

тив і лабораторій, змісту, обсягу і методів представлення навчальної інформації, можливості і зручності використання сучасних технологій навчання.

Комп'ютеризація навчально-виховного процесу вносить свої корективи до питань ролі і змісту системи навчального фізичного експерименту. Полеміка щодо необхідності повної заміни навчального експерименту комп'ютерним моделюванням загострює проблему зваженості і об'єктивності впровадження відповідних заходів. Переважна безпідставність такого підходу визначається ергономічною оцінкою як процесів так і результатів навчання фізики відповідно до визначених технологій. Зокрема за умов відходу від експерименту практично виключаються задачі формування практичних вмінь і навичок, реалізація практично всіх дидактичних принципів, за якими слідує ряд негативних наслідків.

Разом з тим впровадження комп'ютерної техніки до навчального процесу і, зокрема, до навчального експерименту — нагальна і необхідна потреба сьогодення. Основними аспектами останнього є: моделювання фізичних процесів і явищ, які не можна виконати у формі експерименту в умовах школи; комплексне поєднання комп'ютера з експериментальною установкою з метою розширення меж моделювання процесів за значень параметрів, обмежених можливостями живого експериментування; зручність виконання математичних і графічних операцій, обробки результатів тощо. Зміст процесу комп'ютеризації навчального фізичного експерименту, його дієвість і ефективність визначається відповідністю до норм ергономічних групових показників, зокрема, досягненням основної ергономічної мети — належного рівня ефективності, безпеки і комфорту в цілому. Відповідно зусилля фахівців мають значною мірою бути спрямованими на розробку ефективних програмно-педагогічних засобів, а керівних органів — на належне забезпечення такими засобами і комп'ютерною технікою навчальних закладів.

Читабельність експериментальної установки — це швидке, чітке і достатнє розпізнавання спостерігачем (кожним учнем в класі) елементів установки, процесу чи явища, які відтворюються. Зміст поняття значно ширший змісту видимості, наочності. До навчальних експериментальних установок проблеми реалізації належної читабельності специфічні і значно ширші в порівнянні з аналогічними задачами виробничої ергономіки, де для оператора задача складається з вивчення ВНЗ об'єкта (частіше одного), модуля тощо, з яким він спілкується постійно, щоденно. Навчальні ж екс-

периментальні установки, хоч частіше і простіші в порівнянні з виробничими, проте вони постійно міняються, а тому пов'язані з розв'язанням практично нових задач читабельності до кожного наступного експерименту. Проблема стосується практично всіх аспектів методичного і матеріального забезпечення системи навчального фізичного експерименту.

Основний склад і взаємозв'язок між структурними елементами ергономічної структури системи навчального фізичного експерименту, за яким визначається відповідність параметрів навчального експерименту до норм і вимог ергономічних групових показників і рівень ергономічної оцінки в цілому, наведено на *рис. 1*.



Рис. 1. Ергономічна структура системи шкільного фізичного експерименту

Список використаних джерел

1. *Вовкотруб В.П.* Ергономічний підхід до розвитку шкільного фізичного експерименту [Монографія]. — К., 2002. — 280 с.
2. *Основи методики преподавания физики в средней школе / В.Г.Разумовский, А.И.Бугаев, Ю.И.Дик и др.; Под ред. А.В.Перышкина и др.* — М.: Просвещение, 1984 — 398 с.
3. *Эргономика: Учебник / Под ред. А.А.Крылова, Г.В.Суходольского.* — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1988. — 184 с.

Губанова А.О., Лисий І.В., Полянчук Н.Л., Понеділок А.В.

Кам'янець-Подільський державний університет

РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ “ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРІВ ПОГЛИНАННЯ ПЛІВОК ТА ПЛАСТИН”

Розроблена лабораторна робота з курсу “Загальна фізика” (розділ “Оптика”). В роботі пропонується проводити дослідження поглинання світла у плівках, а також визначити коефіцієнт поглинання у речовинах методом використання пари пластинок однакового хімічного складу різної товщини. Робота спрямована на вироблення навичок експериментального визначення оптичних характеристик напівпровідникових матеріалів у видимій частині спектру.

Laboratories work a rate of “the General physics” (section “optics”) is developed. It is offered to learn to carry out researches of absorption of light in work thin films, and also to define index of absorption in materials, a method of use of pairs plates of an identical chemical compound of different thickness. Work is directed on development of skills of experimental definition of optical characteristics of semiconductor materials of a seen part of a spectrum.

З розвитком техніки і фізики взагалі, на нашу думку, необхідно ввести таку роботу в курс навчального процесу, щоб вивчити і достатньо опрацювати методи дослідження оптичних властивостей матеріалів.

Дослідження поглинання світла та визначення коефіцієнта поглинання

Мета роботи: поглибити знання з теорії поглинання світла речовиною; вивчити принцип дії дифракційного спектрометра; виробити навички експериментального вимірювання коефіцієнта поглинання речо-

вини з спектрів пропускання пар пластин однакового хімічного складу з різними товщинами.

Прилади і матеріали: спектрометр дифракційний (ЕК-1), вольтметр універсальний (В7-16А), блок живлення ВС-24м, набір скляних або кварцових пластинок з напиленими плівками, люксметр, набір пластинок оптичної якості (по дві пластинки одного хімічного складу різної товщини), джерело світла, світлофільтр, лінзи, діафрагма.

Теоретична частина

Якщо на поверхню речовини падає паралельний пучок (плоска хвиля) з інтенсивністю I , то в міру проникнення хвилі в речовину інтенсивність I буде зменшуватися за законом Бугера:

$$I = I_0 e^{-\alpha d}, \tag{1}$$

де I_0 – інтенсивність хвилі, що падає на речовину, d – товщина пластинки і α – коефіцієнт поглинання, який залежить від довжини хвилі.

Загальною закономірністю $I = I_0 \exp(-\alpha d)$, яка вводить поняття коефіцієнта поглинання α і показує, що інтенсивність світла зменшується за законом геометричної прогресії, при зростанні товщини шару за арифметичною прогресією, була встановлена експериментально і доведена теоретично Бугером у 1729 р. Фізичний зміст цього закону полягає в тому, що коефіцієнт поглинання не залежить від інтенсивності світла, а також від товщини шару поглинання.

Вимірюючи інтенсивності світла I_1 та I_2 , що проходить крізь пластинки з товщиною d_1 та d_2 , можна визначити коефіцієнт поглинання α .

Оскільки:

$$I_1 = I_0 e^{-\alpha d_1}, \quad I_2 = I_0 e^{-\alpha d_2}, \tag{2}$$

то поділивши ці вирази, маємо:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{I_0 e^{-\alpha d_1}}{I_0 e^{-\alpha d_2}} = \frac{e^{-\alpha d_1}}{e^{-\alpha d_2}}. \tag{3}$$

Логарифм останнього виразу рівний:

$$\ln \frac{I_1}{I_2} = \ln \frac{e^{-\alpha d_1}}{e^{-\alpha d_2}}; \quad \ln \frac{I_1}{I_2} = \alpha(d_2 - d_1). \tag{4}$$

Після відповідних перетворень одержимо формулу для обчислення коефіцієнта поглинання:

$$\alpha = \frac{\ln \frac{I_1}{I_2}}{d_2 - d_1}. \tag{5}$$

Для дослідження поглинання світла зразки (набір тонких плівок) були підготовлені таким чином: тонкі плівки осаджували на підкладки кварцу та скла оптичної якості площею 13 мм×13 мм методом термічного випаровування за допомогою вакуумного поста (ВУП-5М) при залишковому тиску 10^{-4} - 10^{-5} Па. Для досліджень пластинки готувались з того ж матеріалу, що і плівки. Із синтезованого матеріалу вирізали пластинки, потім за допомогою спеціального пристрою і полірувальної пасти у пластинах виводили паралельні протилежні площини оптичної якості.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Дослід 1. Визначення коефіцієнта поглинання за спектрами пропускання

1. Поглинання світла спостерігаємо за допомогою дифракційного спектрометра ЕК-1 (Carl Zeiss Jena), що є джерелом світла, спектр якого відповідає довжинам хвиль (310–850) нм. Досліджуваний зразок закріплюємо у тримач, а до фотоприймача дифракційного спектрометра підключаємо вольтметр (В7-16А).

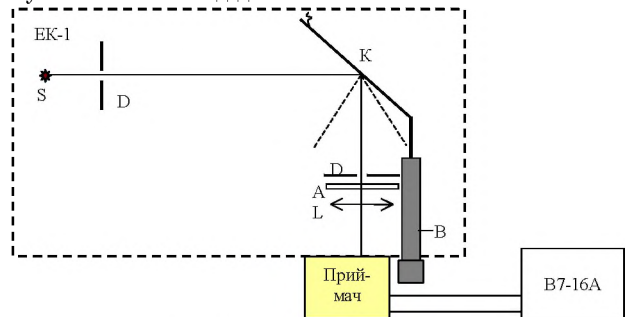
Схема досліду зображена на мал. 1, де S – джерело світла (кварцова лампа), D – щілини, К – дифракційна ґратка, А – зразок, L – лінза, В – ручка регулювання кута падіння променя на ґратку.

2. Знімаємо покази пропускання світла (чистої підкладки зі скла або кварцу) в діапазоні хвиль від

310 до 850 нм з кроком 10 нм. Вимірювання проводимо тричі. Отримані результати записуємо в таблицю 1 та проводимо обчислення середніх значень.

3. Повторюємо вимірювання пункту 2 для скляної або кварцової підкладки з напиленою плівкою.

4. Будемо графік залежності інтенсивності пропускання світла від довжини хвилі.

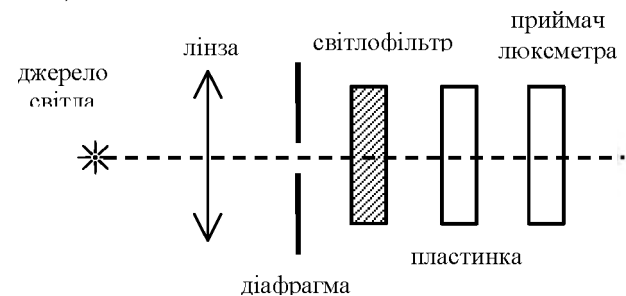


Мал. 1. Схема досліду

Таблиця 1.

Довжина хвилі, нм	Чиста пластинка				Досліджувана пластинка				Коефіцієнт поглинання, % $K(\%) = \frac{I_2 - I_1}{I_1} \times 100\%$
	1	2	3	Середнє значення (I_f , мВ)	1	2	3	Середнє значення (I_2 , мВ)	
310									
...									
850									

Дослід 2. Визначення коефіцієнту поглинання методом двох пластин однакового хімічного складу різної товщини



Мал. 2. Схема установки

- Збираємо установку, яка зображена на мал. 2.
- Вимірюємо інтенсивність світла I_0 без пластинки.
- Закріплюємо світлофільтр і вимірюємо інтенсивність світла I_1 , яке падає на пластинку товщиною d_1 .
- Товщину пластинки d_1 вимірюємо мікрометром з точністю до 0,01 мм.
- Аналогічно проводимо вимірювання для пластинки d_2 .
- Вимірювання проводимо три рази. За формулою (5) обчислюємо коефіцієнт поглинання α і визначаємо його середнє значення.
- Аналогічні досліди проводимо для всіх комплектів пластинок.
- Результати вимірювань та обчислень записуємо в таблицю 2.
- Обчислюємо абсолютну та відносну похибки вимірювань. Робимо висновок за результатами проведених досліджень.

Таблиця 2.

№ п/п	λ , м	I_0 , лк	I_1 , лк	I_2 , лк	d_1 , м	d_2 , м	$\alpha_{\text{сєр.}}$, м ⁻¹	α , м ⁻¹

Контрольні запитання

1. За яким законом зменшується інтенсивність світла у прозорих речовинах?
2. Сформулюйте закон Бугера.
3. Який фізичний зміст закону Бугера?
4. Що таке коефіцієнт поглинання?

Список використаних джерел

1. *Годжаев Н.М.* Оптика. — М.: Высшая школа, 1997. — 423 с.
2. *Епифанов Г.И.* Физика твердого тела. Учебное пособие для вузов. — М.: Высшая школа. — 1977. — 288 с.
3. *Ландсберг Г.С.* Оптика. — М.: Наука, 1976. — 926 с.

Дмитриева В.Ф., Икреникова Ю.Б.

Московская государственная технологическая академия

ОБ ОПЫТЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ФИЗИКЕ

В Московской государственной технологической академии на кафедре физики и высшей математики создан и внедрен в учебный процесс компьютерный лабораторный практикум по физике. Работы лабораторного практикума охватывают все разделы курса физики, читаемого в вузе. Каждая лабораторная работа включает в себя краткую теорию, методические указания по выполнению работы и протокол для ее оформления.

Today, the new information-processing instruction technologies are needed for the organization of a modern type of teaching process, based both on its intensification and on the individualisation of instruction, independent work and research.

The most interesting component of the teaching system is the screen-based "laboratory". The Chair of Physics and Highest Mathematics of the Moscow State Technological Academy created the computer's laboratory practice on physics and included it into the educational process. Each laboratory work includes a short theory and methodical directions on the fulfilment of the work.

Проведение экспериментов и лабораторных работ является неотъемлемой частью курса физики, помогающей студенту глубже разобраться в сущности изучаемого явления. Ограниченные возможности традиционного лабораторного практикума — сложность постановки эксперимента, отсутствие сложного и дорогостоящего оборудования, а также доступа к реальным объектам исследования и т.п. делает необходимым использование при изучении курса физики компьютерных технологий. Кардинально решить эти проблемы можно посредством применения компьютерного лабораторного практикума. С его помощью могут быть смоделированы и достаточно подробно изучены, в принципе, любые физические явления и работа любых физических устройств, при этом зачастую наглядность физических процессов повышается.

На кафедре физики и высшей математики Московской Государственной Технологической Академии был создан и внедрен в учебный процесс компьютерный лабораторный практикум по физике. Данный практикум включает в себя работы по всем разделам физики, читаемого в вузе:

1. Определение ускорения свободного падения.
2. Исследование законов вращательного движения. Маятник Обербека.
3. Определение момента инерции тела методом колебаний.
4. Определение коэффициента вязкости жидкости методом Стокса.
5. Определение отношения C_p/C_v методом Клемана-Дезорма. Уравнение Пуассона.
6. Исследование электростатического поля.
7. Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли.
8. Интерференция света. Определение длины световой волны при помощи колец Ньютона.
9. Дифракция света. Определение длины световой волны при помощи дифракционной решетки.
10. Определение постоянной вращения оптически активного вещества.
11. Поляризация света, проверка закона Малюса.
12. Исследование внешнего фотоэффекта. Опыт Столетова.
13. Внутренний фотоэлектрический эффект. Определение интегральной чувствительности фотоэлемента.

14. Определение постоянной Планка.
15. Опыт Франка-Герца. Определение потенциалов возбуждения атомов ртути.

Каждая работа содержит:

- необходимый теоретический материал, объясняющий суть рассматриваемого явления;
- подробную инструкцию для ее выполнения;
- контроль для допуска к работе (тесты);
- протокол для фиксирования начальных и полученных данных.

Программа работает в среде ОС MSDOS, и не требует для себя больших компьютерных ресурсов, что означает возможность ее эксплуатации на ПК, начиная с 386 процессора. Это существенно расширяет круг учебных заведений, имеющих возможность ее применения. Пользоваться программой может любой, имеющий минимум знаний по ПК, т.к. она снабжена подробными описаниями и подсказками.

Основная цель, которую преследовали авторы — приблизить условия опытов к обстановке современной физической лаборатории. Лабораторные работы позволяют исследовать изучаемые процессы в динамике в цветном трехмерном изображении. В лабораторных работах предусмотрена возможность вариации, как параметров установок, так и числовых значений физических величин.

Компьютерный лабораторный практикум является виртуальным отображением реально существующего практикума кафедры физики МГТА. Руководство пользователя дает возможность студенту ознакомиться со структурой программы "Компьютерный практикум по физике", научиться настраивать параметры лабораторных установок, управлять режимами их работы. Руководство состоит из двух частей. Первая часть включает работы, выполняемые студентами на первом курсе по разделам: механика, молекулярная физика и термодинамика. Вторая часть включает работы, выполняемые студентами второго курса по разделам: волновая оптика, квантово-оптические явления, элементы квантовой физики, элементы физики атомного ядра.

При создании программы "Компьютерный практикум по физике" выполнялись основные дидактические требования, предъявляемые к педагогическим программным средствам:

- 1) научность содержания;
- 2) доступность;