



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Физика»

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

*Методические указания
к лабораторным работам 4 ФМ*

«ФОТОМЕТРИЯ»

Авторы
Егорова С.И.,
Ершов И.В.
Жданова Т.П.,
Кудря А.П.,
Лемешко Г.Ф.

Ростов-на-Дону, 2022

Аннотация

Указания содержат краткое описание спектрофотометра СФ-56 и методики определения длины волны, соответствующей максимальному пропусканию стекла и коэффициента поглощения.

Методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов специальности «Светотехника и источники света» при подготовке и проведении учебного лабораторного эксперимента.

Авторы

Егорова С.И. - д.т.н., профессор
кафедры «Физика»

Ершов И.В. - к.ф.-м.н., доцент
кафедры «Физика»

Жданова Т.П. - к.ф.-м.н., доцент
кафедры «Физика»

Кудря А.П. - старший преподаватель
кафедры «Физика»

Лемешко Г.Ф. - к.ф.-м.н., доцент
кафедры «Физика»



Оглавление

Лабораторная работа № 4 ФМ Исследование светопропускания и светопоглощения различных стекол.....	4
Теория метода.....	4
Выполнение работы.....	6
Контрольные вопросы.....	14
Литература.....	15

Лабораторная работа № 4 ФМ

ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕТОПРОПУСКАНИЯ И СВЕТОПОГЛОЩЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СТЕКОЛ

Цель работы:

1. Изучение блок-схемы спектрофотометра, метода спектрофотометрии и освоение методики измерения пропускательной способности стекла на спектрофотометре СФ-56.

2. Исследование светопропускания стекол в видимой области спектра.

3. Определение коэффициента поглощения стекол.

Оборудование:

Спектрофотометр СФ-56; персональный компьютер, подключенный к спектрофотометру.

Теория метода

Спектрофотометрия – метод исследования и анализа веществ, основанный на измерении спектров поглощения в оптической области электромагнитного излучения. Однолучевой автоматизированный спектрофотометр СФ-56, блок-схема которого представлена на рис. 1, предназначен для измерения коэффициентов пропускания жидких и твердых прозрачных веществ. Управление спектрофотометром и обработка результатов измерения осуществляется при помощи персонального компьютера.

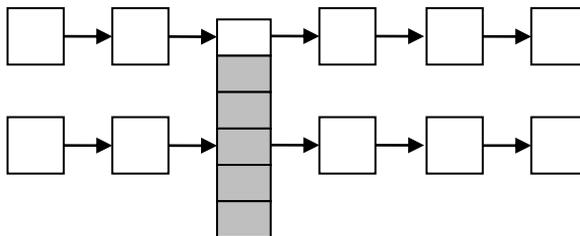


Рис. 1. Блок-схема однолучевого спектрофотометра СФ-56: 1 – источник излучения; 2 – монохроматор; 3 – кюветное отделение; 4 – приемник излучения (фотоэлемент); 5 – усилитель электрического сигнала; 6 – регистрирующее устройство.

Интенсивность света, прошедшего через кюветное отделение: а) без образца I_0 , б) с исследуемым образцом I .

Световой пучок от источника света (1) попадает в монохроматор (2) через входную щель, затем в кюветное отделение

(3). В кюветном отделении поочередно в поток излучения вводятся контрольный и исследуемый образцы. Излучение, прошедшее через кювету, попадает на фотоэлемент (4), который преобразует световую энергию в электрическую. Электрический сигнал затем усиливается в усилителе (5) и регистрируется в устройстве (6).

При прохождении электромагнитной волны через вещество часть энергии волны затрачивается на возбуждение колебаний электронов, частично переходит во внутреннюю энергию вещества. Частично энергия вновь возвращается излучению в виде вторичных волн, возбуждаемых электронами. Интенсивность света при прохождении через вещество уменьшается – свет поглощается в веществе.

При прохождении через слой вещества (раствора) светового потока с интенсивностью I_0 его интенсивность в результате поглощения в слое толщиной l уменьшается до значения I . Интенсивность светового потока прошедшего через вещество определяется по закону Бугера-Ламберта:

$$I = I_0 e^{-\gamma l} \quad (1)$$

где, e – основание натуральных логарифмов, γ – коэффициент поглощения.

Разделив левую и правую части закона Бугера-Ламберта (1) на I_0 и прологарифмировав, получим:

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\gamma l} \rightarrow \ln \frac{I_0}{I} = \gamma \cdot l. \quad (2)$$

Из уравнения (2) коэффициент поглощения вещества равен:

$$\gamma = \frac{1}{l} \ln \frac{I_0}{I} \rightarrow \gamma = \frac{1}{l} \ln \frac{1}{T}, \quad (3)$$

где $I/I_0 = T$ называют коэффициентом пропускания.

Его значения могут изменяться от 0 до 1 или эту величину измеряют в процентах.

Коэффициент поглощения вещества характеризует такую толщину слоя любого вещества, которая ослабляет интенсивность проходящего через нее монохроматического излучения в e раз.

Выполнение работы

Задание 1. Исследование светопропускания стекол в видимой области спектра

1. Включить спектрофотометр СФ-56 и компьютер в сеть.
2. Открыть крышку спектрофотометра, установить заданный светофильтр в измерительную ячейку 1, ячейка 0 должна оставаться пустой, закрыть крышку спектрофотометра.
3. На компьютере открыть ярлык «СФ-56» на рабочем столе.
4. В открывшемся окне переключить прибор в режим сканирования кнопкой меню «Сканирование» (рис. 2).

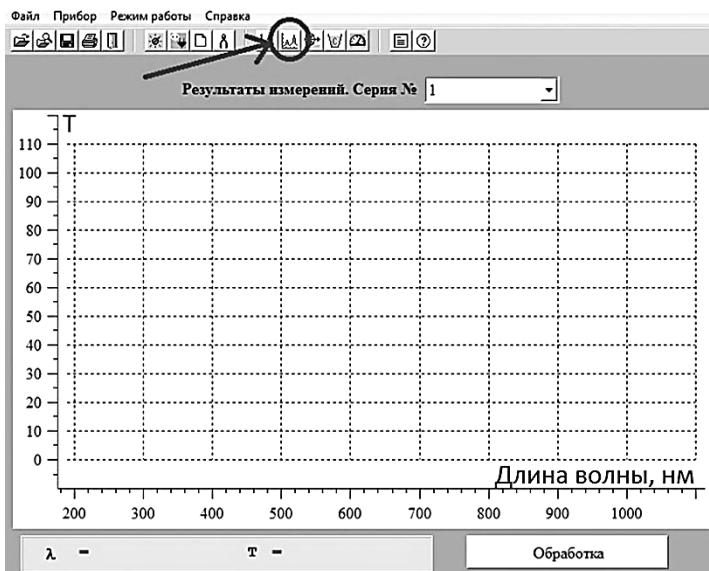


Рис. 2.

5. В правой части окна «Параметры измерений» (рис.3) выставить в строке «Диапазон» длины волн, соответствующие видимому спектру 400 – 700 нм. «Шаг дискретизации» – 10 нм.

6. «Режим измерения» – обзорный, «Ширина щели» – 6.0 нм, «Измеряемая величина» – процент пропускания, «Включены лампы» – обе постоянно; «Установка образцов» –1; «Число повторов» – 1.

Физика

Параметры измерений	
Диапазон:	400 ... 700 нм
Шаг дискретизации:	10 нм
Режим измерения:	обзорный
Ширина щели:	6.0 нм
Измеряемая величина:	% пропускания
Включены лампы:	обе постоянно
Установка образцов:	1
Число повторов:	1

Измерения	Графическое окно
Сканирование: T	Границы по ординате:
Текущая серия: № 1	
Текущий цикл: №	
Полное число циклов: 1	
Текущий образец:	
Старт	Стоп
	Очистить окно

Рис. 3.

7. После выставления параметров – нажать кнопку «Старт» в части окна «Измерения». Спектрофотометр проведет сканирование в заданном диапазоне длин волн и построит график. По оси абсцисс графика отсчитывается длина волны, по оси ординат – процент пропускания света данной длины волны через светофильтр. По графику определяют величину максимальной пропускной способности $T(\lambda)_{\max}$ и длину волны, на которой этот максимум наблюдается.

8. Результаты измерений занести в табл. 1.

Таблица 1

Цвет стекла	Длина волны λ , нм	Коэффициент пропускания T , %

Задание 2. Определение коэффициента поглощения

1. Открыть крышку спектрофотометра, установить стекло заданной толщины в измерительную ячейку 1, ячейка 0 должна оставаться пустой, закрыть крышку спектрофотометра.

2. В открывшемся окне переключить прибор в «Поточечный режим» (рис. 4).

Физика

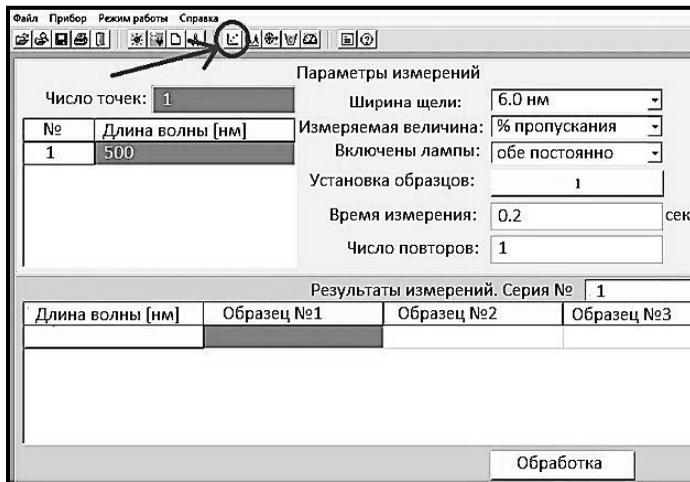


Рис. 4.

3. В части «Параметры измерений» задать длину волны света, пропускаемого через стекло, например, 500 нм. Значения «Ширина щели» – 6,0 нм, «Измеряемая величина» – процент пропускания; «Включены лампы» – обе постоянно; «Установка образцов» – 1; «Время измерения» – 0,2 сек; «Число повторов» – 1.

4. В части «Измерения» (рис. 5) нажать кнопку «Старт». В таблице «Результаты измерений» (рис. 4) в столбце «Образец №1» будет отображаться процент пропускания света через данный образец.

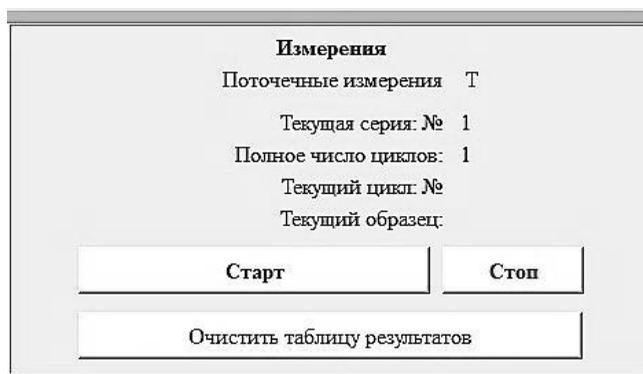


Рис. 5.

5. По формуле (3) вычислить коэффициент поглощения.

6. Результаты измерений занести в табл. 2

Таблица 2

Номер п/п	Длина волны λ , нм	Толщина стекла l , м	Коэффициент пропускания T , %	Коэффициент поглощения γ , м^{-1}
1				
2				
3				

Содержание отчета

1. Краткая теоретическая часть и формулы для расчета коэффициентов пропускания и поглощения.
2. Блок-схема спектрофотометра.
3. Таблицы экспериментальных и расчетных данных.
4. Выводы по экспериментальным и расчетным данным.

Контрольные вопросы

1. Объяснить принцип работы спектрофотометра.
2. Назначение элементов блок-схемы прибора.
3. Объяснить физический смысл закона Бугера-Ламберта.
4. Объяснить причины уменьшения интенсивности света при прохождении через вещество.
5. Что такое коэффициент пропускания и коэффициент поглощения?

Литература

1. Справочная книга по светотехнике /Под ред. Ю.Б. Айзенберга, – М.: Знак. 2006.
2. Савельев И.В. Курс физики т.2 / И.В.Савельев – М.: Наука, 1989.
3. Гуревич М.М. Фотометрия / М.М. Гуревич. – Л: Энергоатомиздат, 1983. С.191-192.