

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені М.П.Драгоманова**

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)

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора педагогічних наук



Київ – 2016

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Кіровоградському державному педагогічному університеті імені Володимира Винниченка, Міністерство освіти і науки України.

Науковий консультант: доктор педагогічних наук, професор
Величко Степан Петрович,
Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка,
завідувач кафедри фізики та методики її викладання.

Офіційні опоненти: доктор педагогічних наук, професор
Сергієнко Володимир Петрович,
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, завідувач кафедри комп'ютерної інженерії і освітніх вимірювань;

доктор педагогічних наук, професор
Богданов Ігор Тимофійович,
Бердянський державний педагогічний університет,
професор кафедри технічних дисциплін;

доктор педагогічних наук, професор
Павленко Анатолій Іванович,
Комунальний заклад «Запорізький обласний інститут післядипломної педагогічної освіти» Запорізької обласної ради, професор кафедри дидактики та методик навчання природничо-математичних дисциплін.

Захист відбудеться « » червня 2016 року о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.053.06 у Національному педагогічному університеті імені М.П.Драгоманова (01601, м. Київ, вул. Пирогова, 9).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова, 01601, м.Київ, вул.Пирогова, 9.

Автореферат розісланий « » травня 2016 року.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат педагогічних наук, доцент



Л.В.Мініч

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність дослідження. 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 світорозуміння та науково-технічного прогресу.

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. Бузова, 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, присвячена достатня кількість наукових та науково-методичних праць і досліджень (П.С. Атаманчук, В.Ю. Биков, 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. Оришин,

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 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. Андрєєва, 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. Шевченкота 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 вагомим 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 віртуально 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 запитамі 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 умов 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 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.), в рамках яких автором розроблялися: навчально-методичний комплекс експериментального вивчення оптики та атомної фізики (новий комплект «Оптична міні-лава», комплекти сучасного обладнання з вивчення оптичного випромінювання та відповідне методичне забезпечення), теоретичні основи синергетичного підходу в процесі навчання фізики і в системі навчального фізичного експерименту, методична система навчального фізичного експерименту.

Тема дисертаційного дослідження затверджена Вченою радою Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (протокол № 4 від 28.10.2013 р.) 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. Упровадити пропоновану методичну систему навчального фізичного експерименту старшої школи на засадах інтеграції реального та віртуального в навчально-виховний процес загальноосвітніх навчальних закладів.

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

- *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 запропонованої 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 віртуально орієнтованого середовища з фізики та системи навчального фізичного експерименту, визначення найбільш доцільної побудови моделі та методичної системи навчального фізичного експерименту з урахуванням взаємозв'язків віртуальної та реальної складових; *моделювання* – для розробки обґрунтованої функціональної моделі та методичної 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 методичної системи 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 методичної 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 методичної системи навчального фізичного експерименту на основі інтеграції віртуального та реального та навчально-методичного комплексу експериментального вивчення оптики та атомної фізики; *експертне оцінювання* – з метою оцінки педагогічної ефективності навчально-методичного комплексу експериментального вивчення оптики та атомної фізики і пропонованого методичного забезпечення; *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 системи інтегрованого навчального фізичного експерименту старшої школи;
- *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 реального та віртуального 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 напрямках 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 інтеграцію 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 його реальної та віртуальної 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 I-III ступенів №8 – позашкільний центр Кіровоградської міської ради» (довідка №553, від 18.12.2015), Маловисківської ЗОШ №3 I-III ст. Кіровоградської області (довідка №301 від 19.11.2015), Тарасівського навчально-виховного комплексу «ЗОШ I-III ст. – дошкільний навчальний заклад» Новгородківської районної ради Кіровоградської області (довідка №286 від 27.11.2015), Смілянської ЗОШ I-III ст. №14 Черкаської області (довідка №319 від 27.11.2015), Леськівської ЗОШ I-III ст. Черкаської районної ради Черкаської області (довідка №292 від 02.12.2015), Харківської ЗОШ №51 I-III ст. Харківської міської ради (довідка №314 від 15.12.2015).

Особистий внесок здобувача у працях, виконаних у співавторстві:

- у праці [2] обґрунтовані теоретичні основи та запропонований навчальний експеримент на основі нового обладнання з використанням засобів ІКТ;
- у працях [3, 4, 5] автору дисертації належить опрацювання досліджень та розробка методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи, навчальний експеримент з оптики та атомної фізики на основі нового комплексу, 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 та атомної фізики;
- [6] – розробка методичної системи фізичного експерименту, підготовка та опрацювання фізичного практикуму з використанням ІКТ;
- [7] – формулювання теоретичних положень до лабораторних робіт, удосконалення досліджень за рахунок запровадження комп'ютерного експерименту;
- [8] – розроблення тестових завдань до розділів «Хвильова оптика», «Квантова фізика», «Атомна і ядерна фізика»;
- [11, 13, 20] – визначення концептуальних положень проблеми дослідження та їх теоретичне обґрунтування, розробка методичного забезпечення;
- [22] – формулювання теоретичних положень, методичних підходів до визначення змісту віртуальної складової навчального фізичного експерименту;
- [34, 35] – теоретичне обґрунтування та розробка моделей;
- [16] – конкретизація теоретичних положень запровадження інформаційних технологій в навчальному експерименті з механіки;
- [39] – розробка нової лабораторної роботи на основі комплексу обладнання;
- у працях [41, 45, 60] автору належить теоретичне обґрунтування реалізації в системі навчального фізичного експерименту сучасних підходів з урахуванням нових функцій, що виконує експеримент у старшій школі.
- у працях [50, 51] виділено методичні підходи та конкретні напрями запровадження інформаційно-комунікаційних технологій в процесі 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, м. Одеса).

З метою обговорення та оцінки створене автором навчальне обладнання, методичне забезпечення та запропонована методична система були представлені на методичному семінарі 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).

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.

Структура дисертації. Дисертація складається із вступу, п’яти розділів, висновків до кожного розділу, висновків, списку використаних джерел (460 найменувань), 11 додатків. Повний обсяг дисертації – 490 сторінок, основний текст складає 392 сторінки і містить 12 таблиць та 54 рисунки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

У вступі обгрунтовано вибір теми дослідження, її актуальність та доцільність, визначено об’єкт, предмет, мету, завдання та обрані методи дослідження; висвітлено наукову новизну, практичне значення роботи; подані відомості про апробацію та впровадження результатів дослідження.

У розділі 1 «Теоретичні основи інтеграції реального та віртуального навчального фізичного експерименту старшої школи» проведений аналіз філософської, психолого-педагогічної та методичної літератури з метою виявлення чинників впливу на процес формування віртуально орієнтованого середовища з фізики і запровадження реального та віртуального в процесі навчання фізики учнів старшої школи. 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 суперечностей.

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, доповнюючи та змінюючи його, розширюючи можливості, створюючи умови реалізації нових форм і методів навчання. Серед тенденцій розвитку такого середовища в навчальному процесі з фізики нами виділена інтеграція реального та віртуального фізичного експерименту в старшій школі.

Показано, що процес навчання фізики в старшій школі пов’язаний із створенням і розвитком віртуально орієнтованого навчального середовища, що вимагає дослідження психологічних основ віртуальності та її впливу на формування особистості учня. Нами виявлено, що психолого-педагогічні проблеми використання інформаційних технологій в конкретних видах діяльності, зокрема у процесі експериментаторської діяльності, досліджені не в повному обсязі, досить важливою залишається проблема визначення

психолого-педагогічних основ інтеграції в навчанні реального і віртуального 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 і потреб учнів у навчально-виховному процесі з фізики реальний та віртуальний експеримент повинні інтегрувати й запроваджуватися як дві взаємопов'язані складові єдиної педагогічної системи.

У розділі проведений аналіз поняття «синергетика», підходів до його тлумачення та визначених принципів цієї науки, який дозволив нам встановити, що сучасна система освіти в Україні з ресурсу суспільного розвитку, що відповідав би викликам глобальної цивілізації XXI ст., перетворилася на суспільний інститут, що діє всупереч інтересам відкритих суспільств знання загалом і особистості зокрема. З огляду на це, виникає потреба не просто модернізувати систему освіти, а змінити всю освітню парадигму. У зв'язку з цим, справедливим є висновок О.В. Вознюка щодо актуальності нової освітньої парадигми, яка має бути синергетичною та передбачати інтеграцію теоретичних засад, практичних результатів наукових та педагогічних парадигм і напрямів на основі відкритих синергетикою узагальнювальних принципів.

Нами встановлено, що сучасна система освіти володіє усіма характеристиками синергетичних систем. 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.

Наслідком аналізу педагогічних та методичних джерел є встановлення того, що 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, організацію 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 та здібностей. В той же час, у процесі навчання фізики цей підхід означає піднесення викладання на якісно новий рівень, що передбачає ознайомлення учнів з основами сучасного неklasичного природознавства, його методами дослідження (наприклад, математичне моделювання) та технологіями.

Проведений аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку системи навчального фізичного експерименту дозволив констатувати, що незважаючи на достатню кількість досліджень з проблеми впровадження нових інформаційних технологій у навчально-виховний процес з фізики, не усі методичні питання розроблені досить детально, особливо це стосується організації самостійної експериментаторської діяльності учнів.

Аналіз існуючих на ринку електронних засобів навчального призначення (ЕЗНП) з фізики та підходів до їх використання дав 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 реального й віртуального. Зокрема, наш аналіз дозволив виявити, що серед наявних розроблених в Україні ЕЗНП лише незначна кількість призначена для проведення навчального експерименту. На вітчизняному та зарубіжному ринках існують педагогічні 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. Визначено, що 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, на нашу думку, потрібно віднести навчально-методичні комплекси, які включають програмне забезпечення та комплект навчального обладнання для проведення реальних досліджень, тобто орієнтовані на проведення реально-віртуального експерименту.

Проведений в розділі аналіз дав можливість сформулювати психолого-педагогічні засади, що є підґрунтям інноваційної моделі системи інтегрованого навчального фізичного експерименту, а саме:

- Процес навчання фізики, як і інших дисциплін, повинен відповідати сучасній парадигмі освіти, коли метою навчання фізики стає не лише опанування деякою сумою знань, а спрямування отриманих знань на розв'язання актуальних практичних і теоретичних проблем, на розвиток особистості учня, творчих здібностей, підвищення його інтелектуального рівня.

- Використання в процесі навчання інформаційних технологій та систем віртуальної реальності повинно носити 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.

- У процесі навчання необхідно використовувати усі можливості, які мають програмно-педагогічні засоби (аудіо та відео, моделювання та ін.), з метою підвищення зацікавленості учнів процесом навчання, розвитку їх психічних (пізнавальних) процесів: увага, запам'ятовування, мислення, відчуття, сприймання.

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

- У процесі навчання необхідно враховувати вже сформовані індивідуальні особливості учнів, їх попередній досвід роботи у віртуальних системах і одночасно сприяти розвитку пізнавальних та творчих здібностей, формувати вміння та навички, необхідні учню для реалізації власної траєкторії навчання.

- 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. Увага вчителя повинна бути звернена до встановлення співвідношення між цими видами експерименту відповідно до психологічних особливостей учнів конкретного класу та вікової групи, а також особливостей розділу фізики, що вивчається.

У розділі 2 «Методологічні засади розробки моделі методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи» розглянуто та проаналізовано проблеми запровадження в процесі навчання взагалі, і фізики зокрема, принципів та підходів синергетики, визначені основні компоненти та обґрунтовані теоретичні засади побудови сучасної моделі системи інтегрованого фізичного експерименту відповідно до вимог синергетичного підходу для забезпечення єдності теоретичного та емпіричного в процесі формування цілісної системи знань.

Тенденція розвитку освіти з урахуванням запровадження в навчальному процесі ІКТ призводить до формування інноваційного навчального середовища, яке нами означене як віртуально орієнтоване. На основі всебічного аналізу визначено, що віртуально орієнтоване навчальне середовище – 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. Проведений системно-структурний аналіз дає підстави узагальнити, що віртуально орієнтоване навчальне середовище з фізики має свою структуру і проявляє певні особливості як основа педагогічної системи «процес навчання фізики», одним з компонентів якої є навчальний фізичний експеримент.

Структура віртуально орієнтованого навчального середовища визначає його внутрішню організацію, взаємозв'язок і взаємозалежність між його елементами. У цьому контексті нами виділено: інтелектуальне забезпечення (зміст навчання, система навчальних впливів, що реалізуються суб'єктами навчання – учителями і учнями), матеріальне забезпечення (навчальні приміщення, засоби навчання, підручники тощо) та комунікативна складова. Ефективне функціонування віртуально орієнтованого середовища з фізики забезпечується через діяльність вчителя та учнів, які створюють взаємні зв'язки між собою та з іншими елементами.

Здійснено порівняння традиційної та синергетичної моделі навчання, яке дало можливість стверджувати, що основою формування сучасного освітнього простору, в якому навчальне середовище є відкритим, доступним для кожного (учня чи вчителя), віртуально орієнтованим є синергетична модель. Віртуально орієнтоване середовище, створене на основі синергетичної моделі, відкриває перед учнем можливість маніпулювати вивченим матеріалом в залежності від поставленого завдання чи власного бажання. Таке середовище надає можливість отримувати знання з різних джерел інформації, що розширює можливості якісного засвоєння матеріалу, сприяє загальному розвитку учня.

Аналіз поняття «синергетика», підходів до його тлумачення та визначених принципів цієї науки дозволив нам стверджувати, що синергетична парадигма є основою розвитку сучасної освітньої парадигми, оскільки її базові методологічні положення дозволяють не лише обґрунтувати нове цілісне бачення сучасного світу, а й створити умови для розвитку особистості, як відкритої самоорганізуючої системи.

Визначено, що синергетична парадигма ґрунтується на таких принципах:

– 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 і багатий на імпровізацію);
- орієнтація на процес навчання (має бути важливим не тільки 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;
- 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: принцип соціальної рівноваги, гнучкості, варіативності, диференціації, індивідуалізації. Означені принципи разом з принципами синергетичної парадигми є основою синергетичної моделі процесу навчання фізики.

Проведений в розділі 1 аналіз запровадження синергетичного підходу в системі освіти, *дозволив виявити проблему*, яка потребує розв'язання, а саме, 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.

Розглядаючи систему навчального фізичного експерименту як таку, що є складною, відкритою, яка постійно розвивається, нами досліджено її структуру та взаємозв'язки, а також виявлені ті зміни, що відбуваються в цій системі внаслідок запровадження синергетичного підходу, встановлені закономірності її розвитку на засадах синергетики. Проведене дослідження дозволило запропонувати *напрями практичної реалізації синергетичних принципів у контексті функціонування системи навчального фізичного експерименту*, а саме:

1. Забезпечення взаємозв'язку та взаємообміну інформацією між учнем та вчителем, залучення учня до процесу керування під час проведення досліджень, існування зворотного зв'язку та діалогічність спілкування, вільне використання теоретичного матеріалу, який учень буде застосовувати в процесі дослідження фізичного явища, спираючись на власні бачення, бажання, вміння та навички.

2. Використання для проведення різних видів НФЕ однотипного обладнання, яке застосовується протягом вивчення усього курсу фізики та під час проведення різних видів експерименту як учнями, так і вчителями, а саме сучасних комплектів обладнання у поєднанні з ІКТ.

3. Створення віртуально орієнтованого навчально-педагогічного середовища як середовища співпраці вчителя та учня, яке забезпечує взаємопов'язане використання реального та віртуального у системі НФЕ, сучасних засобів навчання, засобів електроніки, що дозволить значно збільшити та урізноманітнити виконувани дослідження.

4. Забезпечення можливості навчання за власною траєкторією через вибір рівня навчання, що у системі НФЕ реалізується через запровадження досліджень різного рівня складності, вибір власного шляху проведення лабораторної роботи або практикуму з урахуванням власного бачення, вмінь та навичок.

5. Запровадження в системі НФЕ обладнання та технологій, що відповідають рівню розвитку науки та техніки, вимогам до вивчення фізики та оволодіння експериментаторськими навичками з метою створення умов для розвитку мислення учнів, підвищення їх зацікавленості та формування мотивів навчання.

6. Взаємопов'язане використання різних видів експерименту у поєднанні реального та віртуального, що розширює кількісний та якісний склад можливих до проведення досліджень, дозволяє здійснити інтеграцію знань, вмінь та навичок, створює умови для запровадження суперечливих методик та технологій з метою формування багатозначного сприйняття та розуміння світу.

7. Врахування бажань та перспектив майбутньої діяльності учнів у процесі навчання фізики, тобто професійна (профільна) спрямованість як змісту фізики, так і системи НФЕ, наявність альтернативних шляхів виконання експериментального дослідження.

8. Узгодженість у процесі вивчення понять міжпредметного характеру між дисциплінами природничо-математичного циклу, побудова системи НФЕ на ґрунтовній теоретичній основі, що дозволить посилити зв'язок між теоретичним та експериментальним методами у навчанні фізики й одночасно формувати багатопланове, багатомірне творче мислення учнів.

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

З метою виявлення напрямів ефективного формування цілісної системи знань проведений науково-методичний аналіз системи знань, що вивчаються в шкільному курсі фізики. Виявлено, що 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

сформувані 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 і теорією. Нами показано, що подолати розрив, який існує між знаннями, отриманими різними методами, показати зв'язок між теоретичним та експериментальним дозволить інтеграція в системі навчального фізичного експерименту реального та віртуального.

Аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку системи навчального фізичного експерименту і встановлені нами закономірні зв'язки реального та віртуального, дозволили *виділити концептуальні положення*, які є *теоретико-методологічною основою розробки моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи*:

1. Сучасна система навчального фізичного експерименту старшої школи повинна базуватися як на загальнодидактичних принципах, так і враховувати принципи інтерактивності, мобільності, технологічності та індивідуалізації навчання, має бути відкритою та адаптивною.

2. Система навчального фізичного 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. Система навчального експерименту повинна забезпечувати умови 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.

4. Встановлення оптимального співвідношення між реальним та віртуальним експериментом в процесі навчання фізики є умовою ефективної реалізації сучасної системи навчального фізичного експерименту.

5. 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.

6. 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.

7. Сучасна система навчального експерименту повинна забезпечувати умови, за яких учні вчаться взаємодіяти з віртуальним світом та сприймати його лише як модель реального світу, що мінімізує негативний психологічний вплив віртуальної реальності.

8. Реалізація в навчально-виховному процесі та в системі навчального експерименту завдань індивідуалізації через адаптацію до процесу навчання фізики в профільній школі.

9. Пояснення фізичних явищ і процесів, встановлення 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.

10. Запровадження комплектів обладнання для комплексного використання як під час постановки демонстраційних дослідів вчителем, так і з метою виконання лабораторного експерименту учнями. Значну роль має відігравати принцип багатофункціональності навчального обладнання та комплектів, що має бути спрямованим на посилення міжпредметних зв'язків та інтеграцію навчальних дисциплін.

11. Створення та запровадження обладнання, яке забезпечує варіативність навчальної діяльності під час виконання різних видів навчального фізичного експерименту; розробка методики і техніки навчальних дослідів, що виконуються на основі цілеспрямованої, самоорганізуючої пізнавальної діяльності учнів.

12. Наближення структури індивідуальних експериментальних досліджень учнів до структури наукового дослідження через інтеграцію в системі навчального фізичного експерименту реального та віртуального, що дозволить розвивати творче мислення учнів та значно активізувати їх пізнавальну діяльність.

13. Вибір форми проведення експерименту має визначатися педагогічною доцільністю використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій з метою реалізації поставлених цілей навчання.

Сформульовані концептуальні положення та сукупність розглянутих напрямів реалізації принципів синергетики в системі навчального фізичного експерименту дозволило *запропонувати модель* системи навчального фізичного експерименту старшої школи на засадах інтеграції реальної та віртуальної його складових (рис.1).

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 уможливають посилення практичної спрямованості системи, урахування інтересів, нахилів, вподобань учнів.

Ефективність моделі системи інтегрованого навчального фізичного експерименту старшої школи визначається адекватним вибором цілей і завдань, засобів, форм і методів експериментаторської діяльності учнів старшої школи у їх раціональному поєднанні.

У розділі 3 «Методична система навчального фізичного експерименту старшої школи на засадах інтеграції реальної та віртуальної складових» в результаті проведеного аналізу наукових, науково-методичних і психолого-педагогічних досліджень, на основі сформульованих концептуальних положень вперше запропоновано методичну систему навчального фізичного експерименту на засадах інтеграції його реальної та віртуальної складових і з урахуванням вимог системно-синергетичного підходу в освіті.

У розділі визначено, 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 і здібностей, відповідає вимогам синергетичного, діяльнісного й особистісно орієнтованого 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.

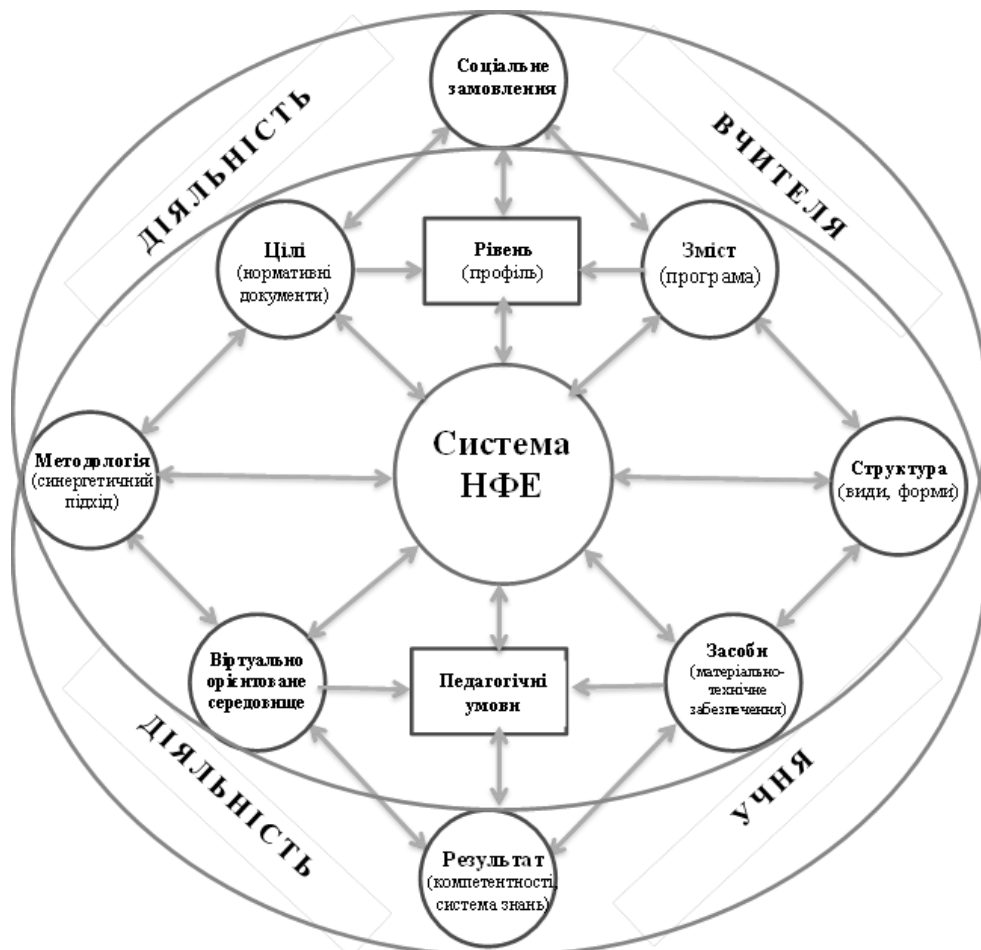


Рис.1. Функціональна модель системи навчального фізичного експерименту на засадах інтеграції реальної та віртуальної його складових

Розв'язання даного протиріччя нами пропонується через розробку, створення та оснащення 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 дасть можливість створити матеріально-технічні умови для реалізації сучасних педагогічних технологій і передових методик та створити оптимальні умови для організації навчальної діяльності учнів відповідно до вимог синергетичного підходу, який є методологічною основою сучасної концепції освіти.

У світлі сучасних тенденцій та перспективних напрямів розвитку системи НФЕ через запровадження ІКТ запропоновано створення цифрових навчальних комплектів – набору електронних засобів навчального призначення, що в сукупності відображає модель навчального процесу і призначений для практичного використання вчителями та учнями. Основною дидактичною метою створення цифрових інформаційних

комплектів з фізики є допомога учню ефективніше опанувати фізичні поняття, закони, теорії, а також наукові методи дослідження явищ і процесів.

З метою створення цифрових інформаційних комплектів за напрямками «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.

Аналіз взаємозв'язків реального та віртуального 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 визначених можливостей 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 і процес виховання. Визначені освітні можливості інтеграції реального та віртуального можуть бути реалізовані завдяки запровадженню розроблених методичних прийомів, що сприяють посиленню ролі емпіричної складової в пізнавальній діяльності учнів:

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. 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. Як наслідок маємо підвищення загальноосвітнього рівня предметної компетентності учнів з фізики.

2. Комплексне виконання реального та віртуального фронтального експерименту передбачає проведення учнями досліджень, спрямованих на багатоаспектне вивчення фізичних явищ і процесів з наступним аналізом та узагальненням отриманих результатів. Реальний та віртуальний експерименти виконуються для вивчення фізичного явища в різноманітних його проявах, у 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 і 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 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, 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 проведення 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.

Розглянуті нами в дослідженні варіанти взаємодії віртуального та реального як двох складових сучасного світу та факторів розвитку системи навчального фізичного експерименту дозволили зробити висновок про те, що 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 реального та віртуального 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.

Проведений психолого-педагогічний та науково-методичний аналіз навчального процесу з фізики в старшій профільній школі дозволив нам визначити дидактичні основи взаємозв'язків у запровадженні віртуального та реального в системі навчального фізичного експерименту старшої школи, а саме:

1) реальний та віртуальний навчальний фізичний експеримент володіють певними психолого-педагогічними та методичними 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, в 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 експеримент 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 з видів експерименту повинен сприяти активізації пізнавальної діяльності учнів, забезпечувати активну розумову діяльність, допомагати в подоланні труднощів у викладанні та засвоєнні навчального матеріалу, сприяти досягненню максимальної реалістичності та достовірності навчального матеріалу;

8) сумісне використання засобів навчання повинно сприяти скороченню нерациональних витрат часу, зусиль вчителів та учнів.

На основі запропонованої нами в розділі 2 функціональної моделі системи інтегрованого навчального фізичного експерименту старшої школи нами *розроблена та запропонована* методична система 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 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 (рис.2).

Цільовий блок є системоутворюючим, оскільки визначає функції усіх інших (мета навчання фізики реалізується через цільовий блок, саме він 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. Будь-які зміни в соціальному замовленні приводять до внесення змін до цільового блоку, а отже й 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.

Основою методичної системи є 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 вмій і навичок, якими повинен оволодіти учень, предметних компетентностей.

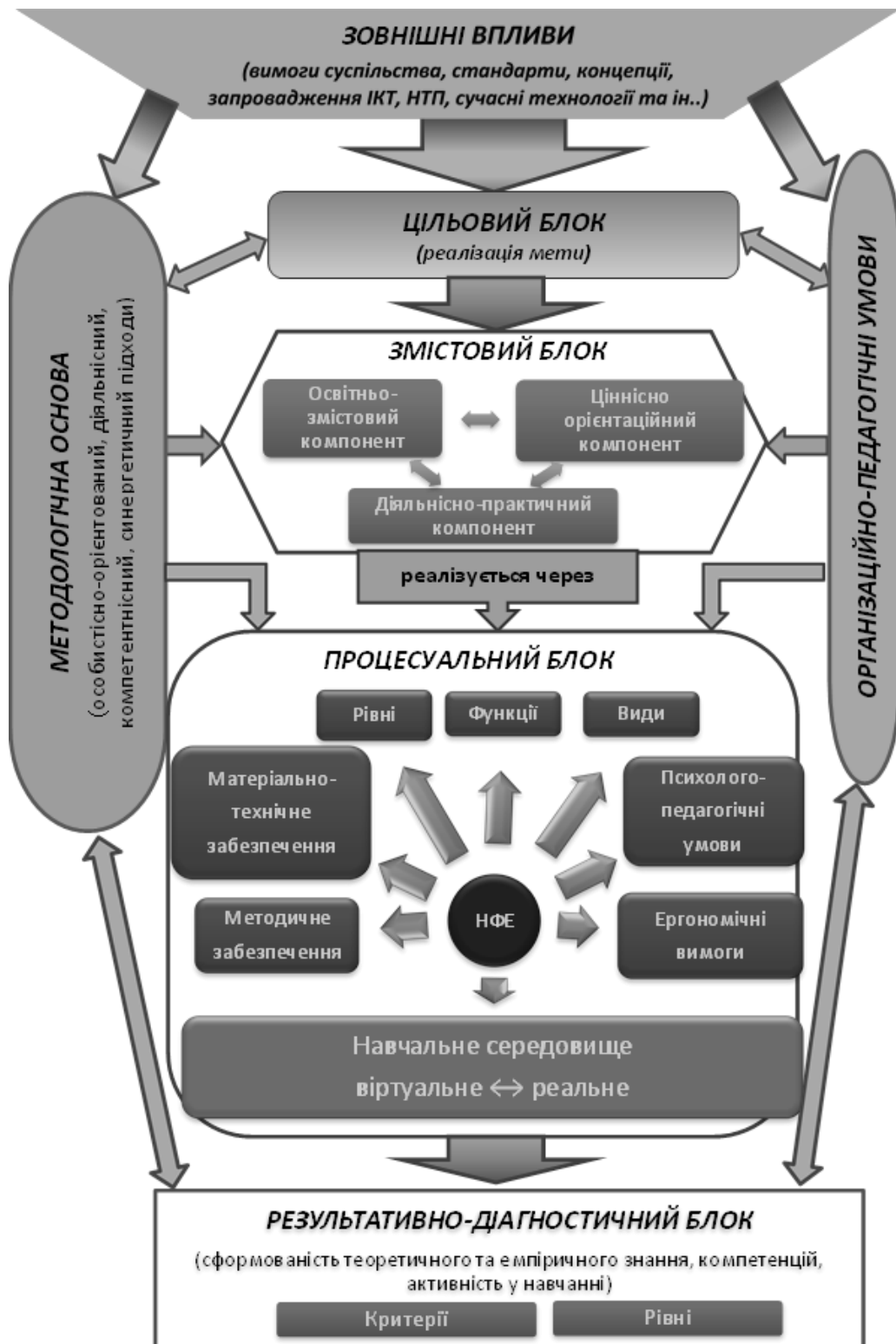


Рис. 2. Методична система навчального фізичного експерименту старшої профільної школи на основі інтеграції реальної та віртуальної його складових та з урахуванням вимог синергетичного підходу

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 дослідження, й уміння

вчителя забезпечити на уроці належний рівень пізнавальної активності учнів. 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. 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 такого компонента як діяльнісно-практичний. 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. Діяльнісно-практичний компонент змістового блоку передбачає реалізацію в системі навчального фізичного експерименту, перш за все, діяльнісного підходу. В сучасних умовах він набуває змін у відповідності до вимог компетентнісного та синергетичного підходів та передбачає обов'язкове врахування в практичній діяльності учнів та в системі навчального фізичного експерименту профілю навчання та рівня опанування фізики.

Методологічною основою запропонованої методичної 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. Він здійснюється в особливому навчальному середовищі, яке передбачає інтеграцію віртуального та реального.

Реалізується навчальний фізичний експеримент через відповідні його види. Пропонована система навчального експерименту передбачає врахування рівності та варіативності відповідно до реалізації вимог синергетичного підходу. 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. 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, їх активності та самостійності у проведенні досліджень.

Аналіз розвитку системи НФЕ у віртуально орієнтованому навчальному середовищі дозволив нам виділити, як нову, адаптаційну функцію експерименту старшої школи. Проведене дослідження та власний досвід роботи в класах різного профілю дозволив нам 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.

У розділі 4 «Реалізація методичної системи інтегрованого навчального фізичного експерименту старшої школи» обґрунтовано методичні підходи до використання реального та віртуального в системі навчального експерименту з фізики старшої школи та запропоновані конкретні напрями реалізації цих підходів на основі використання розроблених нами навчально-методичних комплексів експериментального вивчення хвильової, квантової оптики та атомної фізики.

Враховуючи, що навчальний експеримент сучасної профільної школи охоплює такі основні види, як демонстраційний, фронтальні дослідження, фізичний практикум, експериментальні задачі, позакласні досліди та експерименти, а також мисленнєвий експеримент (який розглядається нами як один з видів віртуального експерименту), нами виділені *методичні особливості запровадження віртуального* в процесі підготовки та виконання кожного з видів. Як наслідок, *запропоновані підходи*, що дозволяють найбільш ефективно поєднувати реальне та віртуальне в системі навчального фізичного експерименту старшої школи:

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 інтегрованого експерименту.

б) Використання одночасно з імітаційним комп'ютерним експериментом відео фрагментів проведення досліджень з реальним обладнанням.

Реалізація розробленої методичної системи НФЕ старшої школи та запропонованих методичних підходів була здійснена за рахунок розробки та створення відповідного матеріально-технічного та методичного забезпечення. Аналіз різних розділів шкільного курсу фізики (методичних особливостей викладання, системи знань, особливостей навчального експерименту) показав, що саме розділи хвильової та квантової оптики, атомної фізики найбільш доцільно використати як базу для перевірки методичної системи. З цією метою нами розроблені навчально-методичні комплекси експериментального вивчення хвильової, квантової оптики та атомної фізики, які включають обладнання для проведення реального експерименту, що є основою отримання емпіричного знання і базою для набуття учнями експериментаторських вмінь і навичок, а також цифровий початковий 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 й посилення самостійної пізнавальної діяльності учнів.

Розроблено комплект навчального обладнання «Оптична міні-лава» для проведення реального навчального експерименту, який відповідає вимогам синергетичного підходу та забезпечує виконання експериментальних досліджень з оптики відповідно до програм профільного навчання.

Розроблено та впроваджено 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: 44 демонстраційних досліди, 16 фронтальних лабораторних робіт та 19 робіт фізичного практикуму, що передбачають запровадження синергетичного підходу до їх виконання, а також 14 експериментальних задач та 45 навчальних проєктів для реалізації їх в процесі навчання фізики.

В розділі наведено конкретні приклади запровадження запропонованих методичних підходів у процесі виконання демонстраційних дослідів і самостійних експериментів учнів з хвильової, квантової оптики та атомної фізики.

У розділі 5 «Організація та результати експериментальної перевірки методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи» описані етапи організації та методика проведення педагогічного експерименту.

Педагогічний експеримент проводився в декілька етапів.

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.

На цьому етапі проводилося анкетування учнів і вчителів, інтерв'ювання, контент-аналіз науково-методичних матеріалів, засобів експериментування та електронних

засобів навчального призначення на предмет виявлення їх взаємодії та можливостей запровадження у системі навчального фізичного експерименту старшої школи.

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 сучасна модель та методична системи навчального фізичного експерименту, що ґрунтується на інтеграції реального та віртуального та враховує вимоги синергетичного підходу.

На цьому етапі були розроблені критерії та рівні сформованості системи фізичного знання та навичок самостійної роботи учнів з метою перевірки ефективності пропонованої методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи.

Для визначення рівня сформованості емпіричних знань у певної групи учнів передбачалося використання тестів перевірки вмінь 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 зі спостереження інтерференції світла з подвійною щілиною Юнга, змінити відстань між щілинами?». Інший метод діагностики, який передбачалося використати для оцінки рівня емпіричного знання учнів – це бесіда, яка дозволяє перевірити володіння методологічною його складовою.

Одночасно, з метою визначення рівня оволодіння учнями теоретичними знаннями, аналізувались контрольні та тестові роботи учнів, які оцінювались відповідно до критеріїв, запропонованих у пояснювальній записці до програм з фізики для старшої школи. Такі ж критерії були використані і для визначення рівня досягнень під час виконання лабораторних та практичних робіт. Разом з навчальними досягненнями учнів перевірявся рівень володіння навичками самостійної роботи.

На цьому етапі експериментом було охоплено 564 учня загальноосвітніх навчальних закладів 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 на основі комплексного запровадження в системі навчального фізичного експерименту реального та віртуального. Результати даного етапу були покладені в основу створення навчально-методичного посібника.

У процесі проведення *формульовального експерименту (2011–2015 р.р.)* здійснено апробацію та коригування розробленої функціональної моделі та методичної системи навчального фізичного експерименту старшої школи, впроваджено у навчальний процес загальноосвітніх навчальних закладів *навчально-методичні комплекси експериментального вивчення хвильової оптики, квантової оптики та атомної фізики.*

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 і 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 експериментальної 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 запропонованої методичної системи навчального фізичного експерименту та навчально-методичного комплексу експериментального вивчення хвильової, квантової оптики та атомної фізики.

Експериментальною базою дослідження були загальноосвітні навчальні заклади м.Кіровограда та Кіровоградської області, Черкаської області, м.Харкова. На даному етапі експериментом було охоплено 590 учнів, що вивчають фізику за різним профілем.

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.

У процесі навчання запроваджувалися запропоновані нами методики визначення рівнів емпіричних і теоретичних знань. Результати експериментального навчання за визначеними критеріями подані на рис. 3 та рис. 4.

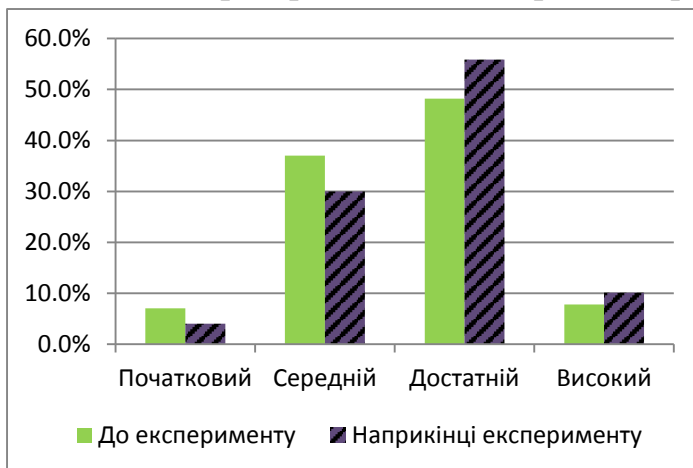


Рис. 3. Порівняння рівнів навчальних досягнень учнів експериментальних класів

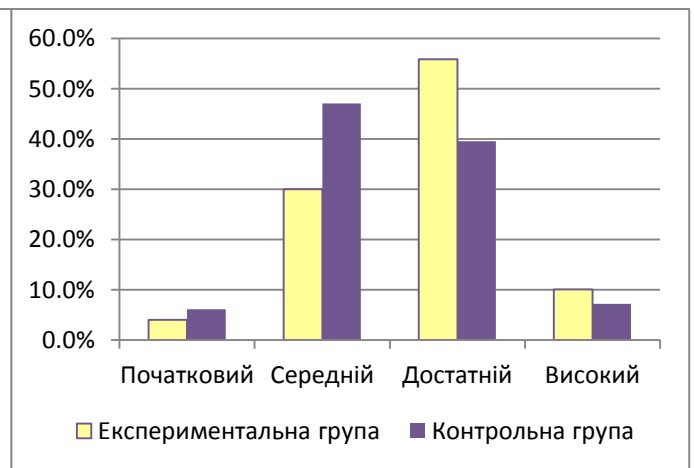


Рис. 4. Порівняння рівнів початкових досягнень учнів експериментальної та контрольної груп після експерименту

Суттєвим для дослідження була статистична перевірка характеру відмінностей у розподілах учнів контрольної та експериментальної вибірок. Названі властивості задовольняють умови застосування для порівняння результатів тестування критерію χ^2 (хі-квадрат). У зв'язку з невеликою кількістю категорій шкали вимірювання (всього чотири категорії) використовувався двосторонній критерій χ^2 .

Статистична обробка результатів по завершенню експерименту показала, що за усіма показниками довірчі інтервали експериментальної групи перевищують відповідні показники 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 фізичних знань вищий в експериментальних класах. Порівняння спостережуваного та критичного значення критерію показує, що $\chi^2_{\text{сп}} > \chi^2_{\text{кр}}$, що дає підстави говорити про істотні зрушення у розподілі учнів за даним критерієм та відповідно наявність суттєвих відмінностей між контрольними та експериментальними класами в опануванні системою фізичних знань.

Порівняння середніх вибірових спостережуваного значення критерію Стюдента та його критичного значення показало, що вони відрізняються значимо (невипадково). Пояснити значні зрушення та значимість різниці у вибірках можна лише впровадженням запропонованих методичних підходів та навчально-методичних комплексів експериментального вивчення хвильової, квантової оптики та атомної фізики, що реалізують в процесі навчання фізики розроблену методичну систему навчального фізичного експерименту старшої школи на основі інтеграції реального та віртуального з урахуванням вимог синергетичного підходу з метою формування цілісної системи фізичних знань.

Експертна оцінка результатів дослідження, проведена за участі 119 експертів, показала високу ефективність розробленого нами навчально-методичного комплексу, який включає новий комплект приладів для проведення реального експерименту (комплект «Оптична міні-лава»), цифровий навчальний комплект, а також методичне забезпечення для вчителів та учнів.

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 сучасних 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, а їх впровадження повинно відповідати принципу наступності. 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 теоретичні та методичні засади інтеграції реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі, які є теоретико-методологічною основою моделі системи інтегрованого навчального експерименту. 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. 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: 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-змістовий, ціннісно-орієнтаційний, діяльнісно-практичний. 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, 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. 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 проєктів для реалізації їх в процесі навчання фізики. Доведена доцільність запровадження факультативних курсів, що забезпечують скорочення розриву між еволюційно-синергетичним рівнем єдності сучасної картини світу та класичним рівнем навчання природничо-математичних дисциплін з метою формування в учнів цілісних уявлень про навколишній світ, його закони та закономірності розвитку. Розроблено програму факультативного курсу «Еволюція складних систем» для учнів 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 із контрольними класами системою емпіричного, теоретичного знання та підвищення загального рівня навчальних досягнень. Доведено, що запропонована методична система навчального фізичного експерименту 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 ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ Монографії

1. **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.

Навчальні посібники

2. Величко С.П. Графічний метод дослідження природних явищ у навчанні фізики: посібник для студентів фіз.-мат. ф-тів/ С.П.Величко, **І.В.Сальник** – Кіровоград: РВЦ КДПУ, 2002. – 167 с. (Рек. МОН України – лист № 14/18.2-1869 від 17.12.2001)

3. Оптична міні-лава та інтегрований навчальний експеримент. Посібник для студентів фіз.-мат. ф-тів пед. вищих навч. закладів. Частина 1. Проблеми навчального експерименту з оптики та квантової фізики. Оптична міні-лава. /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. . (Рек. вченою радою КДПУ ім.В.Винниченка – протокол № 3 від 29.10.2007 р.)

4. 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. (Рек. вченою радою КДПУ ім.В.Винниченка – протокол № 4 від 26.10.2015 р.)

5. 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. (Рек. вченою радою КДПУ ім.В.Винниченка – протокол № 4 від 26.10.2015 р.)

6. Царенко О.М. Лабораторний практикум з курсу загальної фізики. Квантова фізика.: навчальний посібник для студентів фізмат ф-ту пед. вищих навч. закладів./ Царенко О.М., **Сальник І.В.**, Сірик Е.П. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім..В.Винниченка, 2014. – 86 с.

7. Величко С. П. Фізичний практикум для студентів нефізичних спеціальностей [навч.-методичний посібник для студентів вищих навчальних закладів]/ С.П.Величко, **І.В.Сальник**, Е.П.Сірик – Кіровоград: ПП «Ексклюзив - Систем», 2014. – 188 с. – (Рек. МОН України – лист №1/11-8907 від 10.06.2014)

8. Величко С. П. Тестові завдання з фізики. Задачі і запитання для абітурієнтів фізико-математичного факультету / Величко С.П., Вовкотруб В.П., Подопригора Н.В., **Сальник І.В.**, Царенко О.М., Чінчой О.О./ за ред.. С.П.Величко, Н.В.Подопригори. – 3-е вид. – Кіровоград: РВЦ КДПУ, 2003. – 156 с.

Статті у наукових фахових виданнях

9. **Сальник І.В.** Графічний метод як засіб підвищення ефективності освіти з фізики в сучасній середній школі / І.В.Сальник//Нові технології навчання. Наук.-метод. зб. – К.:НМЦВО. 2000. – Вип.27. – С. 153-158.

10. **Сальник І.В.** Тестові завдання з фізики як засіб перевірки якості та глибини знань абітурієнтів / І.В.Сальник// Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. – Вип. 13. – Т.2. – Серія: Педагогічні науки.: Чернігів, 2002. – С. 209-211.

11. Величко Л.П. Використання комп'ютерного моделювання для дослідження механічних властивостей твердих тіл і матеріалів у 10 класі/ Л.П.Величко, **І.В.Сальник**// Наукові записки. – Випуск 34. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка., 2001. – С. 224-227.

12. **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.

13. **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.

14. **Сальник І.В.** Спецкурс: “Графічний метод у навчанні природничо-математичних дисциплін” як засіб підвищення рівня фахової підготовки вчителя фізики. / І.В.Сальник//Наукові записки. – Випуск 51. – Ч.2 – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка., 2003. – С. 175-179.

15. **Сальник І.В.** Психолого-педагогічні аспекти запровадження графіків у навчальному процесі. / І.В.Сальник//Науковий вісник Чернівецького університету. Серія: Педагогіка та психологія – Вип. 183. – Чернівці.:“Рута”. – 2003. – С. 114– 121.

16. **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.

17. **Сальник І.В.** Впровадження кредитно-модульної технології у підготовці майбутніх вчителів фізики./ І.В.Сальник//Наукові записки. – Випуск 60. – Ч.1 – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка., 2005. – С. 91-95.

18. **Сальник І.В.** Принципи симетрії у шкільному курсі фізики./ І.В.Сальник//Наукові записки. – Випуск 66. – Ч.2 – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка., 2006. – С. 183-188.

19. **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.

20. **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.

21. **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.

22. **Сальник І.В.** Віртуальність як принцип та технологія навчання /І.В.Сальник, Е.П. Сірик //Збірник наук. праць Кам'янець-Подільського нац. ун-ту: Серія: педагогічна. – 2008. – Вип. 14. – С. 158-160.

23. **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.

24. **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.

25. **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.

26. **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.

27. **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.

28. **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.

29. **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.

30. **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.

31. **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.

32. **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.

33. **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.

34. **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.

35. **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.

36. **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.

37. **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.

38. **Сальник І.В.** Зasadничі 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.

Публікації у наукових виданнях інших держав

39. Величко С.П. Использование комплектов оборудования как средство повышения эффективности обучения физике/ С.П.Величко, **И.В.Сальник** /Международный сборник научных статей «Физика в школе и вузе». – Вып.12. / [Ред.коллегия: Г.А.Бордовский и др.] – Санкт-Петербург, 2010. – С. 100-105.

40. **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.

41. Величко С.П. Експеримент як засіб адаптації учнів до профільного навчання фізики/ С.П.Величко, **І.В.Сальник**, Е.П.Сірик//Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – Budapest, II (13), Issue:26 – 2014 – p. 58-61

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

42. **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. – (ISSN 1998-6939)

43. **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 – 2014. – С. 92-99. – (ISSN 2078-1687)

44. **Сальник І.В.** Сучасні підходи до визначення віртуального навчального середовища в дидактиці фізики/ І.В.Сальник//Інформаційні технології і засоби

навчання. – 2014. – Том 41 – №3 – [електронне видання] – Режим доступу: journal.iitta.gov.ua//index.php/itet/article/view/1026. – С.108-116. – (ISSN: 2076-8184).

45. **Сальник І.В.** Сучасні підходи до організації лабораторного фізичного експерименту в старшій школі / І.В.Сальник, Е.П.Сірик//Сборник научных трудов SWorld. – Выпуск 2. – Том 10 – 2014. – С. 83-89. – (ISSN 2224-0187).

46. **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. – (ISSN 2307-9770).

47. **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. – (ISSN 2307-4507)

Матеріали конференцій інших держав

48. **Сальник І.В.** Развитие системы учебного физического эксперимента на основе синергетического подхода/ И.В.Сальник// «Физическое образование: проблемы и перспективы развития»: XIII Международная научно-методическая конференция: матер. конфер.– М.: МПГУ, 2014. – С. 75-78.

49. **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 II.: збірник матеріалів – Днепропетровск - Варна, 2015. – С. 476-481.

Статті, методичні розробки

50. **Сальник І.В.** Розширення можливостей графічного методу вивчення природних явищ в умовах комп'ютерного навчання/ І.В.Сальник// Роль освіти для економічного, соціального та культурного розвитку: збірник наукових праць. – Кіровоград РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2003. – С. 93-95.

51. **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.

52. **Сальник І.В.** Методичні аспекти побудови та використання електронного підручника у навчанні фізики/ І.В.Сальник// Наукові записки. – Выпуск 2. – Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – Кіровоград РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2011. – С. 126-131.

53. **Сальник І.В.** Віртуально орієнтоване середовище з фізики як засіб активізації пізнавальної діяльності учнів/ І.В.Сальник// Педагогічний вісник, 2014. – №3-4 (31-32) – С. 16-21. (Кіровоградський ОІППО).

Матеріали науково-практичних конференцій, тези доповідей

54. **Сальник І.В.** Організація навчальної діяльності учнів з фізики при роботі з комп'ютерними моделями/ І.В.Сальник// Засоби і технології сучасного навчального середовища: матеріали конференції, м.Кіровоград, 21-22 травня 2010 року./[Відповідальний редактор С.П.Величко.] – Кіровоград, 2010. - С. 216-220.

55. **Сальник І.В.** Критерії та показники кількісної оцінки результатів педагогічного експерименту. / І.В.Сальник// Засоби і технології сучасного навчального середовища: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 27-28 квіт. 2012 р. – Кіровоград, 2012. – С. 56-58.

56. **Сальник І.В.** Дидактичні та психологічні особливості віртуального освітнього середовища з фізики як фактор розвитку інформаційного суспільства. / І.В.Сальник// Психолого-педагогічні та політичні проблеми у трансформаційних процесах українського суспільства: II всеукраїнська науково-практична конференція, 20-21 лютого 2014 року: тези доповідей – Кременчук: КрНУ, 2014. – С. 192-194.

57. **Сальник І.В.** Деякі проблеми використання інформаційно-комунікаційних технологій в шкільному фізичному експерименті/ І.В.Сальник //Інформаційно-комунікаційні технології навчання: Всеукраїнська науково-практична конференція, 23 травня 2014 р.: тези доповідей – Умань, 2014 – С. 120-122.

58. **Сальник І.В.** Сучасні напрями вдосконалення змісту фізичної освіти в старшій школі. / І.В.Сальник //Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі: Міжнародна науково-практична конференція, 26-28 червня 2014р.: тези допов. – Херсон, 2014. – С. 72-73.

59. **Сальник І.В.** Дидактичні принципи навчання у віртуально орієнтованому середовищі. / І.В.Сальник //Інформаційні технології у професійній діяльності: Всеукраїнська науково-практична конференція, 25 березня 2015 р. – Рівне. – 2015. – с.100-101– [електронне видання] – Режим доступу: <http://itvdp.org.ua/pro-konferentsiyu/arkhiv/39-materiali-ikh-konferentsiji-informatsijni-tehnologiji-u-profesijnij-diyalnosti-2015-roku.html>

60. **Сальник І.В.** Тенденції розвитку та запровадження сучасної системи навчального фізичного експерименту. / І.В.Сальник, Е.П.Сірик //Засоби і технології сучасного навчального середовища: міжнар. наук.-практ. конф., 22-23 трав. 2015 р.: тези доповідей. – Кіровоград, 2015. – С. 174-175.

61. **Сальник І.В.** Методичні особливості запровадження реально-віртуального фізичного експерименту в старшій школі. / І.В.Сальник //Проблеми математичної освіти ПМО - 2015: міжнародна науково-методична конференція, 4-5 червня 2015 року: тези допов. – Черкаси: ЧНУ ім. Б.Хмельницького, 2015. – С. 283-284.

62. **Salnyk I.V.** Adaptation of high school students in the virtual oriented environment of physics / І.В.Сальник //Адаптивні технології управління навчанням: міжнародна конференція, 23-25 вересня 2015 року: збірник матеріалів – Одеса, 2015. – С. 128-131.

АНОТАЦІЇ

Сальник І.В. Інтеграція реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук за спеціальністю 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика). – Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – Київ, 2016.

У дисертації вперше запропоновано теоретичні та методичні засади інтеграції реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі на основі синергетичного підходу. Вперше запропоновано напрями практичної реалізації синергетичних принципів у контексті функціонування освітньої системи. Визначено

освітні можливості інтеграції реальної та віртуальної складових навчального фізичного експерименту, які реалізуються через запровадження методичних прийомів, що сприяють посиленню ролі емпіричної складової в пізнавальній діяльності учнів.

Запропоновано функціональну модель та методичну систему навчального фізичного експерименту старшої школи на основі інтеграції реальної та віртуальної його складових та з урахуванням вимог синергетичного підходу в освіті для забезпечення єдності теоретичного та емпіричного в процесі формування цілісної системи знань.

Для реалізації методичної системи фізичного експерименту в навчальному процесі загальноосвітніх навчальних закладів створено навчально-методичні комплекси експериментального вивчення оптики та атомної фізики. Розроблено навчально-методичні посібники для підвищення ефективності керування навчально-пізнавальною діяльністю учнів в умовах застосування методичної системи навчального фізичного експерименту на основі синергетичного підходу.

Ключові слова: старша профільна школа, навчальний фізичний експеримент, віртуально орієнтоване навчальне середовище, синергетичний підхід у навчанні, інтеграція реального та віртуального у фізичному експерименті, функціональна модель навчального фізичного експерименту, методична система навчального фізичного експерименту, навчально-методичний комплекс.

Сальник И.В. Интеграция реального и виртуального учебного физического эксперимента в старшей школе. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук по специальности 13.00.02–теория и методика обучения (физика).–Национальный педагогический университет имени М. П. Драгоманова. –Киев, 2016.

В диссертации впервые предложены теоретические и методические основы интеграции реального и виртуального учебного физического эксперимента в старшей школе на основе синергетического подхода. Впервые предложены направления практической реализации синергетических принципов в контексте функционирования образовательной системы. Определены образовательные возможности интеграции реальной и виртуальной составляющих учебного физического эксперимента, которые реализуются через внедрение методических приемов, способствующих усилению роли эмпирической составляющей в познавательной деятельности учащихся.

В диссертации проведено обобщение основных характеристик и составляющих современной среды обучения и дано её определение. Виртуально ориентированная среда обучения физике определена как среда, в которой информационно-коммуникационные технологии сочетаются с технологиями традиционного обучения, дополняя и расширяя их, согласуются с процессами коммуникации и деятельности участников образовательного процесса, образуя целостную интегрированную систему обучения физике, с помощью которой поддерживается и направляется весь процесс обучения. Теоретически обосновано, что виртуально ориентированная среда обучения является составной частью системы «процесс обучения физике», имеет соответствующую структуру, включающую интеллектуальное, материально-техническое обеспечение и коммуникативную составляющую.

Определены направления дальнейшего совершенствования системы учебного физического эксперимента и подходы, позволяющие наиболее эффективно сочетать виртуальное и реальное в учебном эксперименте старшей школы. Определено как основное направление развития системы ШФЭ – разработка и внедрение учебно-методических комплексов по соответствующим темам курса физики для комплексного использования при постановке демонстрационных опытов учителем и выполнении лабораторного эксперимента учениками, которые включают в себя современное оборудование для проведения реального физического эксперимента в сочетании с электронными средствами учебного назначения.

Усовершенствовано содержание, структура и методика организации и проведения учебного физического эксперимента с использованием учебного оборудования и информационно-коммуникационных технологий, ориентированного на формирование целостной системы физических знаний и обобщенных экспериментаторских умений.

Получили развитие функции учебного физического эксперимента старшей школы в условиях виртуально ориентированной учебной среды, которые расширены такими как интерактивная, индивидуализации, адаптивная.

Установлено, что интеграция виртуального и реального в системе учебного физического эксперимента предполагает такую организацию экспериментаторской деятельности, при которой данные виды эксперимента будут дополнять друг друга, а их взаимодействие вызовет появление новых, интегративных синергетических эффектов в организации познавательной деятельности учащихся. Анализ научной и методической литературы позволил впервые определить образовательные возможности интеграции виртуального и реального, которые реализуются через пять направлений развития основных составляющих процесса обучения физике и внедрение методических приёмов, способствующих усилению роли эмпирической составляющей в познавательной деятельности учащихся.

Обоснованы теоретические основы интеграции реального и виртуального в учебном физическом эксперименте, установлена многоплановость воздействий такой связи на учебно – воспитательный процесс по физике старшей школы.

Предложена функциональная модель и методическая система учебного физического эксперимента старшей школы на основе интеграции реальной и виртуальной его составляющих и с учетом требований синергетического подхода в образовании для обеспечения единства теоретического и эмпирического в процессе формирования целостной системы знаний. Предложенная система является открытой, динамичной, полиструктурной и содержит основные четыре блока, которые соответствуют основным компонентам методической системы: целевой, содержательный, процессуальный, результативно-диагностический. Методологической основой такой системы является личностно ориентированный, деятельностный, компетентностный и синергетический подходы. Созданная система учитывает организационно-педагогические условия, в которых происходит процесс обучения. Учебный физический эксперимент является основным компонентом процессуального блока, через который реализуются цели обучения физики в виртуально ориентированной среде обучения.

Для реализации методической системы физического эксперимента в учебном процессе общеобразовательных учебных заведений созданы учебно-методические

комплексы экспериментального изучения оптики и атомной физики. Разработаны учебно-методические пособия для повышения эффективности управления учителем учебно-познавательной деятельностью учащихся в условиях применения методической системы учебного физического эксперимента на основе синергетического подхода.

Ключевые слова: старшая профильная школа, учебный физический эксперимент, виртуально ориентированная среда обучения, синергетический подход в обучении, интеграция виртуального и реального в учебном эксперименте, функциональная модель учебного физического эксперимента, методическая система учебного физического эксперимента, учебно-методический комплекс.

Salnyk I.V. Integration of real and virtual physics learning experiment at senior school – Manuscript.

The dissertation stands for a Doctor of Pedagogical Sciences degree in 13.00.02 – theory and methods of teaching (physics). – National Pedagogical University named after M.P.Dragomanov. – Kyiv, 2016.

The theoretical and methodical foundations of integration of real and virtual physics learning experiment at senior school based on synergistic approach have been proposed for the first time. The directions of practical realization of synergistic principles in the context of the functioning of the education system have been proposed for the first time. Educational opportunities of the integration of real and virtual components of physics learning experiment which realize through the implementation of methodical receptions that contribute strengthening the role of empirical component in the cognitive activity of students have been determined.

The functional model and methodical system of physics learning experiment at senior school based on the integration of real and virtual components with the requirements of synergistic approach in education for providing the unity of theoretical and empirical in the formation of integrated knowledge system has been proposed.

For realization of methodical system of physics experiment in the learning process in general educational institutions have been created the learning methodical complexes of experimental study of optics and atomic physics. The learning methodical manuals for improving the efficiency of management of learning and cognitive activities of students in the conditions of using a methodical system of physics learning experiment based on a synergistic approach have been developed.

Key words: senior profile school, physics learning experiment, virtual oriented learning environment, synergetic approach in education, integration of real and virtual in physics experiment, functional model of physics learning experiment, methodical system of physics learning experiment, learning methodical complex.