається виконання роботи за самостійно складеним оригінальним планом або установкою, їхнє обґрунтування.

Додаток М
Зразок контрольної роботи з метою визначення загального рівня опанування учнями системою знань з оптики та атомної фізики

ВАРІАНТ 1

1. Явище огинання хвилями перешкод і відхилення їх від прямолінійного поширення називається:

А. дисперсією; Б. дифракцією; В. інтерференцією; Г. поляризацією.

2. Як змінюється довжина світлової хвилі при переході світла із речовини оптично менш густої в речовину оптично більш густу?

А. Збільшиться; Б. Зменшиться; В. Не зміниться; Г. Змінить напрямок.

3. Явище поляризації світла використовується для...

А. ...отримання спектра; Б. ... перевірки якості обробки поверхонь; В. ... усунення осліплюючої дії фар зустрічного транспорту; Г. ...просвітлення оптики.

4. Установіть відповідність «фізичне явище – приклад його прояву»:

1. Інтерференція світла.	А. Райдуга після дощу.
2. Дифракція світла.	Б. Райдужне забарвлення мильних бульбашок.
3. Дисперсія світла.	В. Райдужні переливи капронової тканини.
4. Поляризація світла.	Г. Колір сонця під час сходу.
	Д. Гасіння світла двома турмаліновими пластинками, накладеними одна на одну.

5. У середовищі хвилі монохроматичного світла поширюються із швидкістю $2 \cdot 10^8$м/с. Якою є довжина хвилі світла в цьому середовищі, якщо його частота дорівнює $5 \cdot 10^{14}$ Гц?

6. Яку ширину має весь дифракційний спектр першого порядку, утворений на екрані, віддаленому на 1,5 м від дифракційної решітки з періодом 10 мкм? Довжини світлових хвиль лежать у межах від 380 до 760 нм

7. Два когерентних джерела випромінюють монохроматичне світло з довжиною хвилі 600 нм. Визначити, на якій відстані від центру на екрані буде перший максимум освітленості, якщо відстань до екрана 4 м, а відстань між джерелами 1 мм.

ВАРІАНТ 2

1. Яка фізична величина характеризує колір світла?

А. довжина хвилі; Б. частота хвилі; В. довжина і частота хвилі, Г. швидкість

2. Внаслідок опромінювання білим світлом тіло нам уявляється зеленим, якщо воно…

А. ...однаково поглинає всі промені, що падають на нього; Б. ...поглинає зелені промені і відбиває всі останні; В. ...відбиває зелені промені і поглинає всі останні; Г.Насправді такого кольору тіла не існують.

3. Світлові хвилі є…

А. ...повздовжніми; Б. ... поперечними; Г. ... стоячими; Г. ...лише біжучими.

4. Установіть відповідність «оптичне явище – оптичний пристрій»:

1. Інтерференція світла.	А. Спектроскоп зі скляною призмою
2. Дифракція світла.	Б. Оптичне волокно.
3. Дисперсія світла.	В. Об’єктив фотоапарата
4. Поляризація світла.	Г. Цукрометри
	Д. Дифракційна решітка

5. Довжина хвилі видимого світла у воді 435 нм. Яка довжина хвилі цього світла в повітрі? Показник заломлення води 1,5.

6. Два точкові когерентні джерела світла S_1 і S_2 випромінюють монохроматичне світло з довжиною хвилі 600 нм і освітлюють екран, площина якого паралельна площині, на якій розміщені джерела світла. Відстань між джерелами світла 1,0 мм, а їх відстань до екрана дорівнює 4,0 м. Визначити на якій відстані від точки 0 екрана, яка лежить на перпендикулярі, опущеному із середини відрізка S_1S_2, спостерігається перший максимум освітленості.

7. На дифракційну решітку, що має 500 штрихів на міліметр, падає монохроматичне світло з довжиною хвилі 0,50 мкм. Який найбільший порядок дифракційного максимуму, що його можна спостерігати при нормальному падінні променів на решітку?

ВАРІАНТ 3

1. Явище накладання двох когерентних хвиль, в результаті якого в одних точках простору спостерігається підсилення, а в інших послаблення коливань називається:

А. інтерференцією; Б. дифракцією; В. дисперсією. Г. поляризацією

2. Дифракція відбувається, коли довжина хвилі …. від розміру перешкоди:

А. менша ; Б. більша; В. порівняна. Г не залежить

3. Розкладання призмою білого світла на кольори відбувається в результаті явища…

А. ...дисперсії світлових хвиль; Б. ... інтерференції світлових хвиль; В.... дифракції світлових хвиль; Г. ...поляризації світла.

4. Установіть відповідність «фізичне явище – ім’я вченого, що пов'язаний з його дослідженням»:

1. Інтерференція світла.	А. Гюйгенс
2. Дифракція світла.	Б. Ньютон
3. Дисперсія світла.	В. Грімальді
4. Поляризація світла.	Г. Брюстер
	Д. Френель

5. Яка довжина хвилі жовтого світла у склі з показником заломлення 1,56, якщо довжина хвилі цього світла в повітрі дорівнює 589 нм?

6. За допомогою дифракційної решітки з періодом 5,0 мкм дифракційний максимум першого порядку отримано на відстані 60 мм від центрального. Відстань від решітки до екрана 50 см. Промені світла падають на решітку нормально. Яка довжина світлової хвилі?

7. Два когерентні пучки світла з довжиною хвилі 400 нм перетинаються. Яка інтерференційна картина спостерігається в точці перетину, для якої різниця ходу променів дорівнює 0,5 мм?

ВАРІАНТ 4

1. Когерентні хвилі – це хвилі, які:

А. мають однакову довжину; Б. мають однакову частоту; В. мають однакову довжину і сталу різницю фаз; Г. Мають сталу різницю фаз.

2. У кабінеті є дифракційні гратки, що мають 50 і 100 штрихів на 1 мм. Яка з них дає на екрані більш широкий спектр за інших рівних умов?

А. перша; Б. друга; В. від кількості штрихів ширина спектра не залежить; Г. спектри будуть однакові.

3. Чому кольори веселки і тонких плівок мають різні відтінки?

А. Кольори веселки виникають в результаті дисперсії, а тонких плівок в результаті інтерференції; Б. Кольори веселки більш яскраві внаслідок більшої інтенсивності падаючих променів; В. У веселці відбувається підсилення інтенсивності внаслідок накладання променів, що двічі відбились всередині краплини; Г. Бо краплини хмар мають відповідні кольори.

4. Установіть відповідність «фізичне явище – приклад його застосування»:

1. Інтерференція світла.	А. Визначення довжини світлової хвилі
2. Дифракція світла.	Б. У фотографії гасіння відблисків від поверхні води
3. Дисперсія світла.	В. Вивчення складу речовин (спектральний аналіз)
4. Поляризація світла.	Г. Визначення швидкості поширення світла
	Д. Просвітлення оптики

5. Довжина хвилі видимого світла дорівнює $3{,}2 \cdot 10^{-7}$ м, а її частота $5 \cdot 10^{14}$ Гц. Якою є швидкість поширення хвилі в цьому середовищі?

6. Екран освітлюється двома когерентними джерелами. У деяку точку екрана світлові хвилі попадають, пройшовши відстані, які відрізняються на 2,25 мкм. Що спостерігається у цій точці, якщо світло зелене, частота хвилі якого 600 ТГц?

7. Для визначення періоду дифракційної гратки на неї направляють пучок світла довжиною хвилі 0,76 мкм. Який період гратки, якщо на екрані, віддаленому від неї на 1 м, відстань між спектрами першого порядку дорівнює 15,2 см?

Додаток Н.1
Анкета експерта

1. Назва установи_____
2. Прізвище, ім’я, по-батькові_____
3. Посада_____
4. Вчений ступінь, звання_____
5. Науково-педагогічний (педагогічний) стаж_____
6. Дата і місце проведення експертизи_____

I. Визначити оцінку відносної важливості кожної з вимог окремо в балах від 0 до 100 щодо навчально-методичного комплексу експериментального вивчення оптики та атомної фізики і його запровадження в навчально-виховному процесі з фізики старшої школи.

№	Вимоги	Оцінка відносної важливості
1. 2. 3. 4.	Дидактичні Інформаційні Науково-технічні Відповідності змісту навчального матеріалу	

II. Підкресліть необхідні числові значення у шкалі оцінок джерел Вашої 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 закордонних авторів	0,05	0,05	0,05
Особисте знайомство зі станом справ з даної проблеми	0,05	0,05	0,05
Інтуїція	0,05	0,05	0,05

III. Вкажіть важливість обговорюваної проблеми за шкалою:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

_____Ваш підпис

Дякуємо за участь в експертизі!

Зворотний бік анкети

Навчально-методичний комплекс експериментального вивчення оптики та атомної фізики реалізує у системі навчального фізичного експерименту старшої школи взаємозв'язок реального та віртуального і включає:

1. комплект приладів для проведення реального експерименту «Оптична міні-лава»;
2. універсальний навчальний комплект «Спектрометр.01»
3. цифровий навчальний комплект, який містить інструкції до проведення лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму в електронному варіанті, інструкції – презентації до проведення лабораторних робіт учнями, інструкції – відеофрагменти, добірку віртуального експерименту (як демонстраційного, так і лабораторного), тести для перевірки готовності учнів до проведення лабораторного експерименту та перевірки засвоєння емпіричних знань учнів, каталог цифрових об'єктів, що містять навчальний експеримент.
4. методичне забезпечення у вигляді навчально-методичних посібників: 1) Величко С. П. Оптична міні-лава та інтегрований навчальний експеримент. Посібник для студентів фіз.-мат. фак-тів пед. вищих навч. закладів. Частина 1. /С.П.Величко, І.М.Гладкий, Д.О.Денисов, В.В.Неліпович, І.В.Сальник, Е.П.Сірик/ [ред.С.П.Величка.] – Кіровоград: РВВ КДПУ ім.В.Винниченка, 2008. – 148 с.

   2) Величко С. П. Оптична міні – лава та інтегрований навчальний експеримент. Частина 2. Навчальний фізичний експеримент з комплектом «Оптична міні-лава». Посібник для вчителів та студентів пед. вищих навч.закладів / С.П.Величко, І.В.Сальник, Е.П.Сірик – у 2-х частинах – Кіровоград: ЦОП «Авангард», 2015. – 135 с.

   3) Величко С. П. Інтегрований навчальний експеримент з квантової оптики та атомної фізики. Посібник для вчителів та студентів пед. вищих навч.закладів / С.П.Величко, І.В.Сальник, Е.П.Сірик – Кіровоград: ЦОП «Авангард», 2015. – 92 с.
5. 44 демонстраційних досліди, 16 фронтальних лабораторних робіт та 19 робіт фізичного практикуму, що передбачають запровадження синергетичного підходу до їх виконання, 14 експериментальних задач та 45 навчальних проектів для реалізації їх в процесі навчання фізики

Додаток Н.2

Експертні оцінки, їх ранги щодо відносної важливості вимог та дані про визначення коефіцієнта конкордації експертних оцінок

Таблиця Н.2.1

№	Дид	R_1	Інф	R_2	Наук-тех	R_3	Відн	R_4	L_1	T_1	T_i
1	80	3	90	1,5	70	4	90	1,5	1	2	6
2	90	1	80	3	80	3	80	3	1	3	24
3	90	2	85	3	80	4	100	1	0	0	0
4	90	3	100	1	90	3	90	3	1	3	24
5	100	2	100	2	95	4	100	2	1	3	24
6	95	2	80	3	80	3	95	2	2	4	12
7	90	1,5	80	4	85	3	90	1,5	1	2	6
8	100	1	80	4	85	3	90	2	0	0	0
9	90	3	95	2	50	4	100	1	0	0	0
10	85	2,5	80	4	85	2,5	95	1	1	2	6
11	85	3	75	4	95	2	100	1	0	0	0
12	100	2,5	100	2,5	100	2,5	100	2,5	1	4	12
13	75	4	85	2	80	3	100	1	0	0	0
14	80	4	90	2	90	2	90	2	1	3	24
15	100	1,5	90	3	80	4	100	1,5	1	2	6
16	95	1,5	85	4	95	1,5	90	3	1	2	6
17	90	1	80	2,5	70	4	80	2,5	1	2	6
18	80	2	70	3	70	3	80	2	2	4	12
19	100	1	90	3	85	4	95	2	0	0	0
20	90	2,5	100	1	60	4	90	2,5	1	2	6
21	95	3	95	3	100	2	100	2	2	4	12
22	90	4	100	1	95	2,5	95	2,5	1	2	6
23	60	4	90	1,5	90	1,5	80	3	1	2	6
24	100	1,5	85	4	100	1,5	90	3	1	2	6
25	90	2,5	75	4	100	1	90	2,5	1	2	6
26	60	4	70	2	65	3	80	1	0	0	0
27	70	2,5	70	2,5	60	4	90	1	1	2	6
28	80	3,5	80	3,5	90	2	100	1	1	2	6
29	85	2	75	3	70	4	90	1	0	0	0
30	70	4	90	2	80	3	100	1	0	0	0
31	50	4	80	1,5	70	3	80	1,5	1	2	6
32	90	2,5	100	1	80	4	90	2,5	1	2	6
33	85	2	60	3	40	4	90	1	0	0	0
34	75	4	80	3	90	2	100	1	0	0	0
35	95	1,5	90	3	80	4	95	1,5	1	2	6
36	100	1,5	90	3,5	90	3,5	100	1,5	2	4	12
37	95	1	90	2	70	4	85	3	0	0	0
38	80	3	100	1,5	100	1,5	70	4	1	2	6
39	90	2,5	95	1	80	4	90	2,5	1	2	6
40	95	1	75	3	70	4	85	2	0	0	0
41	80	2	65	3	50	4	90	1	0	0	0
42	80	3	70	4	90	1,5	90	1,5	1	2	6
43	90	3	100	1	90	3	90	3	1	3	24
44	95	1,5	90	3	80	4	95	1,5	1	2	6
45	95	2	90	3	70	4	100	1	0	0	0
46	70	2	60	4	65	3	80	1	0	0	0

Продовження таблиці Н.2.1

47	70	1	50	2	40	4	60	3	0	0	0
48	95	2,5	95	2,5	85	4	100	1	1	2	6
49	90	2	90	2	70	4	90	2	1	3	24
50	70	2,5	70	2,5	60	4	80	1	1	2	6
51	95	2,5	95	2,5	80	4	100	1	1	2	6
52	100	1,5	90	3	70	4	100	1,5	1	2	6
53	100	1	85	3,5	85	3,5	95	2	1	2	6
54	90	2,5	90	2,5	50	4	100	1	1	2	6
55	75	2,5	70	4	80	1	75	2,5	1	2	6
56	95	2	90	3	75	4	100	1	0	0	0
57	100	1,5	90	3	80	4	100	1,5	1	2	6
58	100	1,5	90	3,5	90	3,5	100	1,5	2	4	12
59	90	3	100	1,5	60	4	100	1,5	1	2	6
60	100	1	80	3	85	2	75	4	0	0	0
61	80	4	95	1	90	2,5	90	2,5	1	2	6
62	90	2,5	100	1	60	4	90	2,5	1	2	6
63	95	1	90	2,5	85	4	90	2,5	1	2	6
64	95	2	90	3	65	4	100	1	0	0	0
65	100	1	95	2,5	80	4	95	2,5	1	2	6
66	85	3	75	4	90	1,5	90	1,5	1	2	6
67	75	2	60	3	36	4	80	1	0	0	0
68	100	1	85	3,5	95	2	85	3,5	1	2	6
69	95	1,5	75	4	90	3	95	1,5	1	2	6
70	100	1	95	2,5	95	2,5	90	4	1	2	6
71	80	2,5	75	4	80	2,5	90	1	1	2	6
72	90	2,5	90	2,5	70	4	100	1	1	2	6
73	95	1,5	90	3	85	4	95	1,5	1	2	6
74	90	2	90	2	85	4	90	2	1	3	24
75	90	3,5	100	1,5	100	1,5	90	3,5	2	4	12
76	85	3	75	4	90	1,5	90	1,5	1	2	6
77	85	2	80	3	75	4	90	1	0	0	0
78	90	2,5	90	2,5	80	4	100	1	1	2	6
79	80	4	90	2	90	2	90	2	1	3	24
80	90	2	80	4	90	2	90	2	1	3	24
81	70	3,5	75	2	70	3,5	80	1	1	2	6
82	100	1	85	3	70	4	90	2	0	0	0
83	90	2,5	100	1	65	4	90	2,5	1	2	6
84	100	1,5	80	4	90	3	100	1,5	1	2	6
85	95	1,5	85	4	95	1,5	90	3	1	2	6
86	70	4	90	1	80	2,5	80	2,5	1	2	6
87	80	1,5	75	3	70	4	80	1,5	1	2	6
88	90	2,5	100	1	80	4	90	2,5	1	2	6
89	100	1	90	2,5	60	4	90	2,5	1	2	6
90	95	2,5	100	1	90	4	95	2,5	1	2	6
91	60	4	90	1,5	80	3	90	1,5	1	2	6
92	90	2,5	75	4	100	1	90	2,5	1	2	6
93	90	1,5	60	4	70	3	90	1,5	1	2	6
94	95	1	90	2	70	4	80	3	0	0	0
95	60	4	100	1	85	2	80	3	0	0	0
96	75	1,5	75	1,5	70	3	60	4	1	2	6
97	90	1,5	90	1,5	80	4	85	3	1	2	6
98	100	1	90	2,5	90	2,5	80	4	1	2	6

Продовження таблиці Н.2.1

99	60	4	90	1	80	2,5	80	2,5	1	2	6
100	95	2	90	3	75	4	100	1	0	0	0
101	75	4	85	2	80	3	90	1	0	0	0
102	95	1	90	2,5	85	4	90	2,5	1	2	6
103	90	2,5	90	2,5	80	4	100	1	1	2	6
104	70	4	90	2	80	3	100	1	0	0	0
105	95	1,5	90	3	80	4	95	1,5	1	2	6
106	90	2	60	4	70	3	100	1	0	0	0
107	95	1	75	3	70	4	80	2	0	0	0

Додаток Н.3
Дані про визначення компетентності експертів

Таблиця Н.3.1

№	Джерело аргументації						Коеф. аргум. Ка	Коеф. знайомс. Кз	Коеф. компет.. Кк
	1	2	3	4	5	6			
1	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
2	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
3	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
4	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
5	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
6	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,9
7	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,9
8	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
9	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,9	0,85
10	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6	0,8	0,9
11	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
12	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
13	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
14	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
15	0,3	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7	1	0,85
16	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
17	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
18	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
19	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
20	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
21	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	1	0,95
22	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	1	0,9
23	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,5	0,65
24	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
25	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
26	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
27	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
28	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
29	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
30	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	1
31	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
32	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,9	0,85
33	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
34	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
35	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7
36	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
37	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7
38	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,2	0,5
39	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75

Продовження таблиці Н.3.1

40	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,7	0,85
41	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
42	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
43	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
44	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
45	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
46	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6	0,5	0,55
47	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
48	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
49	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,7	0,85
50	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6	0,6	0,6
51	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
52	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,5	0,65
53	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
54	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,5	0,65
55	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
56	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
57	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
58	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	1	0,95
59	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
60	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
61	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	1	0,9
62	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
63	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
64	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7
65	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
66	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
67	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
68	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
69	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
70	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
71	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7
72	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
73	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
74	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,6	0,75
75	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
76	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,85
77	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
78	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,5	0,65
79	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
80	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
81	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
82	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
83	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
84	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,7	0,85
85	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,6	0,75
86	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9

Продовження таблиці Н.3.1

87	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
88	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
89	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
90	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
91	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
92	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
93	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,5	0,75
94	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,85
95	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
96	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7
97	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
98	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
99	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
100	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
101	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
102	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
103	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
104	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
105	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7
106	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
107	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8

Маловисківська загальноосвітня школа №3 І-ІІІ ступенів
Маловисківської міської ради
Кіровоградської області
вул. 20 років Жовтня, 3, м. Мала Виска, 26200, тел./факс (05258) 5-32-31
e-mail: mv_school3@ukr.net Код ЄДРПОУ 26504324

20.04.2016 р. №85
на №301 від 19 XI 2015

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження **Сальник І.В.**
«Інтеграція реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі»

Упродовж 2013-2015 років на базі Маловисківської ЗШ №3 І-ІІІ ст. під керівництвом І.В.Сальник було організовано та проведено експериментальне навчання з теми дослідження. Розроблені автором методичні підходи до комплексного використання в системі навчального фізичного експерименту *реальних досліджень учнів* та *інформаційно-комунікаційних технологій* дозволили покращити якість знань учнів з оптики та атомної фізики, підвищити їх зацікавленість вивченням фізики, забезпечити збереження залишкових знань та умінь учнів на достатньо високому рівні.

У навчально-виховному процесі використовувались практичні рекомендації І.В.Сальник, зокрема дістали реалізації навчально-методичні матеріали щодо запровадження в навчальному експерименті з оптики різнорівневих лабораторних робіт із комплектом «Оптична міні-лава». Одночасно у практиці навчання учнів були використані матеріали цифрового навчального комплекту, запропоновані автором дослідження.

Результати експериментального навчання показали ефективність розробленої І.В.Сальник нової моделі системи навчального фізичного експерименту та навчально-методичного комплексу експериментального *вивчення оптики та атомної фізики, який успішно впроваджений у процес* навчання фізики учнів 11 класу.

Довідка видана для пред'явлення за місцем захисту дисертації.

Маловисківська загальноосвітня школа №3 І-ІІІ ступенів Маловисківської міської ради Кіровоградської області 26504324

Директор І.С.Шусь

КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНЕ ОБ'ЄДНАННЯ ПРИРОДНИЧО-ЕКОНОМІКО-ПРАВОВИЙ ЛІЦЕЙ – СПЕЦІАЛІЗОВАНА ШКОЛА І-ІІІ СТУПЕНІВ № 8 – ПОЗАШКІЛЬНИЙ ЦЕНТР КІРОВОГРАДСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ"
вул. Беляєва, 1, м. Кіровоград, 25030, тел. 0 (522) 56-13-11
e-mail: lyceum_s.school8@mail.ru Код ЄДРПОУ 32791149

№535 від 18.12.2015

ДОВІДКА
про впровадження результатів дисертаційного дослідження Сальник Ірини Володимирівни з теми «Інтеграція реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі»

Цією довідкою підтверджуємо, що під керівництвом вчителя вищої категорії, доцента І.В.Сальник упродовж 2013-2015 років на базі Комунального закладу «НВО природничо – економіко – правовий ліцей – спеціалізована школа І-ІІІ ст.№ 8 – позашкільний центр Кіровоградської міської ради Кіровоградської області» було проведено констатувальний зріз знань та експериментальне навчання за матеріалами наукового дослідження з теми «Інтеграція реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі».

У навчальному процесі дістала практичної реалізації розроблена автором система навчального експерименту старшої школи на основі комплексного використання реального та віртуального. Зокрема, позитивну оцінку отримали практичні рекомендації щодо втілення нових методичних підходів в процесі навчання оптики та атомної фізики: проведення навчального експерименту на реальному обладнанні (комплект «Оптична міні-лава») з наступним опрацюванням результатів за допомогою комп'ютерних програм (наприклад, MS Excel); проведення експерименту як за допомогою реального обладнання, так і віртуально, порівняння результатів експериментів, проведення аналізу результатів та формулювання висновків; проведення віртуального експерименту в домашніх умовах з метою підготовки до проведення реального дослідження, повторення вивченого, ознайомлення з принципом дії приладів та установок і т.д.

Вчителями фізики було виявлено, що пропонована методика не викликає в учнів перевантаження та узгоджується з вимогами навчальних програм з фізики.

Завдяки запропонованим методичним підходам до вивчення питань оптики та атомної фізики, що були реалізовані в процесі навчання, підвищився рівень знань з фізики учнів експериментальних груп, інтерес до вивчення предмета, активність та самостійність учнів в опануванні фізичними знаннями, що свідчить про ефективність запровадження нової моделі системи навчального фізичного експерименту в старшій школі.

Директор Яковлев І.В.

Тарасівський навчально-виховний комплекс
«Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів-дошкільний навчальний заклад»
28214 вул. Шкільна, 1, с. Тарасівка,, тел./факс (05241) 9-52-14,
e-mail: tnvk-7919@ukr.net

№286 від 27.11.2015р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження з теми **«Інтеграція реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі»**,проведеного Сальник Іриною Володимирівною

Дана довідка підтверджує, що у Тарасівському навчально-виховному комплексі «Загальноосвітня школа І – ІІІ ступенів – дошкільний навчальний заклад» протягом протягом 2013-2015 років проводився педагогічний експеримент по впровадженню нової моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи в процесі вивчення оптики та атомної фізики. Експеримент проводився за участі вчителя фізики
Кісіля Сергія Олександровича.

Для проведення експерименту були запропоновані методичні рекомендації по організації діяльності учнів в процесі проведення навчального фізичного експерименту з урахуванням запровадження в навчальному процесі інформаційно-комунікаційних технологій. Упродовж експериментального навчання І.В.Сальник проводила консультації щодо запровадження авторських методичних підходів, особливо в процесі проведення лабораторних робіт та фізичного практикуму з використанням комплекту обладнання «Оптична міні-лава».

Запропонована методика організації навчальної діяльності учнів у процесі експериментального вивчення оптики та атомної фізики на основі взаємозв'язку реального експерименту та інформаційно-комунікаційних технологій показала суттєве підвищення навчальних досягнень учнів, зацікавленості до вивчення фізики та процесу експериментування, значні позитивні зрушення у розумінні сутності фізичних явищ та експериментальному їх підтвердженні.

Довідка видана для пред'явлення за місцем захисту дисертації.

Директор НВК О.М. Кісіль

УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ КІРОВОГРАДСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ
Комунальний заклад «Педагогічний ліцей
Кіровоградської міської ради Кіровоградської області»

Вул. ШЕВЧЕНКА, 1
м. КІРОВОГРАД, 25006, УКРАЇНА
UKRAINE
Тел: /0522/ 22-58-43
www.kspu.kr.ua/litcey/
E-mail: pedlitsej@rambler.ru
pedlitsej@rambler.ru

SHEVCHENKO ST, 1
KIROVOGRAD, 25006,

Tel: /380 522/ 22-58-43
www.kspu.kr.ua/litcey/
E-mail:

«18» грудня 2015 р. №335

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Сальник Ірини Володимирівни «Інтеграція реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі»

Упродовж 2010 – 2015 років на базі Комунального закладу «Педагогічний ліцей Кіровоградської міської ради Кіровоградської області» проводилось експериментальне навчання з теми дослідження. Експеримент проводився за участі вчителів фізики Сальник І.В, Чінчоя О.О., Волчанського О.В. Експериментом було охоплено понад 250 учнів ліцею.

Експериментальне навчання мало на меті перевірити ефективність запропонованої автором моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи, що грунтується на взаємопов'язаному використанні реального та комп'ютерного навчального експерименту. В процесі навчання були використані розроблені автором методичні рекомендації щодо запровадження під час вивчення оптики та атомної фізики комплекту приладів «Оптична міні-лава» та цифрового навчального комплекту. Запроваджувалося проведення лабораторних робіт як з реальним обладнанням, так і віртуально з використанням програмно-педагогічного забезпечення. На уроках широко використовувалися комп'ютерні моделі комплексно із демонстраціями оптичних явищ у вигляді натурного експерименту, із залученням учнів до їх проведення та аналізу.

Розроблені автором методичні підходи до комплексного використання в системі навчального фізичного експерименту реальних досліджень учнів та інформаційно-комунікаційних технологій дозволили покращити якість знань учнів, підвищити їх зацікавленість вивченням фізики, забезпечити збереження залишкових знань та умінь учнів на достатньо високому рівні.

Довідка видана для пред'явлення за місцем захисту дисертації.

Директор
КЗ «Педагогічний ліцей Кіровоградської
міської ради Кіровоградської області» Н.Ю.Чередніченко

20 листопада 15

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Сальник Ірини Володимирівни «Інтеграція реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі»

Протягом 2014-2015 навчального року у Кіровоградській гімназії нових технологій навчання Кіровоградської міської ради Кіровоградської області проводився педагогічний експеримент по впровадженню нової моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи, яка реалізовувалась під час вивчення оптики та атомної фізики в 11 класі. Процес навчання проводився під керівництвом та за безпосередньої участі автора дослідження І.В.Сальник, яка проводила консультації з вчителями фізики та надала необхідні методичні матеріали для проведення експериментального навчання.

В процесі навчання були використані розроблені автором методичні рекомендації щодо запровадження під час вивчення хвильової оптики комплекту приладів «Оптична міні-лава» та цифрового навчального комплекту. У ході експериментального навчання використовувалися також розроблені І.В.Сальник тестові завдання до лабораторних робіт з метою перевірки готовності учнів до їх виконання та завдання до робіт фізичного практикуму з метою перевірки засвоєння учнями теоретичного матеріалу.

Запропонована методика організації навчальної діяльності учнів у процесі вивчення оптики та атомної фізики на основі взаємозв'язку реального експерименту та інформаційно-комунікаційних технологій показала суттєве підвищення навчальних досягнень учнів. Методичні підходи до організації навчальної діяльності учнів в процесі експериментування узгоджуються з вимогами стандартів освіти, активізують пізнавальну діяльність учнів.

Результати експерименту підтверджують ефективність та доцільність запровадження нової моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи та відповідного навчально-методичного забезпечення у практику навчання фізики в загальноосвітніх навчальних закладах.

Довідка видана для пред'явлення за місцем захисту дисертації.

КІРОВОГРАДСЬКА МІСЬКА РАДА КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ * КІРОВОГРАДСЬКА ГІМНАЗІЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ * 33142620

Директор Краснова Л.С.

Черкаська районна рада
Черкаської області
Леськівська загальноосвітня
школа І-ІІІ ступенів Черкаської
районної ради Черкаської області
ідентифікаційний код 24354783

02.12.2015
№292

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження з теми **«Інтеграція реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі»,** проведеного Сальник Іриною Володимирівною

За матеріалами дисертаційного дослідження на тему «Інтеграція реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі» упродовж 2013-2015 років на базі Леськівської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів Черкаської районної ради Черкаської області І.В.Сальник проводилося експериментальне навчання.

У навчально-виховному процесі закладу використовувалися та дістали схвалення вчителів теоретичні ідеї та практичні рекомендації І.В.Сальник щодо взаємопов'язаного запровадження в системі навчального фізичного експерименту старшої школи реальних та віртуальних дослідів. Зокрема, в процес навчання фізики був впроваджений навчально-методичний комплекс експериментального вивчення оптики та атомної фізики, який включає комплект обладнання «Оптична міні-лава», цифровий навчальний комплект та методичні матеріали щодо їх використання під час різних видів діяльності учнів.

За безпосереднього керівництва І.В.Сальник та із залученням вчителів фізики були реалізовані пропоновані автором нові методичні підходи до експериментування в старшій школі з урахуванням психолого-педагогічних особливостей учнів цього віку, а також широкого використання інформаційно-комунікаційних технологій. Запроваджувалося проведення лабораторних робіт як з реальним обладнанням, так і віртуально з використанням програмно-педагогічного забезпечення. На уроках широко використовувалися комп'ютерні моделі комплексно із демонстраціями явищ у вигляді натурного експерименту, із залученням учнів до їх проведення та аналізу.

Запропонована методика організації навчальної діяльності учнів у процесі експериментального вивчення оптики та атомної фізики на основі взаємозв'язку реального та віртуального експерименту, яка впроваджена у процесі навчання фізики, показала суттєве підвищення навчальних досягнень учнів, зацікавленості до вивчення фізики та процесу експериментування, значні позитивні зрушення у розумінні сутності фізичних явищ та експериментальному їх підтвердженні.

Довідка видана для пред'явлення за місцем захисту дисертації.

Директор Г.І.Баранник

Україна
* * *
Смілянська міська рада
Черкаської області
ська загальноосвітня школа
ступенів №11 Смілянської
ої ради Черкаської області
* 21380863 *

11. 2015 №319

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Сальник Ірини Володимирівни з теми
«Інтеграція реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі»

Протягом 2014-2015 навчального року у Смілянській загальноосвітній школі I-III ступенів № 11 проводився педагогічний експеримент по впровадженню нової моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи, яка реалізовувалась під час вивчення оптики та атомної фізики в 11 класі. Процес навчання проводився під керівництвом вчителя фізики О.І.Діденка, а також за безпосередньої участі автора дослідження І.В.Сальник, яка проводила консультації та надала необхідні методичні матеріали для проведення експериментального навчання.

Розроблені автором методичні підходи щодо проведення демонстрацій вчителем та лабораторних досліджень учнями із комплексним впровадженням реальних дослідів та комп'ютерного моделювання знайшли своє втілення в процесі навчання. Зокрема, широко використовувались підходи щодо варіативного виконання робіт фізичного практикуму, виконання експериментів вдома за допомогою відповідного програмного забезпечення та інше.

Результатом впровадження в навчальний процес нових підходів до проведення навчального експерименту стало підвищення загального рівня навчальних досягнень учнів з оптики та атомної фізики, активності та самостійності в опануванні фізичними знаннями, удосконалення вмінь використовувати набуті знання на практиці, зокрема в процесі експериментальної діяльності. Отже, результати експериментального навчання показали ефективність розробленої І.В.Сальник нової моделі системи навчального фізичного експерименту та навчально-методичного комплексу, який успішно впроваджений у процес навчання фізики учнів 11 класу.

Довідка видана для пред'явлення за місцем захисту дисертації.

Директор В.М.Підмогильна

УКРАЇНА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УПРАВЛІННЯ КОМУНАЛЬНОГО МАЙНА
ТА ПРИВАТИЗАЦІЇ ХАРКІВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ
ХАРКІВСЬКА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА
І-ІІІ СТУПЕНІВ №51
ХАРКІВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ
ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ
№23906921
61103, м.Харків, пр.Леніна, 68-Б, тел. 343-43-88, 343-45-44
№ 314 від 15 - 12 2015

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження Сальник Ірини Володимирівни «Інтеграція реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі»

Дійсна довідка підтверджує, що упродовж 2013-2015 років у Харківській загальноосвітній школі І-ІІІ ступенів №51 Харківської міської ради Харківської області проводився педагогічний експеримент щодо запровадження в навчально-виховному процесі з фізики нових підходів до організації та проведення навчального фізичного експерименту старшої школи на основі взаємопов'язаного комплексного використання реального та віртуального.

У навчально-виховному процесі закладу використовувалися та дістали схвалення вчителів практичні рекомендації І.В.Сальник щодо взаємопов'язаного запровадження в системі навчального фізичного експерименту старшої школи реальних дослідів та інформаційно-комунікаційних технологій. Зокрема, в процес навчання фізики був впроваджений навчально-методичний комплекс експериментального вивчення оптики та атомної фізики, який включає комплект обладнання «Оптична міні-лава», цифровий навчальний комплект та методичні посібники щодо їх використання під час різних видів діяльності учнів.

В процесі проведення педагогічного експерименту учні залучалися до таких видів діяльності як безпосереднє проведення досліджень на уроці, використання комп'ютерних моделей для дослідження явищ в домашніх умовах та підготовки навчальних проектів, розв'язування експериментальних задач та інші.

В результаті впровадження в навчальний процес нових підходів до проведення навчального експерименту було виявлено підвищення загального рівня навчальних досягнень учнів з оптики та атомної фізики, активності та самостійності в опануванні фізичними знаннями, значні позитивні зрушення у розумінні сутності фізичних явищ та експериментальному їх підтвердженні.

Довідка видана для пред'явлення за місцем захисту дисертації.

Директор ХЗОШ № 51 Ю.П. Ситник