УДК 372.853

УДОСКОНАЛЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ПРАКТИКУМУ З ХВИЛЬОВОЇ ОПТИКИ СУЧАСНИМИ ЗАСОБАМИ ЕКСПЕРИМЕНТУВАННЯ

Теперенко О.А.

Науковий керівник: доктор пед. наук, професор С.П.Величко

Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка, м. Кропивницький, Україна

У статті на основі науково-теоретичного аналізу зроблено висновок про два напрямки вдосконалення фізичного практикуму з хвильової оптики, які реалізуються завдяки сучасним засобам експериментування: розробка і використання навчально-методичних комплексів, програмно-педагогічного забезпечення та комп'ютерно орієнтованих засобів, які дають можливість використовувати комп'ютерне моделювання хвильових проявів світла; запровадження у лабораторному практикумі штучних джерел оптичного випромінювання (лазерів), випромінювання яких має особливі властивості. Перспективною є інтеграція цих двох напрямків у фізичному практикумі з хвильової оптики, яка поєднує в освітньому процесі віртуальний і реальний навчальний експеримент.

Ключові слова: *фізичний практикум, хвильова оптика, комп'ютерне моделювання, лазери.*

Improving of the physics workshop on wave optics modern experimentation means

O.Teperenko

Scientific supervisor: Doctor of Pedagogical Sciences, Professor Velychko S.P.

Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

In the article, for based on scientific and theoretical analysis, concludes on two areas of improvement of the physical workshop on wave optics, which are implemented through modern means of experimentation: development and use of educational and methodological complexes, software and computer-based tools that allow the use of computer modeling of wave manifestations of light; introduction in the laboratory workshop of artificial sources of optical radiation (lasers), which have special properties. Promising is the integration of these two areas

in a physical workshop on wave optics, which combines a virtual and real learning experiment in the educational process.

Keywords: *physical workshop, wave optics, computer simulation, lasers.*

Постановка проблеми і актуальності теми. Серед потужних чинників розвитку освіти в Україні помітно виокремлюються сучасні інноваційно педагогічні технології, включаючи інформаційно-комунікаційні та комп'ютерні технології, які забезпечують надання освітніх послуг достатньо високої якості з урахуванням сучасного рівня і поєднують розвиток навчального процесу з планами на майбутнє, з можливостями та потребами і побажаннями школярів. Запровадження сучасних освітніх технологій (СОТ) спрямоване не просто на формування міцних знань та переконань і не просто на формування дієвих умінь і навичок у кожного учня, а, головне, спрямовується на всебічний і гармонійний розвиток особистості школяра, на формування у нього творчого мислення й ініціативності, критичного мислення та компетентності у вирішенні важливих практичних завдань, а також націлює навчальну діяльність на постійний всебічний розвиток і пошук нових ефективних пізнавальних дій. Основну роль у цьому процесі посідають дисципліни природничого циклу, серед яких шкільному курсу фізики відведено одне з провідних місць.

На початку XXI століття широкого впровадження набули інноваційні, зокрема інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ). Їх розвиток привів до започаткування, а згодом і до більш інтенсивного використання в освітньому процесі комп'ютерно орієнтованих засобів навчання (КОЗН). Практика ж роботи закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО) показала, що ще не розроблено належної бази для використання КОЗН у навчанні фізики, а відповідно й методики його ефективного впровадження в освітній процес, хоча й багато важливих напрямів уже впроваджуються у навчально-виховний процес.

Намагаючись вирішити окремі протиріччя в методиці вивчення хвильової оптики у ЗЗСО, ми обрали тему дослідження, пов'язану з

удосконаленням фізичного практикуму з хвильової оптики засобами експериментування, яка дозволяла б на основі узагальнення одержаних на сьогодні здобутків дидактики фізики розкрити сутність подальшого розвитку пізнавальної діяльності школярів в умовах широкого запровадження засобів ІКТ через спеціально створювані КОЗН та оригінальні джерела оптичного випромінювання, які в сучасному полікомпонентному навчальному середовищі сприяють інтеграції віртуального (комп'ютерного моделювання) і реального фізичного експерименту.

Мета дослідження полягає у виявленні взаємозв'язків між реальним і віртуальним експериментом у навчальному фізичному практикумі з хвильової оптики, що виконується школярами самостійно та визначення основних закономірностей їхнього розвитку на основі нових навчальних дослідів і необхідного шкільного обладнання для ефективного вивчення відповідного розділу з курсу фізики на основі комп'ютерно орієнтованих засобів навчання й посилення ролі експериментального методу дослідження природних явищ і процесів.

Означена мета нашого пошуку зумовили потребу у розв'язанні таких завдань, як: виконати аналіз сучасних ідей і поглядів на вдосконалення навчальної діяльності учнів з хвильової оптики засобами навчального експерименту; виявити особливості реалізації комп'ютерно орієнтованих засобів навчання у вивченні хвильової оптики, що розвивають пізнавальну діяльність учнів, надаючи їй ознаки дослідницької; обґрунтувати модель полікомпонентного навчального середовища на базі сучасного кабінету-лабораторії фізики та на його основі запропонувати нові засоби лабораторного експериментування і комп'ютерно орієнтовані засоби для фізичного практикуму з хвильової оптики.

Аналіз досліджень і публікацій. Аналіз першоджерел з методики вивчення оптики у ЗЗСО [1; 3; 11] та демонстраційного експерименту [2; 5; 7; 8] з хвильової оптики та аналіз знань учнів із зазначених питань засвідчив, що старшокласники недостатньо ознайомлені із сучасними науковими

досягненнями, методами дослідження та обладнанням, яке при цьому використовується для досліджень оптичних явищ. Виявлені аспекти свідчать про необхідність підвищення наукового рівня ознайомлення учнів з природою світла, з процесом його випромінювання, поширення, поглинання, а також хвильовими його властивостями.

Виклад основного матеріалу дослідження. Підвищення ефективності експериментального вивчення хвильової оптики в середній школі та спеціалізованих гімназіях і ліцеях знайшли втілення в програмно-методичному комплексі (ПМК) «Хвильова оптика» [12], до структури якого входить програмне педагогічне забезпечення (ППЗ).

ПМК моделює оптичні явища, які безпосередньо не спостерігаються, що дає змогу зробити їх наочними, а учням зрозуміти взаємозв'язок різних оптичних параметрів, що характеризують дане явище. Кожного разу інтерференційна картина, яка спостерігається, виводиться на екран монітора. В ході зміни початкових умов аналізуються умови інтерференційного максимуму і мінімуму. Розрахунок дифракційної картини базується на використанні методу зон Френеля.

Зупинимося на вивченні теми «Дифракція світлових хвиль».

Відомо, що відхилення від законів геометричної оптики, і, зокрема, від законів прямолінійного поширення світла, залежить від співвідношення трьох величин: розмірів перешкоди, довжини хвилі, відстані від перешкоди до місця спостереження дифракційної картини. Це легко проілюструвати на імітаційних комп'ютерних моделях.

Приклад «Дифракція Френеля на щілині». Розроблена підпрограма моделює дифракцію плоских хвиль на нескінченно довгій щілині. Дифракційна картина, що спостерігається, залежить від довжини падаючої хвилі, відстані до точки спостереження, розмірів щілини. Усі ці величини є вхідними параметрами і можуть змінюватися у ході спостереження. Одиниці вимірювання усіх параметрів відносні. В результаті увімкнення програми на

екрані дисплея з'являються інтерференційна картина і графік розподілу інтенсивності світла в площині спостереження.

Після натиснення клавіші "1" починає працювати програма. На щілину падає плоска хвиля з обраною довжиною L (рис. 1). У середній частині хвильової картини (за щілиною) фронт хвилі має вигляд концентричних кіл, створюючи враження кругових хвиль, що виходять від країв щілини. Це означає, що після проходження крізь щілину хвилі поширюються не лише в початковому напрямі. Це явище називається дифракцією.

За допомогою запропонованої програми можна досліджувати дифракцію хвиль різної довжини і таким чином показати перехід від хвильової оптики до геометричної.

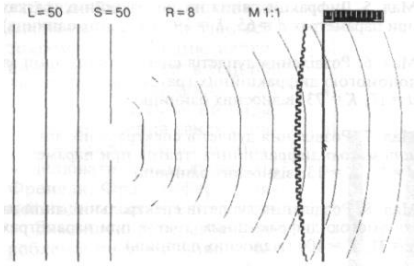

Рис. 1. Проходження плоскої хвилі через щілину

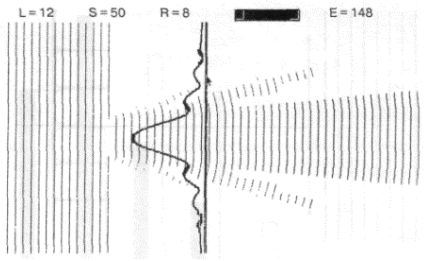

Рис. 2. Картина поширення хвиль при параметрах L=12, S=50 (відн. од.)

Вивчення характеру проходження хвиль різної довжини крізь одну й ту саму щілину дає такі результати.

Перший дослід: довжина хвилі L = 0,5S (рис. 2). У цьому випадку прямолінійні хвилі, що проходять крізь щілину, практично повністю перетворюються на кругові. Тобто щілина діє як джерело кругових хвиль, хоча на неї падає плоска хвиля.

Дослід другий — L= 0,24S (рис. 3). Фронт хвилі, яка пройшла крізь щілину, менш викривлений, ніж у першому досліді. Є прямолінійні відрізки фронту, але бокові частини все одно загинаються.

У *третьому досліді* L = 0,12S (рис. 4). Тепер відхилення від прямолінійності практично зникає. Таким чином, тут утворюються майже чіткі краї тіней.

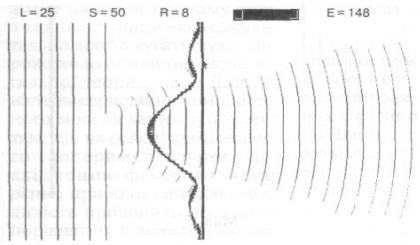

Рис. 3. Картина поширення хвиль при L=25, S=50 (відн. од.)

Рис. 4. Картина поширення хвиль при L=6, S=50 (відн. од.)

Можна зробити навпаки: змінювати ширину щілини S при сталій довжині хвилі. Тоді ступінь заломлення фронту хвиль залежить не від S або L поодинці, а від відношення L/S. Таким чином, хвилі "сильно дифрагують", проходячи крізь щілини, розміри яких сумірні з довжиною хвилі.

Якщо довжина хвилі мала порівняно з розмірами щілини, дифракція майже не проявляється (дуже слабка).

Після демонстрування учням необхідно пояснити сутність цього явища, що можна реалізувати через метод Гюйгенса — Френеля або метод Юнга на прикладі використання комп'ютерного моделювання під час вивчення дифракції паралельного пучка світла на періодичних структурах і, зокрема, на дифракційних ґратках [4].

Наочно подати розподіл інтенсивності світла на екрані після проходження ним дифракційних ґраток дає змогу написана мовою Паскаль програма лекційного демонстраційного експерименту. ППЗ демонструє фізичні закономірності явища дифракції та характеру розподілу інтенсивності світла при різних умовах експерименту.

Таким чином, за допомогою НМК і відповідного ППЗ є можливість, використовуючи комп’ютерно орієнтовані засоби навчання, наочно показати достатньо важливі закономірності під час вивчення дифракції світла на

основі віртуального (комп'ютерного) експерименту, реальне відтворення якого просто неможливе.

Інший напрямок удосконалення фізичного практикуму з хвильової оптики, який досить є ефективним як для ЗЗСО, так і для ЗВО у ході вивчення хвильових властивостей світла, є запровадження навчальної моделі лазера [2; 3; 7; 8]. У даному випадку вагомими для вивчення хвильової оптики є властивості лазерного випромінювання (монохроматичності, когерентності та поляризованості) лазерного пучка. За цих умов виконання демонстраційних дослідів [8], а, головне, самостійне виконання учнями лабораторних дослідницьких завдань з хвильової оптики враховує зазначені властивості лазерного пучка, що веде до суттєвого спрощення методики налагодження лабораторної установки й одержання достатньо чітких і переконливих результатів у дослідженні явищ інтерференції, дифракції чи поляризації світла.

Лабораторні роботи фізичного практикуму на основі навчального лазера можуть відповідати запропонованим у посібниках [3; 7]. Їхня кількість і перелік можуть бути суттєво розширеними, як це зроблено у кваліфікаційній роботі, що дає можливість учителю добирати найбільш педагогічно виважені з метою розвитку пізнавальної експериментаторської діяльності старшокласників і сприяти формуванню у кожного з них власного бачення індивідуальної траєкторії навчання у ході експериментальних досліджень та формувати світогляд і особисті риси характеру.

Таким чином, можна стверджувати, що поєднання у фізичному практикумі з хвильової оптики використання лазера як спеціального джерела світла з конкретно визначеною довжиною хвилі, яка дорівнює 632,8 нм, крім зазначених уже позитивних вирішень у фізичному практикумі, дає можливість суттєво розширювати не лише кількість робіт, а й їхній зміст і мету виконання, оскільки створює умови для формування творчих експериментальних завдань, що значною мірою удосконалюють фахову компетентність з фізики.

Висновки. Науково-теоретичний аналіз навчально-методичної літератури переконує у постійному розвитку курсу фізики та методики його навчання. Аналогічно розвивається і система навчального фізичного експерименту, яка являє собою взаємопов'язану сукупність найважливіших дослідних фактів, експериментальних методів і засобів, видів навчального експерименту, до основних з яких відноситься фізичний практикум.

Сучасний стан змісту та методики навчання фізики характерні достатньо широким запровадженням в освітній процес інформаційно-комунікаційних технологій і комп'ютерних засобів та сучасних технічних засобів і джерел оптичного випромінювання, які здатні розв'язувати проблеми вдосконалення методики навчання хвильових властивостей світла у ЗЗСО та ЗВО не лише у вигляді окремого їх запровадження, а й інтегруючи їх.

Інтегрована реалізація навчальної моделі лазера та навчально-методичних комплексів здатні розв'язувати достатньо великий об'єм проблемних питань, як теоретичного, так і практичного спрямування на основі поєднання реального і віртуального навчального експерименту.

Список літератури

1. Величко С. П. Підвищення ефективності питань з оптики і будови атома в середній школі // Методика викладання математики і фізики. -К.: Освіта, 1991.-Вип. 7.-С. 110-115.

2. Величко С. П., Забара О. А., Сірик П. В. Лабораторний практикум зі спецкурсу «Лазер у викладанні шкільного курсу фізики». Посібник для студентів 5 курсу фізики-математичного факультету / За ред. С. П. Величка. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2014. – 148 с.

3. Величко С. П., Ковальов І. З. Лазер у шкільному курсі фізики : посібник для вчителів. – К. : Рад. школа, 1989. – 143 с.

4. Величко С. П., Цец И. М. Изготовление учебных дифракционных решеток // Физика в школе. – 1982. - № 1.

5. Вовкотруб В. П. Ергономіка навчального експерименту : навч. посібник. – Кіровоград : РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2005. – 310 с.

6. Воронов В. К. Обучающая программа по волновой оптике / Тезисы докладов II

Международной конференции " Компьютерные программы учебного назначения".- Донецк: ДОНГУ, 1994. - С. 62.

7. Гайдук С. М. Оптика. Лабораторні роботи з використанням лазера і комп'ютерних програм[Посібник для вчителів] / Наук. ред. : проф. С. П. Величко. – 2-е вид., перероб. – Кіровоград : ТОВ «Імекс ЛТД», 2002. – 112 с.

8. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе : Пособие для учителей / В. А. Буров, Б. С. Зворыкин, А. П. Кузьмин и др.; Под ред. А. А. Покровского. – 3-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1979. –(Б-ка учителя физики). – Ч. 2. Колебания и волны. Оптика. Физика атома. – 287 с.

9. Жук Ю. О. Використання засобів нових інформаційних технологій у навчальній дослідницькій діяльності // Фізика та астрономія в школі. - 1997. NN 1, 3. - С. 4-7.

10. Лемешевский Е. Т. Моделирование дифракции Фраунгофера (лекционная демонстрация) / Тезисы докладов I Международной коференции "Компьютерные программы учебного назначения". - Донецк: ДОНГУ, 1993. С. 244.

11. Методика преподавания физики в 8-10 классах средней школы. Ч. 2 / В. П. Орехов, А. В. Усова, С. Е. Каменецкий и др.; Под ред. В. П. Орехова, А. В. Усовой. М. : Просвещение, 1980. – 351 с.

12. Сосницька Н. Л. Дидактичні вимоги до створення програмнометодичного забезпечення з фізики / Н.Л. Сосницька // Наукові записки; серія: педагогічні науки. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2005. – Вип. № 60. – Ч. 2. – С. 217–222.