

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ М.П. ДРАГОМАНОВА

Мартинюк Олександр Семенович

УДК [378.016:53]:004(043.5)

**ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОНАННЯ
КОМП'ЮТЕРНО-ОРІЄНТОВАНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ
В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ**

13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика)

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора педагогічних наук



Київ–2015

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Східноєвропейському національному університеті імені Лесі Українки, Міністерство освіти і науки України.

Науковий консультант: академік НАПН України, доктор педагогічних наук, професор
Ляшенко Олександр Іванович,
Національна академія педагогічних наук України, академік-секретар відділення загальної середньої освіти.

Офіційні опоненти: доктор педагогічних наук, професор
Касперський Анатолій Володимирович,
Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова, завідувач кафедри прикладних природничо-математичних дисциплін;

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

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

Захист відбудеться „27” травня 2015 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 ознайомитися в бібліотеці Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова, 01601, м. Київ, вул. Пирогова, 9.

Автореферат розісланий „25” квітня 2015 року.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради
кандидат педагогічних наук,
доцент



Л.В. Мініч

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність дослідження. Рух України в освітній та науковий простір Європи, узгодження національної освітньої системи з принципами Болонської декларації передбачає її модернізацію в контексті європейських вимог. Концепцію освітньої політики держави означено в Законі України „Про вищу освіту”, Національній доктрині розвитку освіти України, державній програмі „Освіта” (Україна ХХІ століття). У Законі України „Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 роки” дано оцінку сучасного стану інформатизації освіти в Україні та визначено основні напрями її розвитку. Наголошено, що використання інформаційно-комунікаційних технологій в освітній галузі визнано одним із основних державних завдань.

Сучасний учитель фізики повинен бути готовим працювати із цифровою технікою, мати уявлення про існуючі програмні продукти, їх призначення та уміти ними користуватися. Інформатична компетентність передбачає знання учителем фізики комп’ютерних технологій, допоміжних пристроїв, іншого сучасного обладнання, а також уміння застосовувати їх у навчальній діяльності з урахуванням вікових особливостей учнів.

Формування професійної компетентності майбутніх учителів фізики засобами інформаційно-комунікаційних технологій можна, на нашу думку, реалізовувати: 1) на основі формування інформатичної компетентності студентів у процесі використання мультимедійних можливостей інформаційно-комунікаційних технологій під час лекцій, практичних і лабораторних занять, при самопідготовці і для контролю вивченого матеріалу; 2) шляхом формування загальної комп’ютерної грамотності студентів, яка нині є однією з складових професійного рівня представників багатьох професій, у тому числі й педагогічних.

Комп’ютерна грамотність виявляється в умінні використовувати комп’ютерні моделі як дидактичні засоби підвищення ефективності навчального процесу, працювати з прикладним програмним забезпеченням, у знанні основ мікроелектроніки та робототехніки, апаратної будови комп’ютера тощо.

Проблему компетентнісного підходу в освіті досліджували В.І.Байденко, Н.М.Бібік, В.І.Луговий, О.В.Овчарук, Л.І.Паращенко, О.І.Пометун, О.Я.Савченко, Ю.Г.Татур, А.В.Хуторской та інші вчені.

Педагогічні вміння та навички формуються протягом усього часу діяльності вчителя, проте основа закладається в навчальному закладі. Як показують результати проведених нами досліджень, досить ефективним прийомом, який дозволяє активізувати навчальну та пізнавальну діяльність студентів, є їх залучення до виконання дослідницьких проєктів та радіотехнічного конструювання.

У різні роки наукові роботи відомих вчених-методистів з проблем змісту й структури освіти – П.С.Атаманчука, Л.Ю.Благодаренко, О.І.Бугайова, С.У.Гончаренка, О.І.Ляшенка, М.Т.Мартинюка, О.В.Сергеєва, В.Д.Сиротюка, Б.А.Суся та багатьох інших, а також з проблем навчального експерименту – С.П.Величка, В.П.Вовкотруба, О.І. Жили, Л.Р.Калапуші, А.В.Касперського,

С.І.Козеренка, Є.В.Коршака, В.В.Мендерецького, Б.Ю.Миргородського, І.Г.Мірошниченка, В.Ф.Савченка, В.П.Сергієнка, М.І.Шута та багатьох інших учених, власні дослідження, узагальнення та практика викладання радіоелектроніки та комп'ютерних наук, визначили необхідність набуття майбутніми учителями фізики навиків роботи з електронним обладнанням, знання елементної бази сучасної мікроелектроніки та робототехніки.

Виконання комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту, впровадження елементів сучасної мікроелектронної та комп'ютерної техніки передбачає раціоналізацію структури й змісту навчального фізичного експерименту, удосконалення техніки проведення демонстрацій та лабораторних робіт. До визначених основних тенденцій розвитку навчального фізичного експерименту можна віднести ще й такі:

- наближення експериментального методу навчання до сучасних наукових методів дослідження;
- удосконалення та модернізація навчального обладнання;
- конструктивно-технічна діяльність вчителів та учнів, самостійне проектування та виготовлення нового навчального обладнання;
- пріоритет прямих вимірювань фізичних величин сучасними методами;
- використання електричних вимірювань неелектричних фізичних величин з подальшою цифровою обробкою результатів;
- комплексна комп'ютеризація фізичного експерименту (використання автоматизованих систем збору даних, засобів графічного програмування, елементів робототехніки тощо).

Дидактичні проблеми впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у навчальний процес, формування інформатичної компетентності, психологічні основи комп'ютерного навчання досліджували В.Ю.Биков, І.Т.Богданов, Р.В.Гуревич, М.І.Жалдак, В.Ф.Заболотний, О.І.Іваницький, Л.Л.Коношевський, А.П.Кудін, Ю.І.Машбиць, Ю.С.Рамський, О.В.Співаковський та інші вчені.

Незважаючи на значну кількість праць з методики й техніки навчального фізичного експерименту, є низка проблем, які вимагають подальших досліджень. Зокрема, що стосуються застосування електронних засобів, інформаційно-комунікаційних технологій та сучасних технічних засобів навчання у фізичному експерименті. Водночас варто зазначити, що останнім часом має місце зменшення бюджету часу, що відводиться на вивчення фізико-технічних дисциплін циклу професійної та практичної підготовки майбутніх вчителів фізики. Курси мікроелектроніки, радіоелектроніки, радіотехніки, технічного конструювання, основи робототехніки, як правило, вивчаються як вузькопрофільні або факультативно.

За таких умов курс загальної фізики відіграє значну роль у засвоєнні майбутніми учителями фізики основ знань з вищезазначених дисциплін. У зв'язку з цим постає проблема вдосконалення системи організації та виконання майбутніми учителями фізики фізичного експерименту на основі оптимального вибору форм, методів і сучасних засобів навчання. Існує необхідність в

розробленні навчально-методичних матеріалів, посібників, практикумів. Актуальною залишається проблема пошуку нових методичних підходів до формування вмінь використовувати майбутніми вчителями фізики комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання.

Отже, існують об'єктивні суперечності між вимогами суспільства до підготовки майбутніх учителів фізики та змістом і формами навчання дисципліни „Загальна фізика”, які вимагають подальшого розвитку та удосконалення навчального процесу з фізики, в тому числі й навчального фізичного експерименту, який є його основною складовою. Проведений аналіз дає підстави стверджувати, що проблеми формування фахової компетентності, які проявляються, зокрема, у використанні комп'ютерно-орієнтованих засобів у навчальному експерименті з фізики, ще не отримали достатнього обґрунтування та потребують цілісного дослідження, що й зумовлює актуальність дисертаційної роботи **„Теоретико-методичні засади виконання комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту в процесі навчання майбутніх учителів фізики”**.

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

Дисертація є складовою наукового дослідження „Дидактичні функції методів фізичної науки”, що виконується кафедрою загальної фізики та методики викладання фізики Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки (держ. реєстр. номер 0114U003913).

Тему докторської дисертації затверджено вченою радою Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки (протокол №9 від 29 березня 2012 р.) та узгоджено в Міжвідомчій раді з координації наукових досліджень з педагогічних та психологічних наук в Україні (протокол № 5 від 29 травня 2012 р.).

Об'єкт дослідження: процес навчання дисципліни „Загальна фізика” майбутніх учителів фізики.

Предмет дослідження: теоретичні і методичні засади виконання комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту в процесі підготовки майбутніх учителів фізики.

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування, створення та запровадження навчально-методичного лабораторного комплексу з використанням комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту для підвищення рівня фахової та інформатичної компетентності майбутніх учителів фізики.

Відповідно до поставленої мети було визначено такі **завдання** дослідження.

1. Проаналізувати стан проблеми навчання курсу „Загальна фізика” майбутніх учителів фізики та визначити теоретичні передумови формування знань студентів щодо використання комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання в контексті інтеграції української вищої освіти до європейського освітнього простору. Виявити тенденції розвитку та проаналізувати шляхи удосконалення навчального фізичного експерименту у зв'язку із впровадженням сучасного стандарту освіти.

2. Визначити місце та значення мікроелектроніки, робототехніки та засобів інформаційно-комунікаційних технологій у системі фундаментальної та фахової підготовки майбутніх учителів фізики.

3. Теоретично обґрунтувати науково-методичні засади та розробити навчально-методичний лабораторний комплекс з використанням комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту в процесі підготовки майбутніх учителів фізики.

4. Розробити навчально-методичні матеріали для здобуття та поглиблення знань майбутніх учителів фізики: навчальні програми курсів, навчальні посібники, лабораторний практикум, засоби діагностики якості навчальних досягнень.

5. Спроекувати, виготовити та провести апробацію навчального обладнання на основі сучасної елементної бази (зокрема, мікроконтролерів), апаратне та програмне забезпечення комп'ютерної техніки для навчального фізичного експерименту.

6. Експериментально перевірити ефективність запропонованого навчально-методичного лабораторного комплексу в процесі вивчення курсу „Загальна фізика”.

На усіх етапах дослідження відповідно до задач застосовувались такі **методи дослідження**:

- теоретичні: *системний аналіз* з метою виокремлення шляхів розв'язання проблеми підготовки майбутніх учителів фізики; *порівняння, узагальнення* на основі вивчення психолого-педагогічної, науково-методичної літератури, вітчизняного й зарубіжного педагогічного досвіду; *класифікація та періодизація* з метою визначення поняттєво-категоріального апарату й розкриття теоретичних аспектів означеної проблеми; ретроспективний *аналіз* власної педагогічної діяльності та діяльності загальноосвітніх та вищих навчальних закладів; *аналіз* методичних систем, моделей, форм, методів та засобів навчання студентів.

- емпіричні: *синтез* – для виявлення найбільш доцільного складу навчально-методичного лабораторного комплексу; моделювання – з метою створення інноваційних моделей для забезпечення формування активної позиції студентів у процесі навчання; *спостереження* за навчальним процесом з фізики у вищих навчальних закладах з метою визначення його закономірностей; *анкетування та тестування, соціологічні опитування* вчителів фізики, *узагальнення* результатів власної педагогічної діяльності; *поточний і підсумковий контроль* – для виявлення рівня навчальних досягнень студентів; *експертне оцінювання та ранжування* приладів і програмного забезпечення; *апробація* створеного навчально-методичного комплексу; *педагогічний експеримент* із опрацюванням одержаних результатів методами *математичної статистики*, їх оцінювання та обґрунтування висновків.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що:

- *вперше запропоновано* теоретичні та методичні засади виконання комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту в процесі підготовки майбутніх учителів фізики;

- *вперше запропоновано* навчально-методичний лабораторний комплекс для забезпечення експериментальної складової навчання фізики з використанням мікроелектронної схемотехніки та електронних пристроїв, який сприяє формуванню інформатичної компетентності майбутнього вчителя фізики та набуттю ним практичних умінь роботи з сучасним обладнанням;

- *вперше запропоновано* структуру та зміст навчальних спецкурсів з фізичного експерименту, вивчення яких доповнює курс загальної фізики та підвищує фахову компетентність майбутніх учителів фізики щодо використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному фізичному експерименті; *створено* комп'ютерне та методичне забезпечення пропонуваніх спецкурсів на основі засобів імітаційного комп'ютерного моделювання та графічного програмування;

- *вперше теоретично обгрунтовано та методично підтверджено* педагогічну доцільність впровадження освітньої робототехніки у процес навчання дисципліни „Загальна фізика” майбутніх учителів фізики;

- *запропоновано* практичні рекомендації щодо розроблення нового та модернізації існуючого обладнання для навчального фізичного експерименту на сучасній елементній базі з використанням мікроконтролерної схемотехніки й автоматизованих систем збору даних;

- *запропоновано* методичні рекомендації щодо удосконалення підготовки майбутніх учителів фізики в галузі освітньої робототехніки, основ мікроелектроніки, технічного конструювання, комп'ютерного моделювання та графічного програмування;

- *удосконалено* методичні підходи щодо навчання майбутніх учителів фізики основ мікроелектроніки, робототехніки, технічного конструювання, комп'ютерного моделювання та графічного програмування;

- *дістали подальшого розвитку:*

- засоби активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів напряму підготовки „Фізика”, орієнтованої на формування їх інформатичної й фахової компетентностей у процесі навчання радіотехнічних, комп'ютерних дисциплін, робототехніки та здійснення науково-дослідницької та конструктивно-технічної роботи;

- методичні підходи щодо використання в навчальному фізичному експерименті апаратно-програмного забезпечення комп'ютерної техніки, робототехніки, мікроконтролерної схемотехніки та автоматизованих систем збору даних.

Практичне значення одержаних результатів визначається тим, що:

- створено та впроваджено у процес підготовки майбутніх учителів фізики навчальні посібники та монографія:

- 1) „Навчальний фізичний експеримент у системі сучасних педагогічних технологій” (співавтори Л.І.Калапуша, І.Г.Мірошніченко). Рекомендовано Міністерством освіти і науки України (лист № 1/11-2844 від 21.06.2001 р.);

2) „Моделювання та дослідження електронних пристроїв: навчальний посібник + CD” (співавтор О.І.Ляшенко). Рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів (лист №1/11-19027 від 12.12.2012 р.);

3) „Підготовка майбутніх учителів фізики до використання засобів мікроелектроніки та комп’ютерної техніки в навчальному фізичному експерименті: монографія + CD”. (Рекомендовано до друку вченою радою Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки (протокол № 4 від 29 жовтня 2013 р.);

- створено навчальні програмні засоби для автоматизації фізичних досліджень та експерименту, серед яких:

- 1) комп’ютерна програма „Вимірювання значень фізичних величин” (у співавторстві). (Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 40622. Державний департамент інтелектуальної власності. 24. 10. 2011 р.);

- 2) комп’ютерна програма „Графіки руху тіла” (у співавторстві). (Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 42452. Державний департамент інтелектуальної власності. 24. 02. 2012 р.);

- згідно з навчальним планом спеціальності 04020301 – „Фізика” розроблено програми та впроваджено в навчальний процес вивчення спецкурсів: „Автоматизація фізичного експерименту”, „Автоматизовані системи збору даних”, „Прикладні комп’ютерні програми”, „Основи автоматизації й електронно-обчислювальної техніки”, „Технічне конструювання”, „Освітня робототехніка”;

- розроблено навчальний план та проводиться підготовка фахівців для здобуття кваліфікації 2320 „Викладач середніх навчальних закладів” (фізика та загальнотехнічні дисципліни (спеціалізація „Мікроелектроніка та робототехніка”));

- розроблено, виготовлено, апробовано та рекомендовано для практичного використання нове та модернізоване існуюче обладнання для навчального фізичного експерименту.

Результати дослідження можуть бути використані в процесі розроблення стандартів вищої освіти для напряму підготовки „Фізика”, для організації та проведення комп’ютерно-орієнтованого навчального фізичного експерименту з використанням засобів робототехніки, мікроконтролерної схемотехніки та автоматизованих систем збору даних, а також для розроблення спеціальних курсів з комп’ютерно-орієнтованого навчального фізичного експерименту для студентів вищих навчальних закладів, у яких фізика є нормативною дисципліною.

Основні положення та результати дослідження **впроваджено** в навчальний процес Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини (довідка № 1041/01 від 10.06.2013 р.), Бердянського державного педагогічного університету (довідка № 58-08/2117 від 13.06.2013 р.), Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (довідка б/н від 12.06.09 р.), Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького (довідка № 262/03 від 27.06.2013 р.), Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки (довідка № 4/2207 від 12.06.2013 р.);

практику роботи Національного центру „Мала академія наук України” (довідка № 172/1/5.1-633 від 30.09.2013 р.), Волинського інституту післядипломної педагогічної освіти (довідка № 650/02-11 від 18.10.2013 р.), Чернігівського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти імені К.Д.Ушинського (довідка № 01-08/137 від 10.02.2014 р.).

Особистий внесок здобувача у працях, написаних у співавторстві, полягає у визначенні концептуальних аспектів досліджуваної проблеми, здійсненні комплексу психолого-педагогічних досліджень з проблем створення та використання комп’ютерно-орієнтованих середовищ, теоретичному обґрунтуванні досліджуваних проблем, апробації результатів та їх аналізі:

- у працях [45], [48], [50] автору належить технічна реалізація побудови навчального обладнання та запропоновано методику використання в навчальному експерименті з фізики;

- ідею автора щодо деяких аспектів вивчення технічних засобів навчання та модернізації вимірювальних приладів відображено у працях [46], [51];

- власний концептуальний підхід щодо використання апаратно-програмних систем навчального призначення та засобів робототехніки подано у працях [27], [32];

- у працях [5] та [47] відображено авторський підхід до використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному експерименті з механіки;

- авторські підходи щодо: впровадження середовищ імітаційного моделювання у процес підготовки майбутнього вчителя фізики відображено у праці [17]; моделювання перехідних процесів у лінійних електричних колах засобами візуального програмування відображено у праці [13];

- проектування та реалізація ключових модулів належать автору у програмному забезпеченні [40] та [41];

- у праці [3] автору належить ідея, структура та тематичне наповнення навчального посібника, його верстка та створення електронного додатка;

- визначення автором можливостей використання електронних приладів у навчальному фізичному експерименті відображено у праці [2];

- у збірниках тестових завдань з фізики [49], [52] автор здійснював тематичне наповнення окремих розділів та загальне редагування.

Апробація результатів дослідження. Основні положення та результати дослідження доповідались та обговорювались на наукових та науково-методичних конференціях, зокрема:

- міжнародних: „Управління якістю підготовки майбутніх учителів фізики та трудового навчання” (Кам’янець-Подільський, 2009 р.); „Формування професійних компетентностей майбутніх учителів фізико-технологічного профілю в умовах євроінтеграції” (Кам’янець-Подільський, 2010 р.); „Новые технологии в образовании” (Таганрог-Москва, РФ, 2011 р.); „Стратегія якості у промисловості і освіті” (Варна, Болгарія, 2011р.); „Современное образование: преемственность и непрерывность образовательной системы „Школа – университет” (Гомель, Республіка Беларусь, 2011 р.), „Інноваційні технології управління компетентнісно-світоглядним становленням учителя: фізика, технології, астрономія” (Кам’янець-Подільський, 2011 р.);

„Postępy w nauce w ostatnich latach. Nowych rozwiązań” (Warszawa, 2012); „Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми” (Вінниця, 2012 р.); „Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі (до 75-річчя від дня народження та 50-річчя науково-педагогічної діяльності М.І.Жалдака)” (Кривий Ріг, 2012 р.); „Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі” (Херсон, 2012 р.); „Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю” (Кам’янець-Подільський, 2013 р.), „Засоби і технології сучасного навчального середовища” (Кіровоград, 2013 р.); „Інформаційні технології в освіті, науці і техніці” (Черкаси, 2013 р.);

- всеукраїнських: „Проблема вищої педагогічної освіти у світлі рішень II Всеукраїнського з’їзду працівників освіти” (Київ, 2001 р.); „Сучасні методичні системи навчання фізики і астрономії у загальноосвітній школі” (Умань, 2006 р.); „Безперервна фізико-математична освіта: проблеми, пошуки, перспективи” (Бердянськ, 2009, 2011 р.р.); „Засоби і технології сучасного навчального середовища” (Кіровоград, 2007, 2011 р.р.); „Формування самостійної пізнавальної діяльності учнів та студентів з фізики в умовах сучасного освітнього середовища” (Луцьк, 2008, 2009 р.р.), „Чернігівські методичні читання з фізики” (Чернігів, 2009 р., 2012 р., 2013 р., Чернігів-Ніжин, 2011 р.); „Моделювання у навчальному процесі з фізики (до 80-річчя професора Л.Р.Калапуші)” (Луцьк, 2010 р.); „Комп’ютерне моделювання в освіті” (Кривий Ріг, 2012 р.); „Навчальний фізичний експеримент у системі сучасних педагогічних технологій” (Луцьк, 2012 р.); „Актуальні проблеми підготовки вчителів природничо-наукових дисциплін для сучасної загальноосвітньої школи” (Умань, 2012 р.); „Науково-дослідна робота в системі підготовки фахівців-педагогів в природничій та технологічній галузях” (Бердянськ, 2013 р.); на звітних науково-практичних конференціях і семінарах професорсько-викладацького складу Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки (2006-2014 р.р.);

- на Всеукраїнському семінарі „Актуальні питання методики навчання фізики і астрономії в середній та вищій школах” (м. Київ, 2006-2014 р.р.);

- XII Міжнародній виставці навчальних закладів „Сучасна освіта в Україні – 2009” у номінації „Інформаційні та комп’ютерні системи у навчальному процесі” (м. Київ, 2009 р.);

- III Міжнародній виставці „Сучасні заклади освіти – 2012” у номінації „Використання в навчальному процесі сучасних електронних засобів навчання, інформаційних ресурсів” (м. Київ, 2012 р.).

Основні результати дослідження опубліковано у 58 наукових працях, серед них: монографія; 2 навчальні посібники (у співавторстві), що мають гриф „Рекомендовано Міністерством освіти і науки України”; 2 збірники тестових завдань з фізики для вступників (у співавторстві), з яких 1 із грифом „Рекомендовано Міністерством освіти і науки України”; 31 стаття у виданнях, зареєстрованих як фахові з педагогічних наук (журнали та збірники наукових праць),

з яких 26 – одноосібних; 9 одноосібних праць у зарубіжних наукових виданнях, з яких 5 – у періодичних виданнях; 13 публікацій у збірниках матеріалів конференцій. 2 Свідоцтва про реєстрацію авторського права на навчальні комп'ютерні програми (№40622 від 24.10.2011 р., №42452 від 24.02.2012 р.).

Кандидатська дисертація „Засоби сучасної електроніки та комп'ютерної техніки в навчальному експерименті з фізики” захищена в 2001 році. Матеріали кандидатської дисертації в тексті докторської дисертації не використано.

Структура дисертації. Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, висновків до розділів, висновків, додатків (36 с.), списку використаних джерел (337 найменувань на 38 с.). Загальний обсяг дисертації – 427 с., з яких 348 с. – основна частина. Робота містить 130 рисунків і схем та 18 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

У **вступі** обґрунтовано вибір наукової проблеми та її актуальність, визначено об'єкт, предмет, мету, завдання, методи дослідження, висвітлено зв'язок роботи з науковими програмами; розкрито наукову новизну та практичне значення наукового пошуку, вірогідність і обґрунтованість результатів; наведено відомості про апробацію й впровадження результатів роботи.

У **розділі 1 „Психолого-педагогічні засади впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у процес навчання майбутніх учителів фізики”** проаналізовано основні психолого-педагогічні та технологічні характеристики навчання в комп'ютерному середовищі, функціональні властивості сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, які дають змогу реалізовувати нові можливості в навчальному процесі та у методиці підготовки майбутніх учителів фізики. Виокремлено психологічні та дидактичні передумови реалізації підготовки фахівців, наголошено на необхідності реалізації міжпредметних зв'язків базових, прикладних та психолого-педагогічних дисциплін для забезпечення єдності змістової та процесуальної складових процесу навчання. Встановлено, що динамічний розвиток сучасного суспільства, постійна зміна його потреб і внутрішньої логіки наукового пізнання, швидке оновлення наукомістких технологій вимагають підготовки фахівців нового типу – активних, здатних творчо мислити й постійно поповнювати свої знання для освоєння нової техніки та виробничих процесів, що з'являються сьогодні на ринку праці. Виявлено, що актуалізується необхідність удосконалення змісту й технологій освіти, розвиток системи забезпечення якості освітніх послуг, фундаментальності та прикладної спрямованості освітніх програм. Інформатизація освіти – важлива складова державної програми розбудови суспільства на основі впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

Проаналізовано прийняті в попередні роки державні нормативні документи, які передбачали забезпечення ефективного впровадження й використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій на всіх рівнях освітньої галузі. Їх виконання має забезпечити підвищення якості освіти,

розвиток інформаційної взаємодії та інтеграцію загальноосвітніх навчальних закладів у світовий інформаційний освітній простір. Підвищення рівня компетентності вчителів має відбуватися паралельно з упровадженням комп'ютерної грамотності учнів. Встановлено, що важливим є не тільки вміння оперувати власними знаннями, а й готовність змінюватися й пристосовуватися до нових потреб ринку праці, оперувати та керувати інформацією, активно діяти, швидко приймати рішення, навчатись упродовж життя. Прогресивна освітня спільнота ставить перед собою нове завдання – сформувати вміння вчитись.

Показано, що у зв'язку з підписанням Болонської конвенції визначилися концепції в зміні принципів формування змісту вищої освіти. Проведений аналіз досвіду освітніх систем багатьох країн переконливо доводить, що одним зі шляхів оновлення змісту освіти й навчальних технологій, узгодження їх із сучасними потребами інтеграції до світового освітнього простору є орієнтація навчальних програм на компетентнісний підхід та створення ефективних механізмів його запровадження. Цілі навчання необхідно формулювати в контексті компетентнісного підходу, що є одним з провідних напрямків у світовій освітній практиці. У матеріалах з модернізації освіти в Україні цей підхід розглядається як одне з важливих концептуальних положень. Відповідно до компетентнісного підходу виникає необхідність у новому розумінні суті фахової підготовки – виявленні умов, при яких засвоєння знань органічно поєднується з формуванням професійної компетентності вчителя. Встановлено, що реалізація компетентнісного підходу потребує внесення істотних коректив у зміст та процес фахової підготовки майбутніх учителів фізики.

З прийняттям Європейською комісією у 2010 році „Цифрового порядку денного” (Digital agenda) було окреслено цілі, однією із яких є підвищення у громадян європейських країн рівня володіння ІКТ навичками (ICT practitioner skills), у тому числі цифровою і медіа грамотністю (digital/media literacy), е-навичками (eSkills). Тому вже на початку нового тисячоліття почала нова формуватися концепція, що включає в себе не тільки академічну грамотність, а й цифрову. Цифрова культура сьогодні – це частина повсякденної культури громадянина інформаційного суспільства. Бурхливий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, мікроелектроніки, робототехніки, стрімке поширення апаратних і програмних засобів обчислювальної техніки активно змінюють риси сучасної цивілізації. Електронно-обчислювальна техніка визначає технічний та науковий прогрес практично в усіх сферах людської діяльності, не оминаючи освітню. Вона активно використовується як інструментальний засіб для розв'язання складних науково-практичних завдань. Тому, стає необхідністю зміна ролі комп'ютера в освіті, зокрема у фізичній. Доведено, що одним з напрямків розширення можливостей комп'ютерної техніки в навчальному процесі з фізики є її використання не лише як об'єкту вивчення, але й інструменту для удосконалення та модернізації навчального фізичного експерименту та експериментально-дослідницької роботи.

Проаналізовано кількісні переваги комп'ютерних технологій, які спричиняють якісну зміну в навчальному експерименті. Прості в користуванні обладнання й матеріали створюють експериментальне середовище, яке

у поєднанні з комп'ютером дає нову якість природного переходу від раннього навчання фізики на досліді до вивчення кількісного боку явищ на наступному етапі навчання. Комп'ютер дає змогу проводити натурний фізичний експеримент одночасно з його графічним відображенням на моніторі. Одночасно з універсалізацією та спрощенням експериментального навчального середовища з'являється можливість проведення складних експериментів на основі створених віртуальних лабораторій. З'ясовано, що останнім часом спостерігається перехід від розроблення готових віртуальних лабораторій до створення експериментально-модельовальних середовищ, де можна komponувати різні експерименти відповідно до інтересів і рівня знань студентів. Концепція індивідуалізації професійно-педагогічної підготовки дає змогу простежити процес і описати механізм виникнення стратегій і тактик професійного саморозвитку у майбутнього вчителя. Підвищенню рівня професійних знань і умінь, мотивації їх подальшого самовдосконалення сприяють активні форми проведення практичних та лабораторних занять, в основі яких лежить особистісно-діяльнісний підхід.

Констатовано, що ефективність фізичного експерименту залежить від якості самих фізичних приладів і установок та їх змісту (змістовий бік експерименту) і від особливостей використання приладів (процесуальний бік експерименту). Тому перспективними засобами підвищення ефективності навчального фізичного експерименту є вдосконалення вже існуючого навчального устаткування, використання сучасної радіоелектронної апаратури, комп'ютерної техніки, засобів мікроелектроніки та робототехніки. Зважаючи на значний дидактичний потенціал інформаційно-комунікаційних засобів, процес їх використання обов'язково має базуватися на психологічному та педагогічному підґрунті. Особистісно-орієнтоване навчання, засоби мікроелектроніки, сучасні інноваційні технології сприяють інтенсифікації навчального процесу, а виконання комп'ютерно-орієнтованого експерименту у поєднанні з традиційним сприяють підвищенню навчально-пізнавальної активності студентів, розвитку їх самостійності, формуванню індивідуального стилю навчальної та професійної діяльності.

У розділі 2 „Теоретико-методичні основи модернізації обладнання для навчального фізичного експерименту засобами мікроелектроніки й комп'ютерної техніки” розкрито роль, місце та визначено перспективи використання засобів мікроелектроніки, робототехніки та комп'ютерних технологій як дієвих інструментів поглиблення й узагальнення фундаментальних знань, формування практичних компетенцій у підготовці фахівців із галузей науки та освіти та в модернізації навчального обладнання. Показано, що мікроелектроніка є однією з основних сфер світової економіки, рівень розвитку якої визначає стан сучасної цивілізації, вона є основою інформаційних технологій, економічного та енергетичного зростання держави. Як навчальна дисципліна – супутня іншим предметам фахової підготовки майбутніх учителів фізики, а її елементну базу з успіхом можна використовувати для удосконалення та модернізації обладнання для навчального фізичного експерименту.

Доведено, що основними напрямками розвитку навчального фізичного експерименту є модернізація (удосконалення) наявного традиційного обладнання для проведення реального (натурного) експерименту та застосування можливостей обчислювальної й мікропроцесорної техніки. Науково-технічний прогрес веде до морального старіння машин, обладнання та елементної бази. Здатність фахівців адаптуватися до нових технічних рішень, успішне опанування новітньою технікою та впровадження її в освітній процес визначається рівнем їх підготовки, що формується багатьма фундаментальними та прикладними дисциплінами, серед яких чільне місце займає вивчення та використання засобів мікроелектроніки. Доведено, що цифрові методи обробки сигналів дають змогу забезпечити велику точність результатів, знизити вартість цифрових систем і значно розширити сферу їх застосування, а виготовлення навчального обладнання на мікроконтролерах цілком доступне в умовах конструктивно-технічної діяльності в навчальних закладах. Широке їх впровадження в навчальний фізичний експеримент є одним із перспективних шляхів його оновлення й удосконалення, приведення у відповідність з досягненнями сучасної науки та техніки.

Програму навчальної дисципліни „Автоматизація фізичного експерименту”, складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки спеціаліста спеціальності „7.04020301 – Фізика”. Предметом вивчення навчальної дисципліни є науково-технічний напрям, що використовує засоби сучасної мікроелектроніки та комп’ютерної техніки для автоматизації фізичних досліджень та експерименту. Дисципліна вивчається на базі знань усіх розділів фізики, основ радіотехніки та мікроелектроніки, програмування, моделювання, архітектури ЕОМ. Знання потрібні при вивченні основ програмування мікроконтролерних систем, графічного програмування, автоматизації фізичного експерименту. Курс спрямований на підготовку студентів до використання сучасних автоматизованих систем збору даних у експериментально-дослідницькій роботі з фізики, вивчення мов програмування, розуміння принципів формування алгоритмів та способів їх реалізації. Метою курсу є підвищення мотивації студентів до навчання через популяризацію знань про можливість використання нових інформаційних технологій як засобів автоматизації фізичних досліджень. Особливо актуальною є проблема підготовки фахівців (майбутніх учителів фізики) до використання сучасних експериментальних засобів, оснащених апаратним та програмним забезпеченням комп’ютерної техніки.

Залучення студентів до вивчення сучасної елементної бази, конструювання й виготовлення електронних приладів на її основі розвиває цінні практичні навички та вміння, формує поняття про нові галузі техніки, знайомить із тенденціями розвитку технологій. Аналіз стану впровадження досліджуваної проблеми в практику роботи свідчить, що у процесі організації занять з дисциплін природничо-математичного циклів підготовка щодо технічного конструювання має здебільшого інтуїтивний і невпорядкований характер, оскільки такій діяльності студентів необов’язково передує актуалізація та формування в них умінь і навичок технічного конструювання.

Тому у план підготовки бакалаврів напряму 6.04020301 „Фізика” уведено навчальний курс „Технічне конструювання” з модульним вивченням основ робототехніки, що сприяє розвитку здібностей у студентів здобувати знання й набувати навички для їх подальшого застосування в сучасному виробництві, новітніх технологіях, раціоналізаторстві та винахідництві, радіотехнічному конструюванні, основах робототехніки й мікроелектроніки, розв’язанні важливих екологічних проблем. Курс є основою технологічної підготовки студентів-фізиків. Студенти вивчають основні поняття матеріалознавства та технології матеріалів, основи металургії й обробки металів, фізичні основи зварювання та паяння металів, знайомляться з будовою й можливостями застосування деревини та пластмас, їхніми властивостями й класифікацією. Особливу увагу звернено на вивчення фізичних основ паяння металів і сплавів, технології радіотехнічного монтажу, виготовлення електронних плат різними способами. Оскільки конструювання у всіх галузях виробництва ґрунтується на використанні вироблених працею багатьох поколінь знань про властивості конструкційних матеріалів та технології виробництва, то така дисципліна є основою технологічної підготовки студентів.

Доведено необхідність розробки методичних засад для формування фахових компетентностей у студентів (майбутніх учителів фізики) щодо використання засобів мікроконтролерної техніки в експериментально-дослідницькій та навчальній роботі з фізики. Із цією метою запропоновано методику роботи проблемних груп, які за спеціально складеною програмою займаються питаннями розробки та виготовлення нового навчального обладнання. Такий вид діяльності забезпечує можливість організації проектного методу в процесі навчання фізики та організацію послідовного циклу підготовки фахівців (рис.1), що ґрунтується на основі структурованих завдань і композиційного лабораторного практикуму.

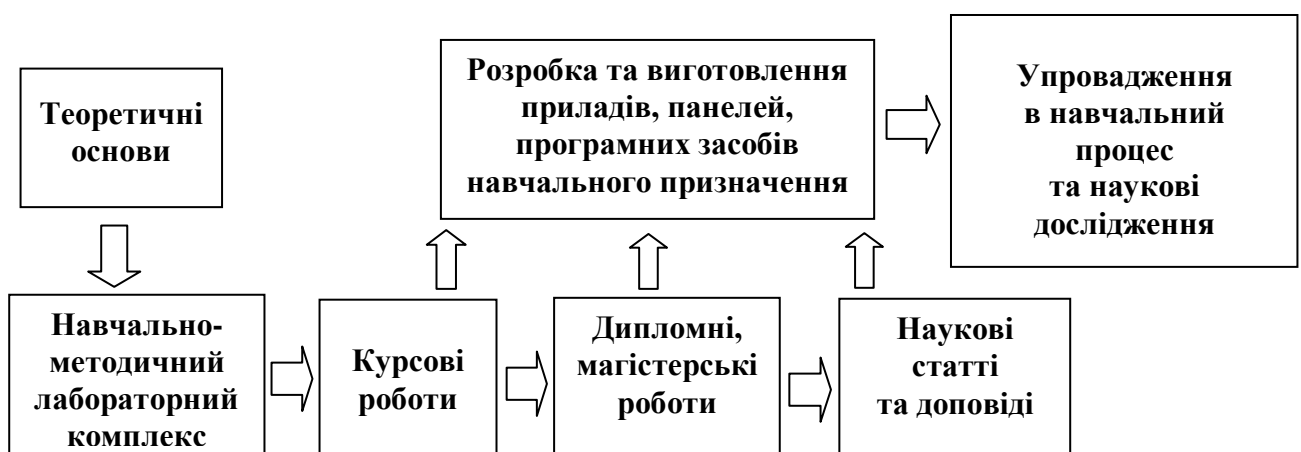


Рис. 1. Модель організації послідовного циклу підготовки фахівців з використанням навчально-методичного лабораторного комплексу

Констатовано, що конструктивно-технічна робота студентів сприяє поглибленню якості засвоєння матеріалу зі спеціальності, розширенню світогляду майбутніх фахівців, прищепленню навичок власного пошуку, удосконаленню професійних якостей, вихованню наукової та творчої ініціативи, вона формує складники професійних компетентностей і підвищує якість фізико-математичної й технологічної підготовки. Наведено приклади виготовленого та апробованого студентами фізичного обладнання, створеного на якісно новій основі з використанням мікроконтролерної схемотехніки. Однією з програм, що пропонується для вивчення студентами і використовується для імітації роботи мікроконтролерних систем є Proteus – платформа для автоматизованого проектування електронних схем, засіб моделювання, що ґрунтується на основі використання емуляторів електронних компонентів. Характерною особливістю пакету є можливість моделювання роботи програмованих елементів: мікроконтролерів, мікропроцесорів тощо.

У розділі 3 „Методичні засади виконання комп’ютерно-орієнтованого фізичного експерименту з використанням навчально-методичного лабораторного комплексу в процесі навчання майбутніх учителів фізики” запропоновано структуру навчально-методичного лабораторного комплексу (рис. 2), теоретичні аспекти та алгоритм функціонування автоматизованої системи збору даних, як складника навчально-методичного лабораторного комплексу та дієвого засобу модернізації навчального фізичного експерименту. Застосування цифрових методів обробки сигналів забезпечує велику точність і відтворюваність результатів, високу заводостійкість та малі габарити виробів. Поява нового класу процесорів дала змогу різко знизити вартість цифрових систем і значно розширила сферу їх застосування. Наведено приклади розробок програмного та апаратного забезпечення навчального призначення.



Рис. 2. Блок-схема структури навчально-методичного лабораторного комплексу

Відомо, що кінцева мета будь-якого навчального процесу – використання теоретичних знань на практиці. Доведено, що це досягається в процесі виконання лабораторних та практичних робіт. Саме цей складник і потребує приведення у відповідність до сучасних вимог. Проте наявність навіть найбільш сучасних комп'ютерів є недостатньою. Комп'ютер потрібно перетворити на інструмент для розв'язання практичних завдань. Для цього необхідні технічні засоби (як апаратні, так і програмні), які забезпечують узгодження роботи комп'ютера, датчиків із виконавчими пристроями. Відмінні технічні характеристики та функціональні можливості мають плати й модулі збору даних і провідних світових, і вітчизняних виробників, проте їхня вартість достатньо велика. Для розв'язання більшості навчальних завдань у вищих та середніх навчальних закладах не потрібні надвисокі швидкодія й точність. Необхідні розумна багатфункціональність, розширена програмна підтримка та доступність для масового використання. Доведено, що серед спеціалізованих програмних засобів, що відповідають сучасним технічним та дидактичним вимогам, є прикладні програмні пакети Multisim та LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) компанії National Instruments. Доведено також, що таким вимогам цілком відповідає мікросистема збору даних з інтерфейсом USB, розроблена якої виконала українська компанія „Холіт[®] Дейта Системс” у рамках програми „Освітні ініціативи”. Розроблено методичні матеріали, згідно яких на основі прослуханого лекційного матеріалу та виконаних робіт лабораторного практикуму студенти вчаться редагувати графічні елементи керування й індикації програмного середовища LabVIEW, вивчають цикли, масиви, створення діаграм із використанням віртуальних інструментів, засоби введення / виведення даних тощо.

Теоретично обґрунтовано та практично доведено необхідність підготовки майбутніх учителів фізики до використання автоматизованих систем збору, оскільки проникнення наукових методів у навчальний процес викликають необхідність формування знань та вмінь у майбутніх фахівців щодо впровадження сучасних методів та засобів досліджень. Описано практичні рекомендації щодо використання мікросистем збору даних та методику проведення лабораторних досліджень на основі віртуальних вимірювальних засобів та розробленого навчального обладнання. Підтверджено, що комп'ютерне моделювання є одним із результативних методів вивчення фізичних, технічних, біологічних, економічних та інших систем. Розкрито сутність, основні етапи та вимоги, що висувають до комп'ютерного моделювання. Доведено, що активне впровадження машинної імітації у всіх галузях інженерно-економічної та освітньої діяльності, широке залучення методів комп'ютерного моделювання до підготовки фахівців – важливі народногосподарські завдання. Виявлено, що математичне та імітаційне моделювання мають свої переваги та недоліки, тому гармонійне їх поєднання з традиційним натурним фізичним експериментом дають змогу більш повно розкрити студентам фізичний зміст явищ, що вивчаються.

Показано, що яким би ефективним не було імітаційне моделювання, його використання можливе в таких ситуаціях:

- при неможливості проведення реального (натурного) експерименту внаслідок таких причин: а) коли використовується дороге устаткування; б) якщо реальний експеримент небезпечний для здоров'я студентів; в) за умови високої трудомісткості й тривалості виконання натурного експерименту; г) коли є необхідність у виконанні складних математичних розрахунків для обробки отриманих експериментальних даних; ґ) при розв'язанні завдань, коли неможливо застосувати сучасне метрологічне устаткування;

- для перевірки й уточнення роботи реальних об'єктів, доповнення натурного експерименту;

- контролі за ходом фізичного процесу, отримання необхідної інформації про нього та обробки отриманої інформації для подальшого її використання;

- для пришвидшення перенесення результатів обчислювального експерименту на реальні системи;

- при ознайомленні з принципами роботи віртуальних та інших приладів й установок для їх подальшого використання в реальному експерименті.

Обґрунтовано, що під час вивчення студентами основ радіоелектроніки, автоматики, обчислювальної та мікропроцесорної техніки виконання лабораторних робіт, використання натурного експерименту ефективніше при доповненні імітаційним моделюванням. Одним із результатів навчання за допомогою комп'ютерного моделювання є набуття студентами інформаційно-комунікаційних компетентностей, що складають професійну компетентність майбутнього фахівця. Запропоновано теоретичне обґрунтування та практичну реалізацію віртуального експерименту, який виконують студенти перед роботою на реальному устаткуванні. Його значимість очевидна, оскільки відбиває сучасну логіку проектування технічних систем: спочатку – концепція, теоретичні обчислення, потім – комп'ютерне моделювання, й тільки тоді – реальний експеримент.

Теоретично обґрунтовано та практично доведено необхідність підготовки майбутніх учителів фізики до використання засобів графічного програмування на прикладі програмного комплексу National Instruments LabVIEW та апаратно-програмного комплексу National Instruments ELVIS II (Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite – набір віртуальних приладів для навчальних лабораторій). Практична направленість LabVIEW поєднує навчальні програми з реальним світом, допомагаючи візуалізувати теоретичні поняття та реалізувати їх у реальні проекти. Специфічна мова програмування в середовищі LabVIEW забезпечує просту побудову структурної схеми в інтелектуальній графічній системі. Користувач може проектувати аналогові й цифрові схеми, моделювати їх, маючи набір лабораторного обладнання, реалізованого за технологією VI („Virtual Instrument”). Можливості LabVIEW вивчено, проаналізовано та оцінено автором під час перебування (жовтень 2012 р.) у ЦЕРНі (Європейська організація ядерних досліджень, м. Женева (Швейцарія)), працюючи в складі Другої міжнародної наукової школи для педагогічних працівників у галузі фізики

та співробітників Національного центру „Мала академія наук України”. Показано, що програмно-апаратні засоби National Instruments дають змогу організувати нові види навчальної діяльності, зв’язані з перетворенням та керуванням інформацією, що відкриває нові шляхи для підвищення якості навчання й виховання майбутніх учителів фізики. Описано розроблені модульні програми спецкурсів для забезпечення опанування студентами основ імітаційного моделювання та графічного програмування, вироблення умінь та навичок, необхідних для роботи з віртуальними приладами.

Розроблено, апробовано та впроваджено у навчальний процес модульну програму дисципліни „Прикладні комп’ютерні програми” згідно з планом підготовки бакалаврів напряму 6.04020301 „Фізика”. Метою курсу є:

- забезпечення опанування студентами основ імітаційного моделювання та графічного програмування;
- забезпечити вироблення умінь та навичок, необхідних для роботи з віртуальними приладами;
- розширити політехнічний кругозір майбутніх спеціалістів, підготувати їх до роботи в умовах використання складного обладнання та сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

Розглянуто фрагменти інструктивних матеріалів робіт лабораторного практикуму, рекомендованих для виконання студентами – майбутніми учителями фізики, на основі специфіки навчального процесу. Детально теоретичний матеріал, інструкції до виконання робіт лабораторного практикуму з основ електроніки та електронно-обчислювальної техніки, теоретичні відомості та практичні рекомендації щодо використання середовищ моделювання схем електронних пристроїв Multisim, розробки прикладних програм LabVIEW й апаратно-програмного комплексу National Instruments ELVIS II та приклади їх застосування під час виконання лабораторних досліджень з аналогової та цифрової схемотехніки описано у навчальному посібнику „Моделювання та дослідження електронних пристроїв” (О. І. Ляшенко, О. С. Мартинюк. – Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2013. – 217 с. + CD. Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів).

У розділі 4 „**Методика підготовки фахівців до використання засобів мікроелектроніки, робототехніки та інформаційно-комунікаційних технологій**” окреслено можливості натурно-віртуального лабораторного практикуму та підвищення ефективності підготовки майбутніх учителів фізики на основі залучення студентів до розробки нових програмних оболонок для комп’ютерного моделювання фізичних явищ, графічного програмування, проектування апаратних засобів на основі мікроконтролерної схемотехніки.

Стверджується, що використання сучасних інформаційних технологій у навчанні значно розширює можливості щодо підвищення ефективності засвоєння навчального матеріалу, його наочності та доступності. Це значною мірою позначилося на організації лабораторного експерименту, можливості якого значно розширилися завдяки використанню апаратно-програмних засобів

комп'ютера. Проте ще більшого ефекту можна досягнути у випадку логічного поєднання методики та техніки проведення натурального та комп'ютерного (віртуального) експерименту. Наведено приклади методичних та технологічних засобів вивчення елементів електронної схмотехніки засобами традиційного та комп'ютерного експериментів. Запропоновано методику дослідження цифрових елементів на основі розроблених навчальних платформ та програмного комплексу Multisim. Ефективність їх використання зумовлена декількома причинами:

1) можливістю організації проектного методу в процесі навчання фізики та інших природничих дисциплін, що може ґрунтуватися на формуванні структурованих завдань;

2) формуванням композиційного лабораторного практикуму, де виконання комп'ютерних лабораторних робіт є невід'ємною складовою частиною.

Характерна особливість композиційного лабораторного практикуму – це поєднання віртуального, обчислювального та натурального експериментів (рис. 3). При побудові концепції моделі композиційного лабораторного практикуму важливим є питання співвідношення теоретичної, експериментальної та обчислювальної компонент.



Рис. 3. Складники композиційного лабораторного практикуму

Завдяки використанню апаратно-програмних засобів National Instruments Multisim-Lab VIEW-ELVIS (Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite), імітаційне моделювання, віртуальний та натурний експерименти можна розглядати як рівноцінні складники композиційного лабораторного практикуму. Залежно від прийнятої в конкретній лабораторії методики, виконуючи лабораторні роботи, можна реалізувати дві форми їх проведення, а саме:

1) у процесі занять студенти самостійно збирають досліджувані електронні схеми на набірному макетному полі, підключають їх до сигнальних ліній плати уведення / виведення, а потім здійснюють необхідні дослідження;

2) студенти можуть тільки візуально ознайомитись із заздалегідь зібраними на макетній платі схемами, після чого самостійно виконують дослідження.

Показано, що у композиційному поєднанні виконання робіт лабораторного практикуму, наприклад з основ сучасної електроніки та обчислювальної техніки, буде таким:

1) опрацювання теоретичних відомостей, вивчення методики й техніки проведення досліджень, виведення формул, креслення схем, підготовка таблиць і звітів;

2) здійснення імітаційного моделювання на програмній платформі Multisim, збереження результатів у вигляді таблиць та графіків;

3) проведення натурального експерименту на робочій станції ELVIS II і приладах LabVIEW.

Експеримент можна й доцільно виконувати за допомогою „класичного” обладнання, проте на виконання всього комплексу робіт необхідні більші затрати часу. В останнє десятиріччя відбувається активне впровадження в навчальний фізичний експеримент новітніх технологій, що засновані на засобах комп’ютерної техніки, мікропроцесорів, багатофункціональних плат вводу / виводу інформації тощо. Неодноразово в літературних джерелах, на конференціях і семінарах висвітлювались основні чинники ефективного використання комп’ютерних інформаційно-вимірювальних систем. У різні роки цій проблемі присвячувалися наукові дослідження вчених-методистів. Із досвіду відомо, що найбільш проблематичним є проектування та виготовлення базового блоку – плати збору даних. Промислові зразки вимагають значних фінансових затрат, які непосильні для навчальних закладів. Як альтернативу, запропоновано для використання популярну серед користувачів електронного обладнання та радіоаматорів мікроконтролерну платформу Arduino – інструмент для проектування електронних пристроїв (електронний конструктор). Її застосовують для створення електронних пристроїв, робототехнічних та інших конструкцій із можливістю прийому сигналів від цифрових й аналогових датчиків та управління різними виконавчими пристроями. Основними компонентами платформи є плата вводу / виводу та середовище розробки, організоване на мові Processing. Arduino можна використовувати як для створення автономних інтерактивних об’єктів, так і підключати до програмного забезпечення. Особливістю є те, що виробник пропонує широкий спектр різноманітних датчиків, які з успіхом можна використати в складі навчальної лабораторії. Плати розширення, що встановлюються на платформу, урізноманітнюють її функціональність для управління різними пристроями та отримання даних тощо. Доведено, що на платформі Arduino з успіхом можна самостійно виготовити та використовувати низку приладів, корисних для фізичного експериментування та автоматизації фізичних досліджень.

Відомо, що в умовах політичної та економічної конкуренції розвиток промисловості країни повинен ґрунтуватися на активному використанні сучасних технологій у виробництві та високому інтелектуальному рівні фахівців. Світ розвивається в умовах нової технологічної революції, основа якої – досягнення в галузях кібернетики, мікроелектроніки, нових інформаційно-комунікаційних технологій. Спостерігається значне підвищення уваги

до робототехніки, у тому числі й до її освітнього потенціалу. Показано, що на етапі модернізації освіти забезпечення засвоєння базових знань з освітньої робототехніки дають змогу навчальним закладам повною мірою реалізувати вимоги нових державних стандартів. Доведено, що робототехніка нині – той напрям науково-технічного прогресу, що об'єднує знання в галузях фізики, мікроелектроніки, сучасних інформаційних технологій, штучного інтелекту й багатьох інших сфер науки та техніки. Вона охоплює досить широкий клас систем: від автоматизованих промислових ліній до побутових пристроїв загального призначення. Водночас вивчення основ робототехніки вимагає відповідної підготовки педагогічних кадрів, які володіють системними знаннями з цієї галузі.

Результати досліджень показують, що ознайомлення студентів та учнів з основами робототехніки здійснюється переважно в рамках додаткової освіти у вигляді гуртків, клубів, секцій, факультативних й елективних курсів. Підготовка педагогічних кадрів із питань освітньої робототехніки в цей момент здійснюється переважно у вигляді семінарів-презентацій, майстер-класів або короткострокових курсів. Подібні заходи дають змогу отримати загальні уявлення про умови робототехнічних змагань та олімпіад, про необхідну для роботи базову основу й алгоритми використання програмно-апаратних засобів. На таких заходах не розглядаються можливості використання робототехнічних конструкторів для організації на їх базі науково-дослідницької діяльності учнів. Відповіді на низку актуальних питань учителям потрібно шукати самостійно, у чому виникають значні труднощі. Тому актуальною є проблема підготовки фахівців у галузі освітньої робототехніки та нових інформаційно-комунікаційних засобів, які сьогодні активно розвиваються й стають невід'ємною частиною нашого життя.

Виокремлено специфічні дидактичні принципи вивчення та впровадження засобів робототехніки – напряму науково-технічного прогресу, що об'єднує знання багатьох сфер науки та техніки. Використання засобів робототехніки, робототехнічних конструкторів для організації на їх основі науково-дослідницької діяльності учнів та студентів вимагає відповідної методичної та технологічної підготовки педагогічних кадрів. Доведено, що робототехніка стає складовою частиною навчального процесу, багато дослідів у фізиці можна провести за допомогою LEGO-роботів, а конструктори LEGO® Mindstorms® та LEGO® AV3 – хороші наочні посібники для вивчення й популяризації багатьох навчальних дисциплін. Із їх допомогою можна вивчати фізику, математику, сучасне мистецтво тощо. Програмне забезпечення повністю розроблено в середовищі графічного проектування LabVIEW. Користувачі LabVIEW зможуть знайти багато спільного з Mindstorms NXT та AV3, оскільки компанії National Instruments і LEGO працювали разом для того, щоб зберегти ядро LabVIEW з елементами графічного програмування й оптимізувати інтерфейс для початківців. Засоби програмування в LabVIEW досягають змогу створювати та завантажувати проекти VI (Virtual Instruments) для керування роботами LEGO. Показано, що робототехніка привчає дивитися на проблеми ширше й розв'язувати їх у комплексі. Створена модель завжди

знаходить аналог у реальному світі. Завдання, які ставляться при створенні робота, конкретні, але в процесі конструювання виявляються раніше не передбачувані властивості або відкриваються нові можливості використання. Графічне програмування дає змогу мислити логічно. Обробка інформації за допомогою датчиків і їх налаштування формують розуміння та сприйняття світу в усіх його проявах.

Ми живемо в епоху, коли протягом декількох десятиліть з'являються та зникають цілі види технічних засобів. У таких умовах цінним є не тільки набуття майбутніми спеціалістами знань і досвіду у використанні сучасних засобів навчання, а й уміння адаптуватися до впровадження нових технологій майбутнього. У процесі стрімкого збільшення інформації важливим є акцентування уваги студентів на можливість застосування новітньої техніки як робочого інструменту. Доведено, що активне пропагування технічної творчості, навчання майбутніх учителів фізики основ робототехніки є нині особливо актуальною проблемою. Тим більше, що методичні засади підготовки фахівців у вищій педагогічній школі щодо використання засобів робототехніки ще не сформовані. Проведено дослідження на предмет виявлення готовності шкільних учителів і студентів вивчати й надалі використовувати в роботі з учнями набуті знання та вміння працювати з робототехнічними засобами. Дослідження показали, що найбільшу готовність до освоєння цього напрямку мають учителі фізики й інформатики та студенти, які навчаються за тими ж спеціальностями (напрямами підготовки). Такий результат, на нашу думку, пояснюється тим, що фізика й інформатика найбільш близькі кібернетиці, мікроелектроніці та механіці, розділами яких є робототехніка. Студенти отримують достатню базову підготовку, яку забезпечують навчальні плани цих спеціальностей. Показано, що розробка алгоритмів програм, механічних й електронних вузлів та механізмів для навчальних роботів у вчителів таких спеціальностей не викликає особливих труднощів. Доведено, що у процесі формування алгоритму та програмування студенти детальніше знайомляться з теоретичними та практичними основами будови й принципу дії датчиків. Не менш важливим є те, що програмування здійснюється в середовищі графічного проектування LabVIEW. Набуті вміння програмувати мікроконтролери стають основою виконання практичної частини багатьох дипломних та магістерських робіт. Проте через незначну кількість годин окремі питання виносяться на самостійне опрацювання, або розв'язуються на заняттях творчої (проблемної) групи. При оцінюванні знань і вмінь студентів використовуються такі форми організації поточного та підсумкового контролю: виконання лабораторних робіт, самостійні роботи, виконання індивідуальних завдань.

Застосовано розроблену методику навчання, побудовану на розв'язанні за допомогою засобів робототехніки окремих завдань стосовно програмування та вдосконалення фізичного експерименту, що передбачає:

- ознайомлення студентів з основами сучасної робототехніки;
- забезпечення умов для формування теоретичних і практичних навичок проектування й конструювання вузлів простих робототехнічних систем;

- удосконалення навичок графічного програмування та програмування робототехнічних платформ;
- вивчення й розвиток методики впровадження елементів освітньої робототехніки під час вивчення інших предметів (міжпредметні зв'язки);
- вивчення методичних особливостей підготовки учнів до участі в різних робототехнічних заходах (олімпіадах, конкурсах, турнірах тощо);
- забезпечення можливості використання робототехнічних систем у науково-дослідницькій роботі, підготовці та захисті науково-дослідницьких робіт, участі в роботі Малої академії наук України.

У розділі 5 „**Організація та результати педагогічного експерименту**” описано педагогічний експеримент, здійснений у процесі дослідження, та оцінку його ефективності.

У педагогічному експерименті, що проводився в процесі виконання дослідження, можна виділити три основні етапи: 2005 – 2008 р.р. – *констатувальний* експеримент, мета – вивчення стану розробки проблеми, підтвердження актуальності теми дослідження; 2008 – 2011 р.р. – *пошуковий* експеримент, мета – розробка та апробація елементів розробленої методики підготовки майбутніх учителів фізики до виконання комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту з використанням навчально-методичного лабораторного комплексу; 2012 – 2014 р.р. – *формульальний* експеримент, метою якого була перевірка ефективності запропонованих теоретичних і методичних засад виконання майбутніми учителями фізики комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту.

Основою обґрунтування ефективності підготовки майбутніх вчителів фізики до використання навчально-методичного лабораторного комплексу в процесі виконання комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту за сформованою методикою є:

- аналіз психолого-педагогічних, методичних, філософських літературних та інших джерел інформації з проблеми дослідження;
- аналіз передового педагогічного досвіду;
- з'ясування рівня підготовки студентів (теоретичних знань і практичних умінь та навичок);
- створення навчально-методичної бази, проектування, виготовлення, апробація та впровадження нового навчального обладнання та програмного забезпечення для навчального фізичного експерименту;
- аналіз результатів оцінювальної діяльності викладачів вишів, які працювали із запропонованими розробками;
- оцінювання запропонованого навчального обладнання, апаратно-програмного забезпечення експертними методами.

Задуми та ідеї попередньо обговорювалися з викладачами та методистами, формувались можливі шляхи для їх реалізації. За результатами апробації та всебічної перевірки відбирався такий варіант приладу, що відповідав технічним та ергономічним вимогам до навчального електронного обладнання. На основі використання таких приладів вдосконалювалась

запропонована методика та техніка постановки демонстраційних дослідів та проведення лабораторних робіт. Аналогічно проводилась робота при розробці програмного забезпечення та його впровадженні у навчальний процес. Обробка результатів експерименту зводилась, до з'ясування відсоткових співвідношень між відповідями на анкетні запитання. Висновки робились на якісному рівні й мали на меті з'ясування проблем у фаховій підготовці майбутніх учителів фізики.

Спираючись на особистий досвід автора, результати анкетування та спілкування із учителями, прийшли до висновку про можливість самостійного проектування та виготовлення учителями та студентами навчальних приладів на сучасній елементній базі з використанням мікроконтролерів. Так, зокрема, у 28 % анкет відмічено, що деякі прилади із наявного демонстраційного обладнання цілком можливо виготовити в умовах вишів й школи, а 42 % опитаних вказали на доцільність створення саморобного обладнання та в змозі організувати виготовлення запропонованого обладнання силами студентів та учнів на заняттях фізико-технічного гуртка. У 14 % відповідей було зазначено, що вчителі не в змозі самостійно виготовити такі прилади, в основному через відсутність відповідних навичок та вмінь. Ще одним чинником, на думку респондентів, що перешкоджає впровадженню сучасного обладнання у навчальному експерименті з фізики є відсутність інформації та недостатнє фінансування для придбання необхідних компонентів та обладнання.

Анкетування викладачів, серед яких, професорів, докторів наук – 11 %; доцентів, кандидатів наук – 52 %; старших викладачів – 19 %, асистентів – 18 %, стаж викладацької роботи яких становив до 5 років – 22 %, від 5 до 10 років – 28 %, більше 10 років – 50 %, засвідчили високу оцінку (91 %) у необхідності та передбаченні перспектив використання навчально-методичного лабораторного комплексу, засобів мікроелектроніки та комп'ютерних інформаційно-вимірjuвальних технологій у навчальному фізичному експерименті та експериментально-дослідницькій роботі з фізики. Особливо цікавими, на нашу думку, виявились висновки про можливість мікроконтролерної схемотехніки в учнів – слухачів техніко-технологічного відділення Волинської Малої академії наук України. Переважна частина їх вважають, що електронне обладнання, інформаційно-комунікаційні технології, мікроконтролерна схемотехніка на уроках фізики та в конструктивно-технічній роботі сприяють підвищенню цікавості до предмету, розвивають допитливість, активізують пізнавальний інтерес. На етапі теоретико-експериментальної роботи застосовувались теоретичні та емпіричні методи дослідження – проводився аналіз психолого-педагогічної, навчально-методичної літератури та інших інформаційних джерел, навчальних планів підготовки вчителя фізики, програм низки фахових дисциплін в погодженні з плановою темою „Дидактичні функції методів фізичної науки” кафедри загальної фізики та методики викладання Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Розв'язання цих завдань в основному був пов'язаний з організацією та проведенням спецкурсів для студентів четвертих та п'ятих курсів. Основними елементами запропонованого методичного комплексу є навчальні програми спецкурсів: „Автоматизація

фізичного експерименту”, „Автоматизовані системи збору даних”, „Основи автоматики й електронно-обчислювальної техніки”, „Прикладні комп’ютерні програми”, „Основи сучасної електроніки”, „Технічні засоби навчання”, „Технічне конструювання”, „Освітня робототехніка”.

Висунуті нами гіпотези передбачають, що вміння та навички виконання комп’ютерно-орієнтованого фізичного експерименту, використання навчально-методичного лабораторного комплексу засобів мікроелектроніки та інформаційно-комунікаційних технологій у експериментально-дослідницькій роботі з фізики студентів у експериментальних групах перебувають на вищому рівні, ніж у контрольних. У зв’язку з цим були розроблені контрольні питання з двох спецкурсів, напрямлені на перевірку сформованості спеціальних вмінь при змінній ситуації та в нових умовах, які входили до інструкцій лабораторних робіт. Такі питання склалися із врахуванням мети навчання та доступності для студентів. Крім того, були вивчені витрати часу для розв’язання завдань у групах кваліфікованих спеціалістів – групи експертів: педагогів, інженерів, лаборантів і, таким чином, визначений середній час, необхідний для розв’язання запропонованих завдань. Відхилення від цього середнього часу фіксувалося при умові, що студент розв’язував десять завдань. Контрольний педагогічний експеримент проводився у Східноєвропейському національному університеті імені Лесі Українки. Експериментальна частина педагогічного експерименту реалізована у формі лабораторного комплексу, що включає традиційний та композиційний (мішаний натурний та віртуальний практикуми).

У процесі проведення формуючого експерименту перевірялися гіпотеза дослідження, можливості використання, переваги та недоліки запропонованої методики підготовки майбутніх учителів фізики до виконання комп’ютерно-орієнтованого фізичного експерименту, використання навчально-методичного лабораторного комплексу, засобів мікроелектроніки та нових інформаційно-комунікаційних технологій в умовах педагогічного процесу у вищих навчальних педагогічних закладах України. На цьому етапі було сформовано остаточний варіант концепції дослідження, опубліковано навчальний посібник „Моделювання та дослідження електронних пристроїв” (Рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів (лист №1/11-19027 від 12.12.2012р.) (співавтор Ляшенко О. І.)) та монографію „Підготовка майбутніх учителів фізики до використання засобів мікроелектроніки та комп’ютерної техніки в навчальному фізичному експерименті”.

Значну увагу приділено діагностиці навчальних досягнень студентів. Основними інструментами діагностики було обрано метод тестування, аналізи контрольних робіт, результатів заліків та екзаменів. Це забезпечує об’єктивність порівняння рівнів підготовки окремих студентів і академічних груп. Аналіз результатів експерименту (рис. 4) показав, що розподіл успішності в експериментальних та контрольних групах має статистично значущі відмінності, зумовлені застосуванням комп’ютерно-орієнтованого експерименту в процесі навчання.

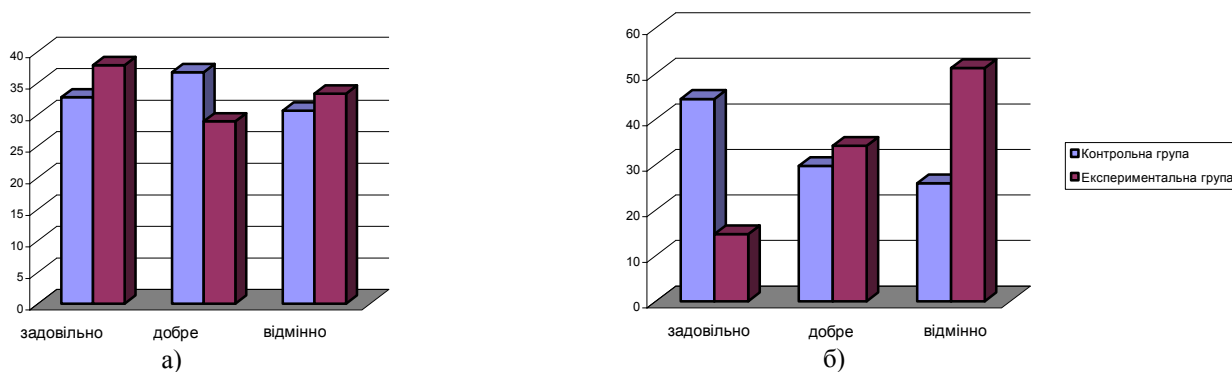


Рис. 4. Розподіл успішності студентів у контрольних та експериментальних групах за рівнем навчальних досягнень (а – на початку, б – після завершення)

Розроблені демонстраційні та лабораторні радіоелектронні прилади і установки та навчальні комп'ютерні програми повинні відповідати вимогам, що ставляться до сучасного навчального обладнання й мати низку властивостей, які сприяють досягненню мети щодо їх ефективного використання у навчанні. Тобто приладам, установкам, комп'ютерним програмам повинно бути притаманне визначення „дидактична якість”. Чим воно вище, тим більша значимість даного приладу, установки, навчальної програми для навчання студентів.

Експертна оцінка здійснювалась за такими критеріями:

- 1) дидактична відповідність комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту, навчально-методичного лабораторного комплексу теоретичним і методичним засадам підготовки майбутніх учителів фізики;
- 2) об'єктивна оцінка ефективності використання розробленого нового та модернізованого існуючого навчального обладнання;
- 3) об'єктивна оцінка ефективності розробленого програмного забезпечення та методики його використання.

Оцінка ефективності використання розробленого нового та модернізованого навчального обладнання, програмного забезпечення та методики його використання здійснювалась експертами, яким повідомлялась мета та правила проведення експертизи. Вони знайомились із запропонованими матеріалами (описом обладнання та основних його можливостей, інструкцій до виконання досліджень, відео-, та фотоматеріалами, файлами з програмним забезпеченням), а потім кожен експерт відповідав на запитання анкети, що включала у себе сукупність чинників для оцінювання. Анкети вивчались та аналізувались, а обробка виставлених експертами оцінок проводилась статистичними методами.

Окрім оцінки „дидактичної якості” прилади та програмне забезпечення оцінювались на основі „багатофакторного ранжування”. Кожен експерт, незалежно від інших, ранжував значимість приладів та комп'ютерних програм. Ранги виставлялися у таблиці анкети. Потім експерти ранжували пропонувані прилади та програми за кожним критерієм. Для об'єктивної оцінки експерта необхідна інформація про зазначене навчальне приладдя та програмне

забезпечення. Розроблено інформаційний пакет, який містив повну інформацію про кожен прилад, власне самі програми, інструктивні матеріали щодо їх використання та відеозаписи проведення дослідів та демонстрацій.

Експертна оцінка якості підготовки майбутніх учителів фізики до використання описаних вище засобів здійснювалась за такими критеріями:

1) дидактична відповідність пропонованої методики меті та завданням підготовки майбутніх учителів фізики;

2) методичне та матеріальне забезпечення функціонування методичної підготовки фахівців;

3) інформаційно-змістова відповідність системи державним вимогам щодо якості підготовки майбутніх учителів фізики;

4) інші можливості використання інноваційних методик навчання.

Визначення ступеня значимості кожної вимоги (критерію) розраховано за описаними вище критеріями. Статистична значущість ступеня погодженості експертів визначена з використанням критерію χ^2 (хі-квадрат). Опрацювання результатів експерименту проводилися з використанням методів математичної статистики. Для порівняння дисперсій використано критерій Фішера, різницю між дисперсіями сукупностей перевірено критерієм Ст'юдента-Госсета. Обчислене значення статистики критерію дорівнює 0,37, для значення $\alpha = 0,06$ критичне табличне значення – 5,024, тобто виконується вимога $T_{\text{експер}} < T_{\text{крит}}$ ($0,37 < 5,02$), що підтверджує коректність рівня погодженості висновків експертів.

Результати педагогічного експерименту підтверджують ефективність запропонованих теоретичних і методичних засад виконання комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту в процесі навчання майбутніх учителів фізики.

ВИСНОВКИ

Узагальнення результатів проведеного дослідження щодо розроблення теоретичних та методичних засад виконання майбутніми учителями фізики комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту з використанням навчально-методичного лабораторного комплексу дає підстави сформулювати такі висновки:

1. Аналіз наукової та науково-методичної літератури з педагогіки, психології, філософії й методики навчання фізики підтвердив, що інформаційно-комунікаційні засоби належать до інноваційних освітніх технологій, а їх упровадження в навчальний процес вищої школи забезпечує підвищення якості підготовки фахівців. Виявлено стан проблеми навчання курсу „Загальна фізика” майбутніх учителів фізики та визначено теоретичні передумови формування знань студентів щодо використання комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання в контексті інтеграції української вищої освіти до європейського освітнього простору. Виокремлено соціально-економічні, методологічні та психолого-педагогічні засади фахової підготовки майбутніх учителів фізики на основі систематичного та педагогічно доцільного

використання електронних засобів загального, спеціального та навчального призначення, а також можливостей сучасних комп'ютерних програмно-апаратних систем. Встановлено місце та значення мікроелектроніки й засобів нових інформаційних технологій в системі фахової підготовки майбутніх учителів фізики. Обґрунтовано, що інформатична компетентність як складова професійної компетентності вчителя, є інтегративною властивістю особистості, що виявляється в сукупності компетенцій технологічної, педагогічної і предметної сфер. Проаналізовано основні тенденції розвитку навчального фізичного експерименту у зв'язку із впровадженням сучасного стандарту освіти. Обґрунтовано, що підвищення ефективності фізичного експерименту як важливої складової навчання фізики з урахуванням його змістової та процесуальної характеристик можливе на основі самостійно розробленого, виготовленого або модернізованого обладнання з використанням новітніх матеріалів, інтегральних елементів, мікроконтролерів, сучасної схемотехніки в поєднанні з апаратно-програмним забезпеченням комп'ютерних технологій.

2. Вперше запропоновано теоретичні та методичні засади виконання комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту в процесі підготовки майбутніх учителів фізики. Доведено, що основними напрямками розвитку навчального фізичного експерименту є модернізація (удосконалення) наявного традиційного обладнання для проведення реального (натурного) експерименту та застосування можливостей обчислювальної й мікропроцесорної техніки. Доведено, що цифрові методи обробки сигналів дають змогу забезпечити велику точність результатів, знизити вартість цифрових систем і значно розширити сферу їх застосування, а виготовлення навчального обладнання на мікроконтролерах цілком доступне в умовах конструктивно-технічної діяльності в навчальних закладах. Доведено необхідність розробки методичних засад для формування у майбутніх учителів фізики фахових компетентностей щодо використання засобів мікроконтролерної техніки в експериментально-дослідницькій та навчальній роботі з фізики. Розроблено методичку організації проектного методу в процесі навчання та організацію послідовного циклу підготовки фахівців, що ґрунтується на основі структурованих завдань і композиційного лабораторного практикуму. Доведено, що вміння вчителя працювати із сучасною технікою є запорукою формування в учнів технічної грамотності й бажання в майбутньому стати висококваліфікованими спеціалістами, сприяє якості засвоєння навчального матеріалу, розширенню світогляду майбутніх фахівців, прищепленню навичок власного пошуку, удосконаленню професійних якостей, вихованню наукової та творчої ініціативи, формує складові професійних компетентностей і підвищує якість фізико-математичної й технологічної підготовки. Запропоновано модель організації послідовного циклу підготовки фахівців з використанням навчально-методичного лабораторного комплексу.

3. Вперше запропоновано навчально-методичний лабораторний комплекс для забезпечення експериментальної складової навчання фізики з використанням мікроелектронної схемотехніки та електронних пристроїв, який сприяє формуванню інформатичної компетентності майбутнього вчителя

фізики та набуттю ним практичних умінь роботи з сучасним обладнанням. Доведено, що натурний лабораторний практикум є невід'ємною складовою при вивченні основ мікроелектроніки, автоматики, засобів інформаційно-комунікаційних технологій та їх використання в навчальному фізичному експерименті. Перспективним є комп'ютерний лабораторний практикум – електронний ресурс для підтримки автоматизованих або віртуальних лабораторних робіт, в рамках яких об'єкти, процеси й середовища досліджуються за допомогою експериментів з їх математичними або імітаційними моделями. Виготовлено та апробовано програмно-апаратне забезпечення для навчального фізичного експерименту та запропоновано методика його використання. Обґрунтовано, що під час вивчення студентами основ радіоелектроніки, автоматики, обчислювальної та мікропроцесорної техніки виконання лабораторних робіт, використання натурального експерименту ефективніше при доповненні імітаційним моделюванням. Запропоновано теоретичне обґрунтування та практичну реалізацію віртуального експерименту, який виконують студенти перед роботою на реальному устаткуванні. Розроблено, апробовано та впроваджено у навчальний процес модульну програму дисципліни „Прикладні комп'ютерні програми” згідно з планом підготовки бакалаврів напряму 6.04020301 „Фізика”.

4. Вперше теоретично обґрунтовано та методично підтверджено педагогічну доцільність впровадження освітньої робототехніки в процес навчання дисципліни „Загальна фізика” майбутніх учителів фізики. Доведено, що вивчення студентами основ робототехніки формує теоретичну основу й практичні навички роботи в галузі автоматичного управління, графічного програмування, сприяє формуванню загальнонаукових і технологічних навичок проектування, конструювання та програмування освітніх робототехнічних систем. Розроблена методика заохочує студентів мислити творчо, аналізувати ситуацію й застосовувати критичне мислення для розв'язання реальних фізичних проблем засобами навчального фізичного експерименту. Доведено, що конкретні завдання, які формулюються під час виготовлення робототехнічних конструкцій, сприяють розвитку професійної компетентності майбутніх учителів фізики. Запропоновано практичні рекомендації щодо розроблення нового та модернізації існуючого обладнання для навчального фізичного експерименту на сучасній елементній базі з використанням мікроконтролерної схемотехніки й автоматизованих систем збору даних. Запропоновано методичні рекомендації щодо удосконалення підготовки майбутніх учителів фізики в галузі освітньої робототехніки, основ мікроелектроніки, робототехніки, технічного конструювання, комп'ютерного моделювання та графічного програмування.

5. Вперше запропоновано структуру та зміст навчальних спецкурсів з фізичного експерименту, вивчення яких доповнює курс загальної фізики та підвищує фахову компетентність майбутніх учителів фізики щодо використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному фізичному експерименті. Згідно з навчальним планом спеціальності 04020301 – „Фізика” розроблено програми та впроваджено в навчальний процес вивчення

спецкурсів: „Автоматизація фізичного експерименту”, „Автоматизовані системи збору даних”, „Прикладні комп’ютерні програми”, „Основи автоматики й електронно-обчислювальної техніки”, „Технічне конструювання”, „Освітня робототехніка”. Розроблено навчальний план для підготовки фахівців кваліфікації 2320 „Викладач середніх навчальних закладів” (фізика та загальнотехнічні дисципліни (спеціалізація „Мікроелектроніка та робототехніка”). Створено комп’ютерне та методичне забезпечення пропонованих спецкурсів на основі засобів імітаційного комп’ютерного моделювання та графічного програмування.

6. Теоретично обґрунтовано та практично доведено, що вивчення спеціалізованого прикладного програмного забезпечення значною мірою сприяє підготовці майбутніх фахівців. Програмно-апаратні засоби National Instruments Multisim-LabVIEW-ELVIS сприяють формуванню практичних навичок і вмінь, необхідних під час роботи з реальним устаткуванням у лабораторному та демонстраційному експерименті. Віртуальний лабораторний практикум ефективно доповнює натурний експеримент. Їх поєднання забезпечує якісну підготовку майбутніх учителів фізики. Зокрема, графічне програмування сприяє розвитку логічного мислення студентів, а обробка інформації за допомогою програмно-апаратних комплексів формує краще її розуміння та сприймання. Наведено приклади методичних та технологічних засобів вивчення елементів електронної схемотехніки засобами традиційного та комп’ютерного експериментів. Запропоновано методику дослідження цифрових елементів на основі розроблених навчальних платформ та програмного комплексу Multisim. Доведено, що у процесі формування алгоритму та програмування студенти детальніше знайомляться з теоретичними та практичними основами будови й принципу дії датчиків.

7. Результати педагогічного експерименту щодо впровадження навчально-методичного лабораторного комплексу для виконання комп’ютерно-орієнтованого фізичного експерименту підтверджують ефективність запропонованих теоретичних і методичних засад реалізації експериментальної складової навчання дисципліни „Загальна фізика” майбутніх учителів фізики. Аналіз результатів експерименту показав, що розподіл успішності в експериментальних та контрольних групах має статистично значущі відмінності, зумовлені застосуванням комп’ютерно-орієнтованого експерименту в процесі навчання. Ефективність запропонованого навчально-методичного лабораторного комплексу підтверджена також за результатами експертної оцінки, що проводилася за встановленими критеріями, а також за підсумками впровадження розроблених автором навчально-методичних засобів у навчальний процес з фізики вищих навчальних закладів України.

Виконане дослідження не вичерпує всіх аспектів розв’язання досліджуваної проблеми. Перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження вбачаємо в розробленні методичних засад формування компетентності майбутніх учителів фізики в процесі використання засобів мікроелектроніки, робототехніки та інформаційно-комунікаційних технологій у процесі їх фахової підготовки, упровадженні нових навчальних курсів,

розробленні методичних матеріалів та удосконаленні освітніх програм підготовки фахівців. Також важливим є технологічне забезпечення та розширення матеріальної бази навчальних лабораторій на основі сучасних промислових і самостійно виготовлених мікроконтролерних платформ, розроблення дистанційних курсів навчання фізики з використанням сучасних засобів інформаційно-комунікаційних технологій.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографія

1. Мартинюк О. С. Підготовка майбутніх учителів фізики до використання засобів мікроелектроніки та комп'ютерної техніки в навчальному фізичному експерименті: монографія / О. С. Мартинюк. – Луцьк : Вежа-Друк, 2013. – 272 с. + CD.

Навчальні посібники

2. Калапуша Л. Р. Навчальний фізичний експеримент у системі сучасних педагогічних технологій: Навч. посібник / Л. Р. Калапуша, О. С. Мартинюк, І. Г. Мірошніченко. – Луцьк: Ред.-вид. відд. „Вежа” Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки, 2002. – 204 с. Рекомендовано Міністерством освіти і науки України (лист №1\11-2844 від 21.06.01).

3. Ляшенко О. І. Моделювання та дослідження електронних пристроїв: Навч. посібник / О. І. Ляшенко, О. С. Мартинюк. – Луцьк: Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2013. – 217 с. + CD. Рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів (лист №1/11-19027 від 12.12.2012 р.).

Статті у наукових фахових виданнях

4. Мартинюк О. С. Нові інформаційні технології в навчальному фізичному експерименті / О. С. Мартинюк // Фізика та астрономія в школі. – № 4, 2002. – С. 44–46.

5. Мартинюк О.С. Автоколивальна система на основі дії сил сухого тертя / О. С. Мартинюк, О. В. Швай // Педагогічний пошук. – № 4 (40). – 2003. – С. 29–31.

6. Мартинюк О. С. Віртуальні інформаційно-вимірювальні системи в навчальному експерименті з фізики / О. С. Мартинюк // Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини. Збірник наукових праць / голов. ред. М. Т. Мартинюк. – К. : Наук. світ, 2006. – С. 104–109.

7. Мартинюк О. С. Вимірювальні прилади на мікроконтролерах для навчального фізичного експерименту / О. С. Мартинюк // Наукові записки. – Вип. 72. – Серія : Педагогічні науки. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2007. – Ч. 1. – С. 265–268.

8. Мартинюк О. С. Програмні та апаратні засоби для навчального експерименту з фізики, реалізовані за технологією віртуальних приладів (VI) / О. С. Мартинюк // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. – Вип. 65. Серія „Педагогічні науки” : збірник. – Чернігів : ЧДПУ, 2009. – № 65. – С. 339–342.

9. Мартинюк О. С. Засоби графічного програмування у формуванні інформаційної компетентності майбутніх учителів фізики / О. С. Мартинюк // Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету : Педагогічні науки. – № 3. – Бердянськ : БДПУ, 2009. – С. 177–181.

10. Мартинюк О. С. Розробка та виготовлення вимірювальних приладів на мікроконтролерах як засіб формування пізнавальної діяльності учнів та студентів / О. С. Мартинюк // Теорія та методика вивчення природничо-математичних дисциплін : зб. наук.-метод. пр. ; Рівненський держ. гуман. ун-т. Вип. 12. – Рівне : Волин. обереги, 2009. – С. 148–152.

11. Мартинюк О. С. Інформаційно-комунікаційні технології в процесі підготовки майбутніх учителів фізики / О. С. Мартинюк // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія педагогічна / [редкол. : П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. Кам'янець-Подільський нац. ун. ім. Івана Огієнка, 2009. – Вип.15 : Управління якістю підготовки майбутніх учителів фізики та трудового навчання. – С. 79–81.

12. Мартинюк О. С. Сучасні засоби вимірювання неелектричних фізичних величин в навчальному експерименті з фізики / О. С. Мартинюк // Теорія та методика вивчення природничо-математичних дисциплін : зб. наук.-метод. пр. : Рівненський держ. гуманіт. ун-т. – Рівне : Волин. обереги, 2009. – Вип.13. – С. 99–103.

13. Мартинюк О. С. Моделювання перехідних процесів у лінійних електричних колах засобами візуального програмування / О. С. Мартинюк, М. О. Стеценко // Теорія та методика вивчення природничо-математичних дисциплін : зб. наук.-метод. пр. ; Рівненський держ. гуман. ун-т. – Рівне : Волин. обереги, 2010. – Вип. 14. – С. 134–138.

14. Мартинюк О. С. Формування фізико-технічних знань та умінь студентів у процесі конструювання цифрових вимірювальних приладів для навчального експерименту з фізики / О. С. Мартинюк // Вісник Чернігів. держ. пед. ун. ім. Т. Г. Шевченка. Вип. 77. – Серія „Педагогічні науки” : збірник. – Чернігів : ЧДПУ, 2010. – С. 233–237.

15. Мартинюк О. С. Моделювання та дослідження радіоелектронних схем програмним комплексом NI Multisim у навчальному експерименті з фізики / О. С. Мартинюк // Педагогічний пошук. – № 5. – 2010. – С. 83–85.

16. Мартинюк О. С. Формування фахової компетентності майбутніх учителів фізики до використання засобів мікроелектроніки та комп'ютерної техніки в навчальному фізичному експерименті / О. С. Мартинюк // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія педагогічна / [редкол. : П. С. Атаманчук (голова, наук. ред) та ін.] ; Кам'янець-Подільський нац. ун. ім. Івана Огієнка, 2010. – Вип. 16 : Управління якістю підготовки майбутніх учителів фізики та трудового навчання. – С. 153–157.

17. Мартинюк О. С. Імітаційне моделювання роботи напівпровідникових біполярних і польових транзисторів / Ю. О. Єфименко, О. С. Мартинюк, М. О. Стеценко // Педагогічний пошук. – № 5. – 2010. – С. 94–97.

18. Мартинюк О. С. Методичні аспекти підготовки майбутніх учителів фізики та інформатики до використання прикладного програмного забезпечення / О. С. Мартинюк // Наукові записки. – Вип. 98. – Серія „Педагогічні науки”. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. – Ч. 1. – С. 217–221.

19. Мартинюк О. С. Нові інформаційні технології у конструктивно-технічній діяльності як засіб активізації самостійної роботи учнів / О. С. Мартинюк // Інформатика в школі. – 2010. – Лют. № 2(14). – С. 6–8.

20. Мартинюк О. С. Проектування та технологія виготовлення інформаційно-вимірювальних систем для експериментально-дослідницької роботи з фізики / О. С. Мартинюк // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. – Вип. 89. – Серія „Педагогічні науки”: збірник. – Чернігів : ЧДПУ, 2011. – С. 324–329.

21. Мартинюк О. С. Конструктивно-технічна діяльність як чинник удосконалення професійної підготовки майбутніх фахівців / О. С. Мартинюк // Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету. Педагогічні науки. – Бердянськ : БДПУ, 2011. – № 3. – С. 187–192.

22. Мартинюк О. С. Підготовка майбутніх учителів фізики до використання автоматизованих систем збору даних (на прикладі модуля m-DAQ та програмних засобів LabVIEW) / О. С. Мартинюк // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія педагогічна / [редкол. : П. С. Атаманчук (голова, наук. ред) та ін.] ; Кам'янець-Подільський нац. ун. ім. Івана Огієнка, 2011. – Вип. 17 : Інноваційні технології управління компетентісно-світоглядним ставленням учителя : фізика, технології, астрономія. – С. 227–230.

23. Мартинюк О. С. Методичні аспекти навчання студентів-фізиків основам робототехніки / О. С. Мартинюк // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. – Вип. 99. Серія „Педагогічні науки”: збірник. – Чернігів : ЧДПУ, 2012. – С. 237–240.

24. Мартинюк О. С. Апаратно-програмний комплекс на основі машини Атвуда для навчального експерименту з механіки / О. С. Мартинюк // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: зб. наук. пр. / редкол. : І. Я. Зязюн (голова) та ін. – Київ; Вінниця : ТОВ фірма „Планер”, 2012. – Вип. 29. – С. 429–434.

25. Мартинюк О. С. Основи програмування мікроконтролерної схемотехніки в системі фахової підготовки майбутніх учителів фізики та інформатики / О. С. Мартинюк // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. – Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи : зб. наук. пр. / за ред. проф. В. Д. Сиротюка. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2012. – Вип. 32 – С. 128–133.

26. Мартинюк О. С. Композиційний лабораторний практикум на основі апаратно-програмних засобів Multisim-LabVIEW-ELVIS II / О. С. Мартинюк // Збірник наукових праць. Педагогічні науки. – Херсон : ХДУ, 2012. – Вип. 62. – С. 411–417.

27. Мартинюк О. С. Апаратно-програмні системи навчального призначення на платформі Arduino / О. С. Мартинюк, С. С. Пахачук // Фізика та астрономія в сучасній школі. – №3 (106). – 2013. – С. 36–40.

28. Мартинюк О. С. Інновації у навчанні студентів-фізиків основам автоматизації фізичних досліджень та експерименту / О. С. Мартинюк // Наукові записки. – Вип. 4. – Серія „Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти”. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2013. – Ч. 1. – С. 176–181.

29. Мартинюк О. С. Вивчення основ мікроелектронної схемотехніки в системі фахової підготовки студентів-фізиків / О. С. Мартинюк // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка : збірник. – Чернігів : ЧДПУ, 2013. – Вип. 109. – С. 201–204. – (Серія „Педагогічні науки”).

30. Мартинюк О. С. Особливості підготовки фахівців у галузі освітньої робототехніки / О. С. Мартинюк // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія педагогічна / [редкол.: П. С. Атаманчук (голова, наук. ред) та ін.] ; Кам'янець-Подільський нац. ун. ім. Івана Огієнка, 2013. – Вип. 19 : Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю. – С. 168–170.

31. Мартинюк О. С. Навчальний фізичний експеримент: його роль, основні вимоги до нього та оцінка ефективності у формуванні творчої активності учнів і студентів. // О. С. Мартинюк // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. – Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи : зб. наук. пр. / за ред. проф. В. Д. Сиротюка. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2012. – Вип. 48 – С. 97–103.

32. Мартинюк О. С. Впровадження засобів робототехніки в навчальний процес та науково-дослідницьку роботу з фізики (на прикладі LEGO Mindstorms NXT) / О. С. Мартинюк, С. С. Пахачук // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. – Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи : зб. наук. пр. / за ред. проф. В. Д. Сиротюка. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2012. – Вип. 48 – С. 159–165.

33. Мартинюк О. С. Особливості методики навчання студентів (майбутніх учителів фізики та загальнотехнічних дисциплін) основ мікроелектроніки та освітньої робототехніки // Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2014. – Вип. – С. 50–58.

Публікації в закордонних наукових виданнях

34. Мартинюк О. С. Прикладне графічне програмування в науково-дослідницькій роботі з фізики / О. С. Мартинюк // Матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф. [„Стратегія якості у промисловості і освіті”], Варна, 3–10 черв. 2011 р. – Дніпропетровськ ; Варна, 2011. – Т. 2. – С. 650–652.

35. Мартынюк А. С. Методические аспекты формирования профессиональной компетентности будущих учителей физики к использованию информационно-коммуникационных технологий в учебном физическом эксперименте / А. С. Мартынюк // Новые технологии в образовании : сб. науч. тр. ; материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. (28 февраля 2011 г.) / под ред. д-ра пед. наук Г. Ф. Гребенщикова – М. : Компания Спутник +, 2011. – С. 399–402.

36. Мартынюк А. С. Организация и результаты научно-исследовательской работы в технико-технологическом отделении Малой академии наук / А. С. Мартынюк // VIII Международная научно-методическая конференция „Современное образование: преемственность и непрерывность образовательной системы школа – вуз”, 12–13 мая 2011 г. : [материалы] : в 2 ч. / редкол. : И. В. Семченко (гл. ред.), С. А. Хахомов (гл. ред.) [и др.]. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2011. – Ч. 2 – С. 147–149.

37. Мартынюк А. С. Методические и технологические аспекты подготовки будущих учителей физики к использованию средств микроэлектроники в экспериментально-исследовательской работе / А. С. Мартынюк // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8 (ч. 2). – С. 450–454. URL : www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10001151

38. Martynyuk O. S. Methodological support composite laboratory practical software and hardware National Instruments / O. S. Martynyuk // Zbiór raportów naukowych. Wykonane na materiałach Międzynarodowej Naukowi-Praktycznej Konferencji „Postępy w nauce w ostatnich latach. Nowych rozwiązań” 28.12.2012 – 30.12.2012 roku. – Warszawa : Wydawca : Sp. z o.o. „Diamond trading tour”, 2012. – S. 26–29.

39. Martynyuk O. S. Formation of physical and technical knowledge and skills of students in the design and technical activities / O. S. Martynyuk // World Applied Sciences Journal, 24 (7), 2013. – P. 858–861. – (*indexed by Scopus & ISI*).

40. Martynyuk O. S. The using of innovative methods of teaching future teachers of physics fundamentals of automation of physical research and experiment / O. S. Martynyuk // Nauka i studia (Poland). – Przemysl : Sp-ka z o.o. „Nauka i studia”, NR 34 (102), 2013. – P. 10–16.

41. Martynyuk A. S. Didactic and technological aspects of learning physics students the basics of microelectronics and robotics / A. S. Martynyuk // European Applied Sciences. № 7–1 (Yuli), 2013. – P. 122–124.

42. Martynyuk O. S The development of students' motivation to engage in constructive-technological activity and robotics / O. S. Martynyuk // British Journal of Science, Education and Culture, 2014. No.1. (5) (January-June).Volume V. „London University Press”. London, 2014. – P. 13–18. – (*indexed by Scopus*).

Авторські свідоцтва

43. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 40622 Комп'ютерна програма „Вимірювання значень фізичних величин” / Мартинюк Олександр Олександрович, Мартинюк Олександр Семенович // Міністерство освіти і науки України ; Державний департамент інтелектуальної власності. – 24. 10. 2011 р.

44. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 42452 Комп'ютерна програма „Графіки руху тіла” / Мартинюк Олександр Семенович, Мельник Іван Олександрович // Міністерство освіти і науки України ; Державний департамент інтелектуальної власності. – 24. 02. 2012 р.

Статті у збірниках наукових праць, матеріалах конференцій

45. Жила О. І. Цифровий частотомір-хронометр для навчальних дослідів із фізики / О. І. Жила, О. С. Мартинюк // Науковий вісник ВДУ ім. Лесі Українки. – Луцьк, 2001. – № 7. – С. 99–108.

46. Кобель Г. П. Деякі аспекти вивчення технічних засобів навчання / Г. П. Кобель, О. С. Мартинюк // Матеріали всеукраїнської науково – практичної конференції „Проблема вищої педагогічної освіти у світлі рішень II Всеукраїнського з'їзду працівників освіти”. – 4 грудня 2001 р. – К. : Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова, 2001. – С. 224–225.

47. Войтович О. В. Засоби електроніки та комп'ютерної техніки в навчальному експерименті з механіки / О. В. Войтович, О. С. Мартинюк // Проблеми педагогічних технологій. – Луцьк, 2002. – Вип. 2. – С. 229–233.

48. Жила О. І. Прилади для електростатичних вимірювань із використанням електромеханічних перетворювачів / О. І. Жила, О. С. Мартинюк // Науковий вісник Волинського державного університету ім. Лесі Українки. – № 9 – Луцьк, 2003. – С. 30–37.

49. Тестові завдання для вступників. Вид. 4-те. Фізика / [М. С. Богданюк, В. В. Божко, О. М. Бірук, та ін.]. – Луцьк : РВВ „Вежа” Волин. держ. ун-ту імені Лесі Українки, 2003. – 135 с. Рекомендовано Міністерством освіти і науки України (лист №14\18.2-679 від 10.04.03).

50. Жила О. І. Базовий прилад установки для електростатичних вимірювань / О. І. Жила, О. С. Мартинюк // Науковий вісник Волинського державного університету ім. Лесі Українки. – № 1. – Луцьк, 2005. – С. 47–56.

51. Кобель Г. П. Виготовлення омметра та вольтметра змінного струму у шкільних умовах / Г. П. Кобель, О. С. Мартинюк // Педагогічний пошук. – № 4 (56). – 2007. – С. 49–50.

52. Тестові завдання для вступників. Вид. 5-те. Фізика / [М. С. Богданюк, В. В. Божко, О. М. Бірук, та ін.]. – Луцьк : РВВ „Вежа” Волин. держ. ун-ту імені Лесі Українки, 2007. – 147 с. Рекомендовано до друку вченою радою Волин. держ. ун-ту імені Лесі Українки (протокол №8 від 29.03.07).

53. Мартинюк О. С. Програмні засоби National Instruments у професійній підготовці майбутніх учителів фізики та інформатики / О. С. Мартинюк // Комп'ютерне моделювання в освіті : матеріали IV Всеукр. наук.-метод. семінару (Кривий Ріг, 12 трав. 2011 р.). – Кривий Ріг : Вид. від. НМетАУ, 2011. – С. 28–29.

54. Мартинюк О. С. Прикладні пакети імітаційного моделювання для навчального процесу та наукових досліджень / О. С. Мартинюк // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики : зб. наук. пр. : в 3 т. – Вип. Х. – Кривий Ріг : Вид. від. НМетАУ, 2012. – Т. 2 : Теорія та методика навчання фізики. – С. 196–203. URL : <http://ccjournals.eu/ojs/index.php/tmn/issue/viewIssue/47/49>

55. Мартинюк О. С. Засоби машинної імітації та графічного програмування у фаховій підготовці майбутніх учителів фізики / О. С. Мартинюк // Інформаційні технології в освіті, науці і техніці (ІТОНТ–2012) : тези доп. Міжнар. наук.-практ. конф. : у 2 т. – Черкаси, 25–27 квіт. 2012 р. – Черкаси : ЧДТУ, 2012. – Т. 2. – С. 59–60.

56. Мартинюк О. С. Технології National Instruments у композиційному лабораторному практикумі з фізики / О. С. Мартинюк // Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі : зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. / укладач : В. Д. Шарко – Херсон : Олді-Плюс., 2012. – С. 193–194.

57. Мартинюк О. С. Дослідження роботи функціональних вузлів цифрової схемотехніки програмно-апаратними засобами National Instruments / О. С. Мартинюк // Актуальні проблеми підготовки вчителів природничо-наукових дисциплін для сучасної загальноосвітньої школи : тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф. 18–19 жовт. 2012 р., м. Умань / голов. ред. М. Т. Мартинюк. – Умань : ПП. Жовтий О. О. 2012. – С. 126–129.

58. Martyniuk O. S. Studying the basics of robotics as part of the formation of professional competence of future teachers of physics / O. S. Martyniuk // Reaserch work in the training of pedagogical specialists in natural sciencrs and technological fields : materials of IV All-Ukrainian scitntifical conference. – Berdyansk : BDPU, 2013. – P. 269–271.

59. Мартинюк О. С. Робототехніка в рамках вітчизняного освітнього процесу / О. С. Мартинюк // Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю : зб. матеріалів міжнар. наук. конф. / [редкол. : П. С. Атаманчук (голов. ред) та ін.]. Кам'янець-Подільський : Аксіома, 2013. – С. 123–125.

60. Мартинюк О. С. Методологічні проблеми впровадження в навчальний процес інформаційно-комунікаційних технологій та інноваційних методик / О. С. Мартинюк // Формування самостійної пізнавальної діяльності учнів та студентів при вивченні фізико-математичних дисциплін : матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції (7-12 квіт. 2014 р.) / уклад. Н. А. Головіна. – Луцьк : Вежа-Друк, 2014. – С. 82–85.

АНОТАЦІЇ

Мартинюк О. С. „Теоретико-методичні засади виконання комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту в процесі навчання майбутніх учителів фізики”. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук зі спеціальності 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика). Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова. – Київ, 2015.

У дисертації вперше обґрунтовано теоретичні і методичні засади виконання майбутніми учителями фізики комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту в умовах навчальних інформаційних середовищ. Вперше створено та впроваджено в освітній процес навчально-методичний

лабораторний комплекс, який забезпечує можливості для формування інформатичної компетентності майбутнього вчителя фізики та набуття ним практичних умінь роботи із сучасним обладнанням.

Розроблено структуру та зміст навчальних спецкурсів з фізичного експерименту, вивчення яких доповнює курс загальної фізики та підвищує фахову компетентність майбутніх учителів фізики щодо використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному фізичному експерименті. Створено комп'ютерне та методичне забезпечення пропонованих спецкурсів на основі засобів імітаційного комп'ютерного моделювання та графічного програмування.

Запропоновано практичні рекомендації щодо розробки нового та модернізації існуючого обладнання для навчального фізичного експерименту на сучасній елементній базі з використанням мікроконтролерної схемотехніки й автоматизованих систем збору даних. Теоретично та методично обґрунтовано педагогічну впровадження освітньої робототехніки у процес фізико-технічної підготовки майбутніх учителів фізики, запропоновано методичні рекомендації щодо підготовки фахівців у галузі освітньої робототехніки, основ мікроелектроніки, технічного конструювання та комп'ютерного моделювання.

Ключові слова: комп'ютерно-орієнтований фізичний експеримент, фахова компетентність, інформатична компетентність, навчально-методичний лабораторний комплекс, навчально-методичне забезпечення комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту.

Мартынюк А. С. Теоретико-методические основы выполнения компьютерно-ориентированного физического эксперимента в процессе обучения будущих учителей физики. – 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, 2015.

В диссертации впервые предложены теоретические и методические основы выполнения компьютерно-ориентированного физического эксперимента будущими учителями физики с целью подготовки их к применению информационно-коммуникационных технологий, а также средств микроэлектроники и робототехники в условиях внедрения инновационных образовательных технологий и учебных информационных сред. Впервые создан и внедрён в образовательный процесс учебно-методический лабораторный комплекс с использованием микроэлектронной схемотехники и электронных устройств, который способствует формированию информационной компетентности будущего учителя физики и приобретению ими умений работы с современным оборудованием.

Предложены практические рекомендации по разработке нового и модернизации существующего оборудования для учебного физического эксперимента на современной элементной базе с использованием микроконтроллерной схемотехники и автоматизированных систем сбора данных. Разработаны структура и содержание спецкурсов по физическому

эксперименту, изучение которых повышает фундаментальность физического образования, а именно: „Автоматизация физического эксперимента”, „Автоматизированные системы сбора данных”, „Прикладные компьютерные программы”, „Техническое конструирование”. Создано компьютерное и методическое обеспечение для предложенных спецкурсов на основе средств имитационного компьютерного моделирования и графического программирования.

Доказана необходимость разработки методических основ формирования у будущих учителей физики профессиональных компетенций в направлении использования средств микроконтроллерной техники в экспериментально-исследовательской и учебной работе по физике. С этой целью разработан ряд спецкурсов и предложена методика обучения студентов в проблемных группах, работающих над вопросами разработки и изготовления нового учебного оборудования по специально составленной программе. Обосновано, что такой вид деятельности обеспечивает возможности применения проектного метода и организации последовательного цикла подготовки специалистов в процессе обучения физике на основе структурированных задач и композиционного лабораторного практикума.

Проанализированы теоретические аспекты, структура и алгоритмы функционирования компьютерной информационно-измерительной системы как действенного средства модернизации учебного физического эксперимента. Показано, что применение цифровых методов обработки сигналов позволяет обеспечить большую точность и воспроизводимость результатов, устойчивость к помехам и малые габариты изделий. Также сделан акцент на том, что появление нового класса процессоров позволило резко снизить стоимость цифровых систем и значительно расширило сферу их применения. Приведены примеры авторских разработок программного и аппаратного обеспечения учебного назначения.

Доказано, что в настоящее время среди специализированных программных средств, отвечающих современным техническим и дидактическим требованиям, наиболее целесообразными для применения в образовательном процессе по физике являются прикладные программные пакеты Multisim и LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) компании National Instruments. Приведены примеры методических и технологических средств изучения элементов электронной схемотехники на основе традиционного и компьютерного экспериментов. Предложена методика исследования цифровых элементов на основе разработанных учебных платформ и программного комплекса Multisim.

Теоретически обоснованы преимущества виртуального эксперимента, выполняемого студентами перед работой на реальном оборудовании, и показаны возможности его практической реализации. В частности, подчеркнута очевидная значимость такого эксперимента, состоящая в возможности отражения современной логики проектирования технических систем: концепция, теоретические вычисления – компьютерное моделирование – реальный эксперимент. Отмечено, что благодаря использованию аппаратно-программных средств National Instruments Multisim-LabVIEW-ELVIS

(Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite), имитационное моделирование, виртуальный и натурный эксперименты можно рассматривать как равноценные составляющие композиционного лабораторного практикума.

Выделены специфические дидактические принципы изучения и внедрения в образовательный процесс по физике средств робототехники – одного из наиболее перспективных направлений научно-технического прогресса, объединяющего знания различных сфер науки и техники. Доказана педагогическая целесообразность и необходимость развития и внедрения образовательной робототехники в процесс физико-технической подготовки будущих учителей физики. Показано, что использование средств робототехники, робототехнических конструкторов для организации на их основе научно-исследовательской деятельности учащихся и студентов требует соответствующей методической и технологической подготовки педагогических кадров. Разработана соответствующая методика обучения, в которой используется решение отдельных задач по совершенствованию физического эксперимента с помощью средств робототехники. Предложены методические рекомендации по подготовке специалистов в области образовательной робототехники, основ микроэлектроники, технического конструирования и компьютерного моделирования.

Доказана педагогическая целесообразность предложенного учебно-методического лабораторного комплекса для выполнения компьютерно-ориентированного физического эксперимента будущими учителями физики. Осуществлена экспертная оценка эффективности использования разработанного и модернизированного учебного оборудования, программного обеспечения и методики их использования. Доказано, что использование средств микроэлектроники и компьютерной техники в учебном эксперименте по физике расширит возможности для повышения уровня профессиональной и информационной компетентностей будущих учителей физики.

Ключевые слова: компьютерно-ориентированный физический эксперимент, профессиональная компетентность, информационная компетентность, учебно-методический лабораторный комплекс, учебно-методическое обеспечение компьютерно-ориентированного физического эксперимента.

Martynyuk O. S. Theoretical and Methodological Basis for Implementation Computer-Oriented Physics Experiment in Teaching Future Teachers of Physics. – Manuscript.

Thesis for the degree of Doctor of Education by the specialty 13.00.02 – The Theory and Methods of Teaching (Physics). The M. P. Dragomanov National Pedagogical University. – Kyiv, 2015.

In the thesis the theoretical and methodological foundations of computer-oriented physics experiment in terms of educational information environments for teachers of physics to be. Teaching and methodical laboratory complex, which provides opportunities for formation information competence of teachers of physics

to be and its entry into practical skills to work with modern equipment firstly developed and implemented in the educational process.

The structure and content of training courses on physical experiment, all of which are complementary to the general physics course and increase professional competence of teachers of physics to be on the use of information and communication technologies in teaching physical experiment were worked out. A computer and methodological guidance of courses is offered through means of computer modeling and simulation graphical programming.

Practical recommendations for the development of new and modernization of existing equipment for teaching physics experiment on the modern base using microcontroller circuitry and automated data collection systems were offered. Implementation of educational robotics in educational process of physical and technical preparation of teachers of physics to be was theoretically and methodologically grounded, guidelines for training in the field of educational robotics, microelectronics bases, technical design and computer modeling was proposed.

Key words: computer-oriented physical experiment, professional competence, informational competence, teaching laboratory, training and methodological support of computer-oriented physical experiment.