

УДК 37.02:378+37.012.7

І. В. СальникКіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка,
Кіровоград**ФОРМУВАННЯ ЦІЛІСНОЇ СИСТЕМИ ФІЗИЧНИХ ЗНАНЬ
НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОГО
ТА РЕАЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ**

Однією з нерозв'язаних проблем, що пов'язані з реалізацією вимог стандартів фізичної освіти до природничої грамотності випускників, є проблема взаємозв'язків емпіричного та теоретичного методів дослідження в процесі пізнавальної діяльності. Розв'язання цієї проблеми пов'язано з удосконаленням методів навчання, зокрема, засвоєння методів пізнання, розвиток вмій пізнавальної діяльності. Провідна роль в цьому належить навчальному фізичному експерименту, сучасною тенденцією розвитку якого є використання ІКТ. Значний методичний, практичний та світоглядний потенціал для розв'язання проблеми взаємозв'язку віртуального та реального експерименту у навчанні фізики має хвильова оптика. З метою перевірки розробленої нами моделі системи навчального експерименту було створене методичне та матеріально-технічне забезпечення її реалізації. У статті розглядається процес формування цілісної системи фізичного знання через реалізацію нової моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи в процесі вивчення хвильової оптики.

Ключові слова: навчально-методичний комплекс, віртуальне та реальне, теоретичне знання, емпіричне знання, навчальний фізичний експеримент, хвильова оптика

И. В. СальникКировоградский государственный педагогический университет имени Владимира
Винниченко, Кировоград**ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕЛОСТНОЙ СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ
НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО
И РЕАЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

Одной из нерешённых проблем, связанной с реализацией требований стандартов физического образования к естественнонаучной грамотности выпускников, является проблема взаимосвязей эмпирического и теоретического методов исследования в процессе познавательной деятельности. Решение этой проблемы связано с усовершенствованием методов обучения, в частности, усвоение методов познания, развитие умений познавательной деятельности. Важная роль в этом процессе принадлежит учебному физическому эксперименту, современной тенденцией развития которого является использование ИКТ. Значительный методический, практический и мировоззренческий потенциал для решения проблемы взаимосвязи виртуального и реального эксперимента в обучении физике имеет раздел волновой оптики. С целью проверки разработанной нами модели системы учебного эксперимента было создано методическое и материально-техническое обеспечение её реализации. В статье рассматривается процесс формирования целостной системы физических знаний через реализацию новой модели системы учебного физического эксперимента старшей школы в процессе изучения волновой оптики.

Ключевые слова: учебно-методический комплекс, виртуальное и реальное, теоретическое знание, эмпирическое знание, учебный физический эксперимент, волновая оптика

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Найважливішою умовою формування у учнів системи фізичних знань є взаємопов'язане оволодіння емпіричною, теоретичною та практичною складовими курсу фізики.

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

Як зазначає в своєму дослідженні Майєр Р. В. [3], принцип достатньої підстави, висунутий ще Арістотелем, вимагає експериментального підтвердження будь-якого наукового твердження. Лише тоді воно може вважатися істинним, коли це твердження науково обґрунтоване емпірично. Розповсюдження даного принципу на процес навчання передбачає експериментальне обґрунтування основних ідей шкільного курсу фізики, що сприяє формуванню наукового світогляду, доказовості мислення школярів, впевненості в істинності набутих знань.

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

У зв'язку із розвитком інформаційно-комунікаційних технологій та широким їх запровадженням в освітній процес, зокрема, й з фізики, важливою проблемою, що потребує розв'язку є встановлення взаємозв'язків віртуального та реального в системі навчального фізичного експерименту як основи формування цілісної системи фізичного знання на теоретичному та емпіричному рівнях вивчення навчального матеріалу учнями старшої профільної школи.

Наше дослідження ґрунтується на ідеях таких відомих вчених як П. С. Атаманчук, О. І. Бугайов, С. П. Величко, С. У. Гончаренко, Ю. І. Дік, А. В. Касперський, Є. В. Коршак, О. І. Ляшенко, М. Т. Мартинюк, О. В. Сергєєв, М. І. Шут та ін., які фактично визначили зміст сучасного шкільного курсу фізики та методику його викладання. Аналіз їх робіт, а також інших науковців, що займаються питаннями теорії та методики навчального фізичного експерименту, дозволяє констатувати неперервний розвиток методики експериментального вивчення фізичних явищ та розробку й вдосконалення системи навчального фізичного експерименту [4]. В той же час ми вимушені констатувати відсутність системного дослідження процесу формування цілісної системи знань учнів старшої школи на основі сучасного навчального фізичного експерименту, який ґрунтується на зв'язках реального та віртуального.

Отже метою нашого дослідження є виявлення закономірностей формування цілісної системи знань з фізики внаслідок комплексного запровадження віртуального та реального в системі навчального фізичного експерименту старшої школи. В процесі дослідження нами були використані методи системно-структурного аналізу та синергетичний підхід до процесу навчання фізики старшої школи.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Методичні особливості формування системи фізичних знань в учнів викликані закономірностями пізнавальної діяльності, а також специфічними рисами теоретичного й емпіричного мислення учнів в процесі вивчення

шкільного курсу фізики. О.І. Ляшенко в своєму дослідженні зазначає, що проблеми взаємовідносин теоретичного й емпіричного в пізнанні слід розглядати ширше, ніж співвідношення рівнів пізнання, а саме: як взаємозумовленість емпіричного й теоретичного знання; як проблему взаємовідносин рівнів пізнання; як історичну наступність стадій наукового пізнання, поступовий перехід від емпірії до теорії; як специфічні форми пізнавальної діяльності та проблеми розвитку експериментальних та теоретичних методів пізнання. Одночасно науковець доводить, що зміст і методи шкільного курсу фізики загалом зорієнтовані на логічну схему емпіричного мислення: початкове ознайомлення з об'єктом – поєднання нових знань із засвоєними раніше – систематизація, закріплення та узагальнення знань – систематизація комплексу знань, що применшує роль теоретичного знання в навчанні [2]. На нашу думку, оскільки фізика відноситься до експериментальних наук, основою формування системи знань з фізики в школі повинен бути емпіричний метод з опорою на теоретичні знання учнів.

Прагнення формування фізичного знання на теоретичному рівні не виключає емпіричну складову пізнання. Не можна зводити емпіричне мислення до другорядного допоміжного. Воно недостатнє лише при осягненні сутності явища. Емпірична свідомість і мислення так само цінні для людини, як і теоретична, оскільки вони дозволяють їй вирішувати численні специфічні завдання, що виникають в ході пізнавальної практики. Без емпіричної стадії узагальнення не можна зробити теоретичного узагальнення, яке вводить людину в інший світ, в систему ідеальних об'єктів пізнання – моделей, ідей, принципів, абстрактних уявлень і т.д. На цьому етапі важливе не формально логічне узагальнення, на підставі якого виникає чуттєво-наочне знання, одиничне за своєю суттю, а змістовне, сутнісне узагальнення, яке робить його абстрактним теоретичним знанням. Виходячи з цього та з теми нашого дослідження, вважаємо за потрібне детальніше розглянути особливості формування системи емпіричних знань з фізики в старшій школі, зв'язки теоретичного та емпіричного мислення учнів та їх вплив на розвиток системи навчального експерименту.

Однією із складових емпіричного знання є наукові факти. Усі наукові факти, що вивчаються в школі Р. В. Майєр поділив на три групи: ті, що можна експериментально встановити в повсякденному житті; ті, що можуть бути встановлені експериментально на уроці та ті, які не можна встановити експериментально в умовах школи [3]. Але учень повинен оволодіти якомога більшою кількістю фактів, з метою формування його мислення на більш високому науковому рівні.

Наш аналіз показав, що в старшій школі лише 22% знань відносяться до повсякденного знання, 49,7% – факти, що підтверджуються експериментально на уроці завдяки реальному експерименту, 28,3% – факти, які вимагають експериментального підтвердження, але в шкільних умовах це здійснити виявляється неможливо. Отже, старша школа вимагає поєднання різних видів експерименту – віртуального та реального.

Такий висновок підтверджує також аналіз змісту шкільного курсу фізики на предмет розподілу різного типу наукових фактів за темами. Аналіз дозволяє стверджувати, що факти, які можуть бути встановлені в повсякденному житті, переважають в процесі вивчення механіки. Переважна більшість явищ, процесів, законів та закономірностей, що можуть бути експериментально встановлені в умовах школи вивчається в електродинаміці. Основну частину системи знань квантової фізики складають наукові теорії та факти, що не можуть бути встановлені експериментально в умовах школи. Більш того, є окремі теми шкільного курсу фізики, в яких практично зовсім відсутній емпіричний матеріал (загальні відомості про рух, елементи теорії відносності). Протягом всього курсу фізики кількість фундаментальних знань більша за кількість матеріалу прикладного змісту.

Можна констатувати той факт, що по мірі розвитку науки та розширення системи фізичних знань, що вивчається в школі, буде зростати доля наукових фактів саме третьої групи, а отже посилення ролі віртуального експерименту.

Особливо вражають результати аналізу розділу «Хвильова оптика». Але аналіз показує, що кількість оптичних явищ, процесів, законів, що вивчаються експериментально (52,8%) практично однакова з тими, що не можуть бути дослідженні в експерименті на уроці та фактами з повсякденного життя (27,2% та 20% відповідно), тобто такими, що вивчаються суто теоретично (рис. 1).

Якщо порівняти ці результати із загальними для старшої школи, то буде помітно, що вони мало відрізняються за показниками. Це стало однією з причин, щоб обрати саме розділ «Хвильова оптика» для реалізації висловлених нами теоретичних положень та запропонованої моделі системі навчального фізичного експерименту старшої школи на основі взаємозв'язку віртуального та реального [4].

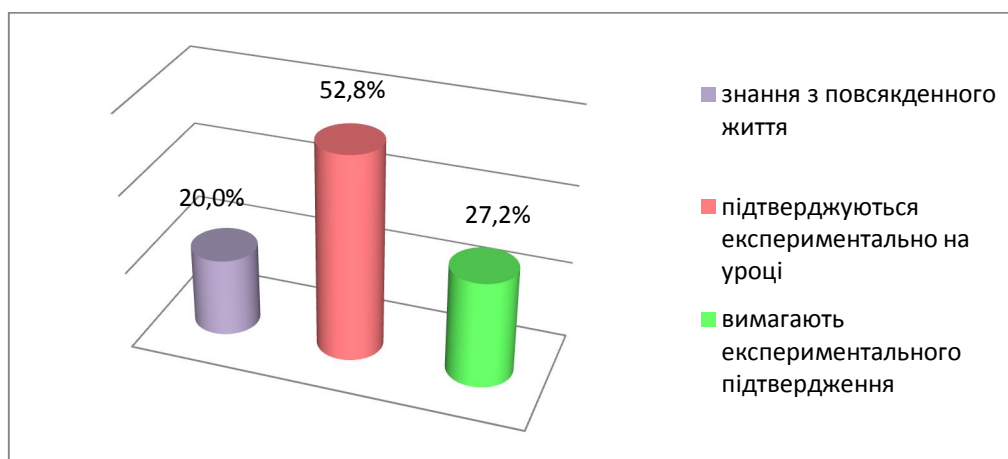


Рисунок 1 – Система знань з хвильової оптики, що вивчаються в курсі фізики старшої школи

З іншого боку, розділ хвильової оптики є досить цікавим з методичної точки, оскільки його емпіричний зміст суттєво не відрізняється на різних рівнях вивчення (стандарту, академічному, профільному). Це дозволяє використати методичні розробки як варіативні в процесі вивчення фізики за різними програмами.

Розділ хвильової оптики, на нашу думку, є одним з тих, який зазнає суттєвих змін у зв'язку із переходом на нові стандарти освіти та розвитком сучасних технологій. З одного боку, спостерігається зменшення кількості годин, відведених на його вивчення: на рівнях стандарту та академічному ця тема входить в розділ «Хвильова та квантова оптика», на вивчення якого загалом відводиться відповідно 12 та 19 годин, на профільному рівні – це окремий розділ, що вивчається протягом 38 годин. З іншого боку, дана тема має значний практичний потенціал, оскільки саме в процесі вивчення хвильових властивостей світла учні знайомляться із основами спектрального аналізу, явищами інтерференції та дифракції, що мають своє втілення в різноманітних сучасних приладах не лише наукового призначення, будовою та дією сучасного оптичного обладнання, повним внутрішнім відбиванням, що використовується при побудові оптичних волокон, які створюють сучасний зв'язок, запроваджуються у комп'ютерній та вимірвальній техніці, явищем поляризації, без якого не можливе створення 3D зображень, з властивостями хвиль різного діапазону, які знайшли практичне застосування і т.д.

Ця тема має дуже важливе світоглядне значення, оскільки під час її вивчення в учнів формуються основи сучасної наукової картини світу на основі уявлень про корпускулярно-хвильовий дуалізм світла, знайомства із фундаментальними дослідженнями, що лежать в основі хвильової теорії світла (Юнга та Френеля з інтерференції світла, Ньютона з дисперсії світла, Ремера та Фізо по визначенню швидкості світла), а також сучасними методами дослідження та прояву хвильових властивостей світла.

Завдяки вивченню хвильових властивостей світла стає можливим виявити та експериментально підтвердити основні властивості електромагнітних хвиль взагалі, що характерні для будь-якого діапазону та хвиль іншої природи (механічних): відбивання, заломлення, інтерференція, дифракція, поглинання. Таким чином, в учнів формуються єдині уявлення про хвильовий процес як фізичне явище, властивості та закономірності якого не залежать від його природи. На необхідність такого єдиного підходу до вивчення коливальних та хвильових процесів наголошував ще Л.І.Мандельштам, а також в різні часи О.І.Бугайов, С.У.Гончаренко, Г.С.Горелік, В.П.Орехов, Л.І.Резніков, В.Г.Разумовський, Н.М.Шахмаєв та ін. Це питання залишається актуальним й нині, оскільки такий підхід хоч і знаходить певну реалізацію в сучасних програмах, але не достатню для формування цілісних уявлень про хвилі різної природи та їх властивості. Перш за все це пов'язано із місцем теми в загальній структурі дисципліни та її внутрішньою побудовою.

Отже, вивчення хвильової оптики в старшій школі має певні методичні особливості, які виділяють цю тему з поміж інших та повинні бути враховані в процесі її викладання відповідно до програм різного рівня вивчення. Означені методичні особливості, а також проведений нами аналіз навчального матеріалу курсу фізики старшої школи з точки зору його експериментального відтворення зумовили вибір теми «Хвильова оптика» для реалізації розробленої моделі системи навчального фізичного експерименту [4].

З метою матеріально-технічного забезпечення проведення дослідження та реалізації особистісно орієнтованого, компетентнісного та синергетичного підходів нами було створено навчальний комплект для проведення реального навчального експерименту «Оптична міні-лава» [1] та цифровий інформаційний комплект для методичного супроводу вивчення теми «Хвильова оптика».

В Україні розробкою комплектів обладнання та навчально-методичних комплексів, як для загальноосвітніх, так і для вищих навчальних закладів, займаються науковці Інституту інформаційних технологій та засобів навчання НАПН України та його наукових центрів, зокрема, наукового центру розробки засобів навчання, що працює на кафедрі фізики та методики її викладання КДПУ ім.В. Винниченка під керівництвом професора С.П. Величка. За роки існування центру тут створена значна кількість обладнання, яке зараз широко використовується не лише у вищих навчальних закладах, а й у загальноосвітніх школах України. Останні розробки пов'язані з виготовленням комплектів, що відповідають усім сучасним дидактичним вимогам. Серед них і комплект «Оптична міні-лава», розробка якого розпочата в 2008 році із створення відповідного обладнання та переліку дослідів з ним

Комплект «Оптична міні-лава» призначений для проведення демонстраційних дослідів та самостійних досліджень учнів (студентів) з геометричної та хвильової оптики (рис. 2).



Рисунок 2 – Загальний вигляд комплекту приладів «Оптична міні-лава»

У процесі розробки конструкції комплекту автори керувались вимогами й нормами дидактики та ергономіки, що визначені для навчального обладнання, а також обумовлені сучасними тенденціями в розробці фізичних приладів: забезпечення універсальності навчального обладнання; можливість поєднання ряду приладів та елементів у вигляді набору; забезпечення можливості розширення наявного комплекту завдяки використанню традиційних навчальних приладів і побутового обладнання; забезпечення кількісних вимірювань в процесі проведення усіх видів навчального експерименту. Оптичні елементи та оснащення підібрані таким чином, щоб учні легко могли зібрати оптичні схеми та установки для вивчення будь-яких оптичних явищ. Комплект досить простий у використанні та доступний по ціні для будь-якого навчального закладу.

Будова і характеристики конструктивних елементів деталей комплекту забезпечують мінімум витрат часу (5-10 хвилин) на виконання кожного досліду чи завдання. Відповідно, проведення будь-якої роботи шкільного фізичного практикуму не потребує виділення двох академічних годин, що сприяє розширенню програми і якісній реалізації профільного навчання фізики, побудованого на особистісно орієнтованому підході до організації навчально-виховного процесу.

За рахунок використання такого комплекту в навчальному процесі учень має можливість самостійно обирати спосіб проведення дослідження, а також рівень його складності, що відповідає вимогам синергетики. Розроблені нами методики роботи з даним комплектом дозволяють вчителю диференціювати не лише процес проведення, а й оцінювання лабораторної роботи, що проблематично у випадку виконання учнями роботи за стандартною інструкцією.

Посилити синергетичний ефект та одночасно підвищити рівень теоретичного опанування фізичними знаннями в навчальному експерименті дозволяє використання комп'ютерної техніки. Наприклад, запровадження комп'ютера для проведення обрахунків та оформлення звітності про виконання роботи дозволяє учням із недостатнім рівнем математичної підготовки впоратися із завданням, показавши свої експериментальні здібності та можливості і рівень фізичних знань.

Доповненням до комплекту «Оптична міні-лава», що одночасно є складовою загального навчально-методичного комплекту є цифровий інформаційний комплект, до складу якого входять різноманітні електронні засоби навчального призначення: колекції ілюстрацій (цифрові малюнки, анімації, фотоілюстрації і т.д.), презентації до уроків, що містять віртуальні моделі демонстрацій явищ та процесів, програмні продукти, спеціально призначені для проведення віртуального фізичного експерименту в школі (наприклад, ППЗ «Квазар-Мікро») та ін.

Необхідність створення вчителем тематичних авторських комплектів з готових віртуальних навчальних об'єктів викликана, з одного боку, їх різноманітністю, з іншого – його професійними уподобаннями. Оскільки кожне з електронних джерел містить як віртуальні об'єкти, що за своєю якістю відповідають професійним уподобанням вчителя, так і ті, які не влаштовують його за тими чи іншими характеристиками. Створення власного комплекту, в якому зібрані лише ті об'єкти, що цікавлять вчителя та допомагають йому у підготовці та проведенні навчального процесу, дозволять одночасно раціоналізувати його професійну діяльність.

Склад цифрового навчального комплекту, перш за все, визначається системою видів діяльності учнів з фізики. Для кожного виду діяльності (розв'язування задач, лабораторний експеримент, самостійна робота з книгою, розвиток технічної творчості учнів і т.д.) можуть бути розроблені різні навчальні комплекти. В процесі розробки їх об'єднують в більш складні, що передбачають пов'язані види діяльності або для вивчення конкретних тем (тобто тематичні).

Сам процес створення цифрового інформаційного комплексу передбачає декілька етапів:

- вивчення питань методики та техніки розробки цифрових комплектів навчального призначення з фізики;
- розробка концепції авторського цифрового навчального комплексу (мета його створення, загальна структура, принципи та порядок формування його окремих складових і т.д.);
- визначення цифрових технологій, що будуть використані під час розробки комплексу;
- добір навчального матеріалу та електронних засобів навчального призначення для комплексу;
- розробка за необхідності авторських навчальних матеріалів;
- комплектація матеріалів в єдиний комплект та створення каталогу;
- розробка методичних матеріалів для вчителя;
- тестування розробки та проведення експертизи;
- апробація розробки в навчальному процесі.

Створюючи цифровий інформаційний комплект за напрямком «Навчальний фізичний експеримент з оптики» нами були проаналізовані існуючі електронні засоби навчального призначення різних виробників та виявлені структурні елементи, що повинні входити до складу комплексу та використовуватись для роботи як учня, так і вчителя. Зрозуміло, що цей комплект є досить великим. Тому в рамках його створення доцільно розробляти тематичні цифрові комплекти з навчального фізичного експерименту. Більш того, на початку створення комплект може містити не усі складові, а доповнюватися по мірі його розробки.

Розроблений нами цифровий інформаційний комплект експериментального вивчення хвильової оптики в старшій школі містить: інструкції до проведення лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму в електронному варіанті, інструкції – презентації до проведення лабораторних робіт учнями, а також інструкції – відео фрагменти, добірку віртуального експерименту (як демонстраційного, так і лабораторного), тести для перевірки готовності учнів до проведення лабораторного експерименту та перевірки засвоєння емпіричних знань учнів з теми.

ВИСНОВКИ. Названі складові, таким чином, є основою навчально-методичного комплексу з експериментального вивчення питань хвильової оптики, що охоплює увесь розділ та відповідає вимогам педагогічної синергетики, основним засадам сучасної парадигми освіти та дозволяє формувати цілісну систему фізичного знання. Описаний комплекс успішно запроваджується протягом 7 років у процесі викладання фізики учнів Педагогічного ліцею Кіровоградської міської ради.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Величко С. П. Оптична міні-лава та інтегрований навчальний експеримент. Посібник для студентів фіз.-мат. фак-тів пед. вищих навч. закладів. Частина 1. /С. П. Величко, І. М. Гладкий, Д. О. Денисов, В. В. Неліпович, І. В. Сальник, Е. П. Сірик ; ред. С. П. Величка. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2008. – 148 с.
2. Ляшенко О. І. Взаємозв'язок теоретичного та емпіричного у навчанні фізики : дис. д-ра пед. наук: 13.00.04 ; 13.00.02 / О.І. Ляшенко – Академія педагогічних наук України. — К., 1996. – 442 с.
3. Майер Р. В. Проблема формирования системы эмпирических знаний по физике: автореф. дисс. доктора. пед. наук: спец. 13.00.02. – Санкт-Петербург, 1999. – 42 с.
4. Сальник І. В. Віртуальне та реальне у навчальному фізичному експерименті старшої школи: теоретичні основи: монографія. – Кіровоград, 2015 – 324 с.

I. V. Salnyk

Kirovograd State Pedagogical University named after Volodymyr Vynnychenko, Kirovograd

THE FORMATION OF INTEGRATED SYSTEM OF PHYSICS KNOWLEDGE ON THE BASE OF COMPLEX USING OF VIRTUAL AND REAL EXPERIMENT

One of the unsolved problems, which related with the implementation of the standards of physical education to the knowledge of natural sciences of graduates, is a problem of interconnections of empirical and theoretical research methods in the cognitive activity. Solving this problem is due to the improvement of learning methods, in particular mastering the methods of cognition, development of skills of cognitive activity. The leading role in this belongs to learning physical experiment, the modern trend of development of which is the use of ICT. Considerable methodical, practical and ideological potential to solve the problem of the relationship of virtual and real experiment in learning physics has wave optics. In order to test the model of system of educational experiment, that developed by us, was created methodical and logistical support of its implementation. This providing is an educational and methodical complex of experimental study of wave optics, it ensures the implementation of capabilities of real and virtual experiment, meets the requirements of the pedagogical synergy, ergonomics and the basic principles of modern paradigm of education. The article examines the impact of the comprehensive introduction of the real learning physical experiment in combination with the means of information technologies on the formation of a complete system of knowledge about physical objects and the implementation of a new model of system of educational physical experiment in high school in the study of wave optics.

Key words: educational and methodical complex, virtual and real, theoretical knowledge, empirical knowledge, educational physical experiment, wave optics.

REFERENCES

1. Velychko, S.P., Hladkyi, I.M., Denysov, D.O., Nelipovych, V.V., Salnyk, I.V. and Siryk, E.P. (2008), *Optychna mini-lava ta intehrovanyi navchalnyi eksperyment*. [Optical mini bench and integrated educational experiment], RVV KDPU im.V.Vynnychenka, Kirovohrad, Ukraine. [in Ukrainian]
2. Liashenko, O. I. (1996), "Interconnection theoretical and empirical studies in physics" Dr. Sci. (ped.) dissertation, 13.00.04, 13.00.02, Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Kyiv. [in Ukrainian]
3. Maier, R.V. (1999), "The problem of forming a system of empirical knowledge of physics", Abstract of Dr. Sci. (ped.) dissertation, 13.00.02, Russian State Pedagogical University, Sankt-Peterburh. [in Russian]
4. Salnyk, I.V. (2015) *Virtualne ta realne u navchalnomu fizychnomu eksperymenty starshoi shkoly: teoretychni osnovy* [Virtual and real in educational physical experiment in high school: the theoretical foundations], FO-P Aleksandrova M.V., Kirovohrad. [in Ukrainian].

Сальник Ірина Володимирівна

к.пед.наук, доцент
докторант кафедри фізики та методики
її викладання Кіровоградський
державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка,
вул.Шевченка, 1, м. Кіровоград,
Україна, 25006,
Контактний телефон: 0507298092
E-mail: isalnyk@gmail.com



Salnyk Iryna Volodymyrivna

Cand. Sc. (Ed.), Associate Professor,
Doctoral Student Of Department Of
Physics And Methods Of Teaching
Kirovograd State Pedagogical University
Named After Volodymyr Vynnychenko
Shevchenko street, 1, Kirovograd,
Ukraine, 25006
Pin telephone: 0507298092
E-mail: isalnyk@gmail.com

Стаття надійшла 29.10.2015