Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емец Валерий Сергеевич
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 23.06.2026 16:48:39
Уникальный программный ключ:
f2b8a1573c931f1098cfe699d1debd94fcff35d7

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Рязанский институт (филиал)
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Московский политехнический университет»

Кафедра «Информатика и информационные технологии»

Е.В. Тинина

ИЗУЧЕНИЕ АБСОРБЦИОННЫХ МОНОХРОМАТИЧЕСКИХ СВЕТОФИЛЬТРОВ

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Рязань
2023

УДК 530
ББК 22.3
Т 42

Тинина, Е.В.
Т 42 Изучение абсорбционных монохроматических светофильтров: методические указания по выполнению лабораторной работы / Е.В. Тинина. – Рязань: Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, 2023. – 24 с.

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения, направлений и специальностей, изучающих дисциплину «Физика».

В методических указаниях приведены основные теоретические сведения о принципе действия светофильтров, методика выполнения лабораторной работы, контрольные вопросы и библиографический список.

Печатается по решению методического совета Рязанского института (филиала) Московского политехнического университета.

УДК 530
ББК 22.3

© Тинина Е.В., 2023
© Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, 2023

Содержание

Введение……..4
1 Цель работы…….....5
2 Техническое оснащение работы……...5
3 Основные теоретические сведения…….....5
3.1 Монохроматические светофильтры……..…..5
3.2 Явление поглощения света веществом……..11
4 Описание экспериментальной установки и методики проведения эксперимента……..15
5 Порядок выполнения работы и обработки результатов эксперимента……. ..17
6 Контрольные вопросы…….…….19
Библиографический список…….…….....19
Приложение А – Спектры различных источников света…….20
Приложение Б – Полосы пропускания различных светофильтров..……. .21
Приложение В – Спектры пропускания различных марок стекол……..22
Приложение Г – Диаграмма зависимости пропускания светофильтра от его цвета……. .23

Введение

Важным элементом учебного процесса является выполнение лабораторных работ, которые позволяют студентам не только закрепить теоретические знания, но и научиться самостоятельно их применять в рамках решения учебных практико-ориентированных задач.

Данное пособие является руководством для подготовки и выполнения лабораторной работы, цель которой – изучение теории и приобретение практических навыков ее применения в рамках дисциплины «Физика» по разделу «Оптика. Светофильтры».

В руководстве изложены: цель и техническое оснащение лабораторной работы, основные теоретические сведения, описание экспериментальной установки, теория и методика проведения эксперимента, порядок выполнения работы и обработки результатов, приведены контрольные вопросы и библиографический список.

В процессе выполнения лабораторной работы студенты изучают физические основы действия монохроматических светофильтров, приобретают практические навыки исследования абсорбционных светофильтров из прозрачных материалов.

Планируемая трудоемкость лабораторной работы составляет четыре академических часа.

1 Цель работы

Ознакомление с принципами действия монохроматических светофильтров. Экспериментальное и теоретическое определение основных характеристик абсорбционных монохроматических светофильтров из прозрачных материалов.

2 Техническое оснащение работы

В ходе выполнения экспериментальной части работы используются следующие приборы и принадлежности:

- фотоэлемент;
- набор светофильтров;
- микроамперметр;
- оправа для фотоэлемента.

3 Основные теоретические сведения

3.1 Монохроматические светофильтры

Большое значение в оптике имеет проблема монохроматизации света, то есть выделение определенного интервала длин волн. Сравнительно узкие спектральные области излучения можно выделить с помощью монохроматических светофильтров.

Монохроматический светофильтр представляет собой оптически однородную тонкую прозрачную среду, окрашенную в какой-либо цвет. Действие светофильтра заключается в поглощении и пропускании цветных лучей из падающего светового потока в зависимости от своего строения, то есть в изменении спектрального состава светового потока и ослаблении его интенсивности без изменения формы его фронта. Так, например, желтый фильтр пропускает желтые лучи света, задерживая другие длины волн.

Дневной или солнечный свет представляет собой набор длин λ волн в диапазоне от 380 до 760 нм. Это видимый спектр электромагнитного излучения, включающий в себя семь цветов «радуги» (таблица 1). Он является сплошным, то есть все длины волн переходят друг в друга без пробелов, а границы между цветами не определены. Дневной свет не искажает цвет предметов.

Таблица 1 – Границы участков характерных цветов сплошного видимого спектра

Цвет	Начало участка – длина волны, нм	Конец участка – длина волны, нм
Красный	760	620
Оранжевый	620	590
Желтый	590	560
Зеленый	560	500
Голубой	500	480
Синий	480	450
Фиолетовый	450	380

Искусственные источники света излучают определенный набор длин волн в зависимости от своего строения или принципа получения света. Например, лампы накаливания излучают в большей степени длинные волны. Облучение поверхности только определенным набором длин волн влияет на восприятие человеком цвета этой поверхности, хотя величины длин излучаемых волн не изменяются. В таблице 2 приведены примеры влияния источника искусственного света на цвета: какие-то цвета подчеркиваются, какие-то изменяются.

Любой цветовой тон представляет собой набор длин волн с преобладаем одного или нескольких значений, что в итоге и дает этот оттенок. Например, темно-красный и светло-красный это цвета, в которых есть все цвета радуги, но с преобладанием длинноволновой части спектра, только эти красные цвета отличаются интенсивностью всех волн: темный окрас – меньшая

интенсивность, светлый – большая. А в ярко-красном интенсивность всех других цветов во много раз меньше красного.

Таблица 2 – Примеры изменения восприятия человеком цвета в зависимости от источника искусственного освещения

Тип лампы	Подчеркивание цвета	Изменение цвета лица человека
Лампа накаливания	Красный, оранжевый, желтый	Румяный, желтоватый
Люминесцентные лампы дневного света	Сине-фиолетовый	Синюшный
Натриевая лампа	Красный, желтый, оранжевый	Желтовато-оранжевый
Металлогалогенные лампы	Все в равной степени	Естественный

Когда свет имеет явно выраженный цветной оттенок, то в его излучении преобладают лучи определенной длины волны. Цветные лучи, на которые разлагается белый свет, можно вновь собрать, смешать с помощью трехгранной призмы и получить белый свет. Но для этого нет необходимости в оптическом смешении всех спектральных лучей, достаточно смешать в равных количествах красный, зеленый и синий. Эти цвета называются основными.

Точно так же белый свет возникает, если зеленый дополнить пурпурным, а красный – голубым. Поэтому голубой, пурпурный и еще желтый называют дополнительными цветами, а пары цветов, при смешении которых возникает белый свет, – взаимно дополняющими: они дополняют один другого до белого. Взаимно дополняющими являются, например, красный (670 нм) и голубой (495 нм), желтый (370 нм) и синий (450 нм), то есть максимально чистый тон. Существуют и другие многочисленные пары, которые при определенном соотношении яркостей образуют белый свет.

Практика применения светофильтров и базируется как раз на существовании дополнительных цветов. Цветные светофильтры используются в процессе обработки фотоматериалов, когда для получения, например, красного, зеленого или оранжевого свет от лампы накаливания пропускается через соответствующие по цвету светофильтры. В театре для получения различных цветовых эффектов на сценической площадке свет прожекторов также пропускается через цветные светофильтры.

Способность светофильтра в разной степени поглощать или пропускать различные цветовые лучи называется избирательной способностью, или избирательным действием. Оно может простираться как на широкую область спектра, так и на достаточно узкую.

Характеристику избирательного действия светофильтров можно свести к трем правилам:

1) все светофильтры почти беспрепятственно пропускают лучи, полностью или частично соответствующие их окраске или составляющие ее (на отпечатке эти цвета всегда наиболее светлые);

2) каждый светофильтр частично или полностью поглощает дополнительные к его окраске цвета (на отпечатке они передаются темными тонами);

3) поток белого света, пройдя через светофильтр, изменяет свой спектр и принимает цвет светофильтра.

Однако эти оценки приблизительны и не позволяют получить точного представления о спектральной характеристике светофильтра, его избирательном действии. Например, синий светофильтр, казалось бы, должен пропускать только синие лучи, но в действительности пропускает и большую часть красных. Поэтому для каждого материала светофильтра строятся графические зависимости его поглощения (рисунок 1) или пропускания (рисунок 2) от длины волны или частоты ν света, которые наглядно дают представление о возможных цветах, которые будут получаться после фильтра.

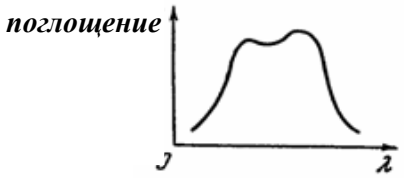


Рисунок 1 – Пример зависимости поглощения светофильтра от длины волны

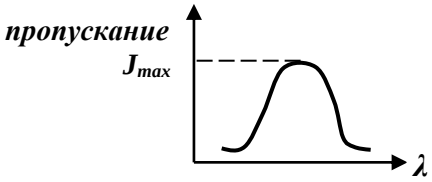


Рисунок 2 – Пример полосы пропускания светофильтра

Зависимости поглощения и пропускания имеют практически одинаковый вид, но отличаются по принципу получения.

К основным характеристикам светофильтров относятся следующие величины.

1. Спектральная ширина полосы пропускания, равная ширине спектрального интервала, на границах которого интенсивность прошедшего света равна половине интенсивности в максимуме полосы пропускания $J_{\max}$.

2. Пропускание (прозрачность) в максимуме полосы пропускания.

3. Длина волны, соответствующая максимуму полосы пропускания.

4. Остаточная пропускаемость в области спектра, отстоящего от $J_{\max}$ на расстояние, много большее, чем это значение.

В монохроматических светофильтрах пропускание зависит от длины волны. В большинстве случаев ширина полосы пропускания составляет десятки и сотни ангстрем. Лучшие узкополосные светофильтры имеют ширину полосы пропускания меньше одного ангстрема, однако интенсивность пропускаемого ими света невелика. Поэтому основное назначение светофильтров – это грубая монохроматизация или неселективное ослабление излучения.

Существуют несколько типов монохроматических светофильтров.

1. Абсорбционные светофильтры. Это самые распространенные фильтры. Ослабление света в них происходит главным образом в результате его поглощения веществом фильтра.

2. Отражательные светофильтры. К ним относятся тонкие металлические пленки и многослойные диэлектрические покрытия. Тонкие металлические пленки наносятся на кварцевую или стеклянную подложку испарением или катодным распылением. Фильтры с металлическими пленками ослабляют свет главным образом в результате отражения от поверхности.

3. Селективные отражательные светофильтры. Это многослойные диэлектрические зеркала. В них отражение излучения определенных длин волн происходит в результате многолучевой интерференции.

4. Интерференционные светофильтры. Их действие тоже основано на явлении многолучевой интерференции. Простейшие светофильтры состоят из плоскопараллельной пластинки типа интерферометра.

5. Дисперсионные светофильтры**.** Действие таких фильтров основано на дисперсии света.

Стеклянные абсорбционные светофильтры обладают по сравнению с другими рядом преимуществ, к которым в первую очередь следует отнести устойчивость к световым и тепловым воздействиям, а также однородность и высокое оптическое качество. Широкий ассортимент цветных стекол позволяет решать задачу предварительной монохроматизации или отсечения нежелательной части спектра. Располагая друг за другом несколько стеклянных светофильтров, можно получить довольно узкополосные фильтры для всей видимой и ближней ультрафиолетовой части спектра.

В данной лабораторной работе изучается принцип действия стеклянных абсорбционных монохроматических светофильтров.

3.2 Явление поглощения света веществом

Поглощением (абсорбцией) света называется явление уменьшения энергии световой волны при ее распространении в веществе вследствие преобразования энергии волны в другие виды, например, энергию возбуждения колебаний электронов или энергию движения атомов, то есть во внутреннюю энергию вещества. Частично эта энергия вновь возвращается излучению в виде вторичных волн, возбуждаемых частицами вещества.

Преобразование энергии и излучение вторичных волн идет с определенной длиной или частотой волны, которая определяется видом колеблющейся частицы. Если колеблются электроны, то излучаемые частоты соответствуют видимому свету или ультрафиолету. Так как масса атомов, которые находятся в молекулах, в десятки тысяч раз больше массы электрона, молекулярные частоты бывают намного меньше атомных – они попадают в инфракрасную область спектра.

Твердые тела, жидкости и газы при высоких давлениях дают широкие полосы поглощения (рисунок 1). Расширение полосы есть результат взаимодействия атомов друг с другом. В случае многоатомных молекул на поглощение влияют колебания атомов внутри молекул.

Под действием падающего излучения частицы вещества совершают вынужденные колебания. Вынужденные колебания становятся интенсивней при резонансной частоте. Резонансное излучение, испускаемое электроном, атомом, молекулой или атомным ядром это излучение, частота которого совпадает с частотой возбуждающего света. Поглощая квант возбуждающего света какой-либо частоты, частица вещества переходит из основного состояния в возбужденное. При обратном спонтанном переходе испускается квант с такой же частотой. Это вторичные волны, которые будут интерферировать и выходить из вещества в виде излучения, что и видит человек как цвет предмета (светофильтра). Но в этих процессах наблюдается и явление рассеяния вторичных волн – затухание вследствие излучения. Рассеяние наблюдается в

неоднородных средах, где показатель n преломления среды изменяется от точки к точке по объему. В однородных средах показатель преломления одинаков везде, и возникающие вторичные волны когерентны, что и приводит к их интерференции.

«Истинное» поглощение света веществом это переход лучистой энергии в другую форму, например, в тепло: передача энергии от частицы к частице. В этом случае световая энергия увеличивает энергию колебаний частиц как квантовых гармонических осцилляторов. Поглощенная таким образом энергия зависит от частоты собственных колебаний частиц вещества

$$E=hv,$$

где h – постоянная Планка.

Осцилляторы могут поглощать энергию, равную E, $2E$, $3E$ и так далее. Для этого нужно поглотить сразу два кванта, три и более квантов падающей энергии. В этом случае возникает многофотонное поглощение.

Изменение интенсивности волны проходящего через вещество света подчиняется закону Бугера

$$J = J_0\exp[-\kappa x], \qquad (1)$$

где J_0 – интенсивность света, падающего на вещество, Вт/м^2;

J – интенсивность окрашенного света, прошедшего вещество, Вт/м^2;

x – толщина вещества, м;

κ – линейный коэффициент поглощения, м$^{-1}$.

Величина коэффициента κ зависит от вещества и от длины волны света и численно равна обратной величине толщины слоя, при прохождении которого интенсивность света уменьшается в e раз. При измерении коэффициента учитывается, что часть света отражается от поверхности.

Чем больше коэффициент для данной длины волны, тем отчетливее обнаружится ослабление соответствующих участков спектра. Спектры поглощения твердых тел и жидкостей дают широкие полосы поглощения (сплошные), многоатомные газы – сложные полосы, а одноатомные – линейчатые.

Для одноатомных газов и паров металлов, где атомы расположены на значительных расстояниях друг от друга, только в узких спектральных областях (от 10^{-12} до 10^{-11} м) наблюдаются резкие максимумы, возникает линейчатый спектр поглощения, а коэффициент поглощения меньше 10^{-4} $м^{-1}$. Эти области резкой абсорбции атомов соответствуют частотам собственных колебаний электронов внутри атомов.

Колебания атомов в молекулах расширяют спектр поглощения, образуя полосы поглощения до 10^{-7} м.

В твердых диэлектриках поглощение света обусловлено явлением резонанса при вынужденных колебаниях электронов в атомах и атомов в молекулах. Коэффициент поглощения для диэлектриков невелик от 10^{-3} до 10^{-1} $м^{-1}$ из-за отсутствия свободных электронов, однако в условиях резонанса при вынужденных колебаниях электронов в атомах и атомов в молекулах возникает сплошной спектр поглощения.

Металлы являются почти непрозрачными для света, для них коэффициент поглощения достигает 10^{6} $м^{-1}$. Непрозрачность металлов для света объясняется тем, что в металле присутствуют свободные электроны. Они под действием электрического поля волны света начинают двигаться, возникают переменные токи в металле, которые вызывают выделение тепла. Энергия волны света быстро уменьшается, переходя во внутреннюю энергию металла.

Физический смысл закона Бугера состоит в том, что коэффициент поглощения не зависит от интенсивности падающего света и от толщины поглощающего слоя. При поглощении света частицы переходят в возбужденное состояние и в этот момент не способны поглощать еще энергию (приблизительно в течении 10^{-8} с). Также исследования поглощения света веществом показали, что на это явление в большей степени влияет не толщина слоя вещества, а распределение массы по всему его объему. В основном это проявляется в молекулярных веществах, а коэффициент поглощения пропорционален их концентрации. Такая зависимость применяется при химическом анализе вещества, спектрофотометрии и колориметрии.

С точки зрения волновой оптики вещество характеризуется оптической плотностью *D*. Оптическая плотность – это степень, с которой преломляющая среда задерживает проходящие лучи света. Другими словами, оптическая плотность описывает распространение световой волны через вещество. Эта величина определяет показатель преломления вещества, влияет на скорость υ света, проходящего через вещество, и зависит от длины проходящей волны. Оптическая плотность определяется как логарифмическое соотношение между интенсивностями излучения, прошедшего через вещество и падающего на вещество,

$$D=-\lg\left(\frac{J}{J_0}\right). \qquad (2)$$

Также оптическую плотность можно вычислить через коэффициент поглощения и толщину вещества

$$D=0{,}435\kappa x. \qquad (3)$$

Подлогарифмическое выражение в формуле (2) представляет собой пропускающую способность *T* вещества. Она определяется для максимума полосы пропускания $J_{\max}$ (рисунок 2).

Оптическая плотность не имеет отношения к физической плотности вещества. Она выражает тенденцию атомов или молекул вещества сохранять поглощенную энергию. Это удержание происходит за счет электронных колебаний. Если *D*=0, то происходит полное пропускание света, если *D*=6 и более, то полное поглощение. Чем больше оптическая плотность вещества, тем больше показатель преломления, и тем меньше будет скорость света через это вещество (поскольку световые волны движутся медленнее)

$$\upsilon=\frac{c}{n}, \qquad (4)$$

где *c* – скорость света в воздухе или вакууме, $c=3\cdot10^8$ м/с.

Описанные зависимости характерны для диэлектриков и объясняются электронной теорией дисперсии света. Согласно ей поглощение зависит от амплитуды вынужденных колебаний электрона, которая резко возрастает в

условиях резонанса, когда частота волны становится близкой к собственной частоте колебаний электронов. Таким образом, по волновым представлениям поглощение света диэлектриками обусловлено резонансными колебаниями электронов при периодическом воздействии электромагнитного поля. Для каждого вещества имеется целый набор собственных частот электронов разных атомов, и вкладу каждого осциллятора в поляризацию соответствуют дополнительные области дисперсии и пики поглощения или пропускания.

Для твердых прозрачных диэлектриков (светофильтров) характерны сплошные спектры поглощения – очень широкие полосы, в которых коэффициент поглощения является достаточно большим и плавно зависит от длины волны (рисунок 1). Такой характер зависимости обусловлен появлением множества дополнительных резонансных частот вследствие взаимодействия колеблющихся частиц между собой. Взаимодействие приводит к тому, что энергия, отданная светом одной частице, быстро передается всем. Поведение оптических электронов в этом случае может изменится до неузнаваемости.

Многие диэлектрики бесцветны и прозрачны для видимого света, так как собственные частоты колебаний электронов атомов не попадают в диапазон частот света. Например, обычное стекло пропускает практически весь видимый спектр, но интенсивно поглощает ультрафиолетовые и далекие инфракрасные волны.

4 Описание экспериментальной установки и методики проведения эксперимента

В данной лабораторной работе используются монохроматические абсорбционные стеклянные светофильтры: красный, желтый, зеленый, синий. Толщина x каждого составляет 2 мм. Освещение светофильтров может осуществляться дневным (солнечным) светом, лампой накаливания, люминесцентными или светодиодными лампами. Каждый источник света

излучает определенные длины волн, что будет сказываться на прохождение этого света через светофильтр, потому что данное вещество может поглощать или не поглощать имеющиеся в этом излучении волны (приложение А).

На рисунке 3 представлена схема экспериментальной установки для измерения проходящего света через светофильтры. На подложке 1 крепятся оправа 2 и микроамперметр 3. Внутри оправы находится фотоэлемент, который в нерабочем состоянии закрыт непрозрачным экраном 4. Фотоэлемент подключен к микроамперметру через провода 5. В ходе проведения эксперимента в оправу вместо непрозрачного экрана помещаются светофильтры. Проходящий через светофильтр свет падает на фотоэлемент, что способствует возникновению фототока *I*. Интенсивность излучения будет прямо пропорциональна фототоку, что и фиксируется с помощью микроамперметра. В не рабочем состоянии установка накрыта чехлом.

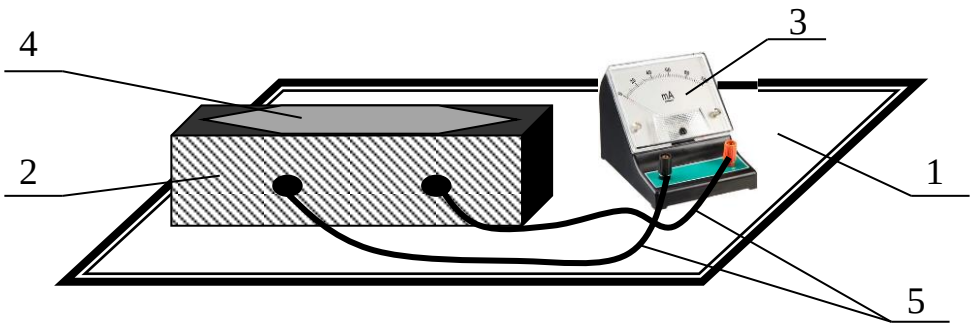


Рисунок 3 – Схема экспериментальной установки

Смена светофильтра приводит к изменению величины фототока. Показания микроамперметра пропорциональны пропусканию светофильтра в максимуме полосы пропускания и зависят от длины волны или от цвета фильтра, что объясняется законом Бугера, в котором коэффициент поглощения зависит от длины волны.

Все фильтры имеют одинаковую толщину, поэтому проходящее через них излучение, а, значит, и показания микроамперметра будут определяться его

цветом и набором длин волн падающего излучения. Например, лампа накаливания излучает в большей степени длинные волны видимого диапазона, поэтому синий светофильтр, пропускающие синие волны и часть красных, может иметь еще и красноватый оттенок (приложение Б).

Видимый свет падает на лабораторную установку через оконное стекло, которое не препятствует его прохождению, что объясняется строением стекла и явлением поглощения в нем (приложение В).

5 Порядок выполнения работы и обработки результатов эксперимента

1. Перед началом проведения эксперимента снимите с установки чехол. Обратите внимание на то, что при смене светофильтров и записи показаний микроамперметра в таблицу необходимо каждый раз закрывать фотоэлемент непрозрачным экраном.

2. Снимите непрозрачный экран с оправы и запишите в таблицу 3 начальное значение фототока I_0 (показание микроамперметра).

3. Помещая в оправу по очереди светофильтры, запишите в таблицу 3 новые показания микроамперметра I.

4. Приложите сложенные вместе все четыре светофильтра к оправе и измерьте величину фототока $I_{общ}$.

5. По окончании эксперимента закройте оправу непрозрачным экраном, а установку – чехлом.

6. Используя формулу (1), определите коэффициенты $к$ поглощения для каждого светофильтра.

7. Рассчитайте по формуле (2) величину оптической плотности D_2, по формуле (3) – оптическую плотность D_3. Найдите среднее значение $D_{ср}$ этих величин. Все результаты занесите в таблицу 3.

8. Рассчитайте пропускающую способность T каждого светофильтра как отношение нового показания микроамперметра I к начальному значению фототока I_0. Результаты занесите в таблицу 3.

9. Сравните полученную пропускающую способность каждого светофильтра с теоретическими данными (приложение Б).

10. Используя данные таблицы 4 и формулу (4), рассчитайте среднюю скорость $\upsilon_{ср}$ волны для каждого светофильтра. Числа, полученные при расчете, необходимо записывать в таблицу 4 с округлением до четырех значащих цифр после запятой.

11. На основе таблиц 3 и 4 начертите четыре отдельные диаграммы зависимостей коэффициента $к$ поглощения, средней оптической плотности $D_{ср}$ и средней скорости $\upsilon_{ср}$ света в светофильтре от его цвета. Пример диаграммы представлен приложении Г.

12. В выводе объясните полученные результаты.

Таблица 3 – Экспериментальные и расчетные данные по определению характеристик светофильтров

Цвет светофильтра	I_0, мкА	I, мкА	$к$, 1/м	D_2	D_3	$D_{ср}$	T
Красный							
Желтый							
Зеленый							
Синий							

Таблица 4 – Данные для расчета средней скорости

Цвет светофильтра	n	$\upsilon_{ср}$, м/с
Красный	1,525	
Желтый	1,52	
Зеленый	1,55	
Синий	1,53	

6 Контрольные вопросы

1. Опишите принцип действия монохроматических абсорбционных светофильтров.

2. Запишите и поясните закон Бугера.

3. Почему уменьшается интенсивность света при прохождении через вещество?

4. Что такое оптическая плотность среды?

5. Где могут применяться светофильтры?

6. Что представляют собой основные и дополнительные цвета?

7. Почему образуется широкая спектральная полоса пропускания у светофильтров?

8. Назовите три правила, описывающие характеристику избирательного действия светофильтров.

9. От чего зависит линейный коэффициент поглощения?

10. Перечислите преимущества стеклянных светофильтров.

Библиографический список

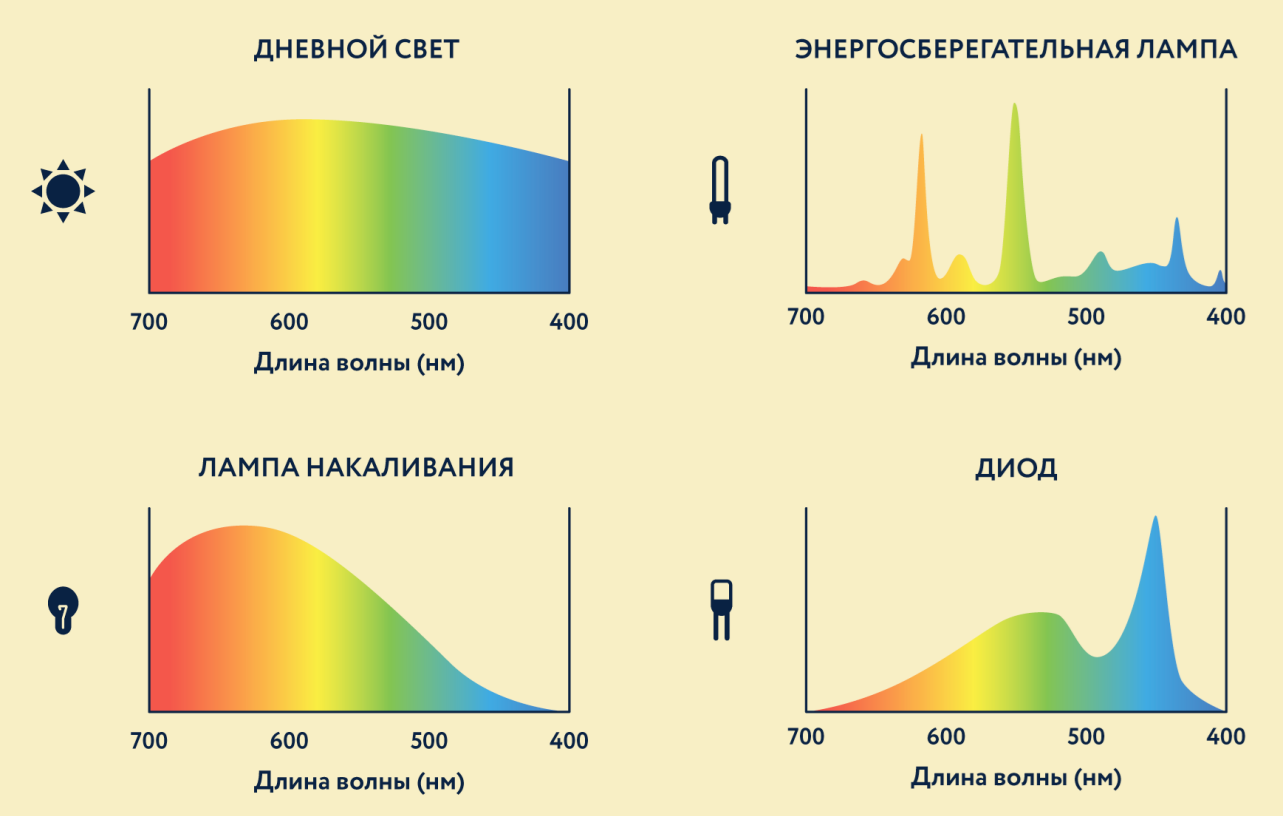
1. Оселедчик, Ю.С. Физика: Модульный курс для технических вузов: учеб. пособие для бакалавров / Ю.С. Оселедчик, П.И. Самойленко. – М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2013. – 526 с. – (Серия: Бакалавр. Базовый курс).

2. Трофимова, Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. Рек. МО. – 17-е изд., стер. / Т.И. Трофимова. – М.: Издат. центр «Академия»: Высш. шк., 2010. – 560 с.

3. Детлаф, А.А. Курс физики: учеб. пособ. для втузов. Рек. МО. – 6-е изд., стер. / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. – М.: Издат.центр «Академия», 2009. – 720 с.

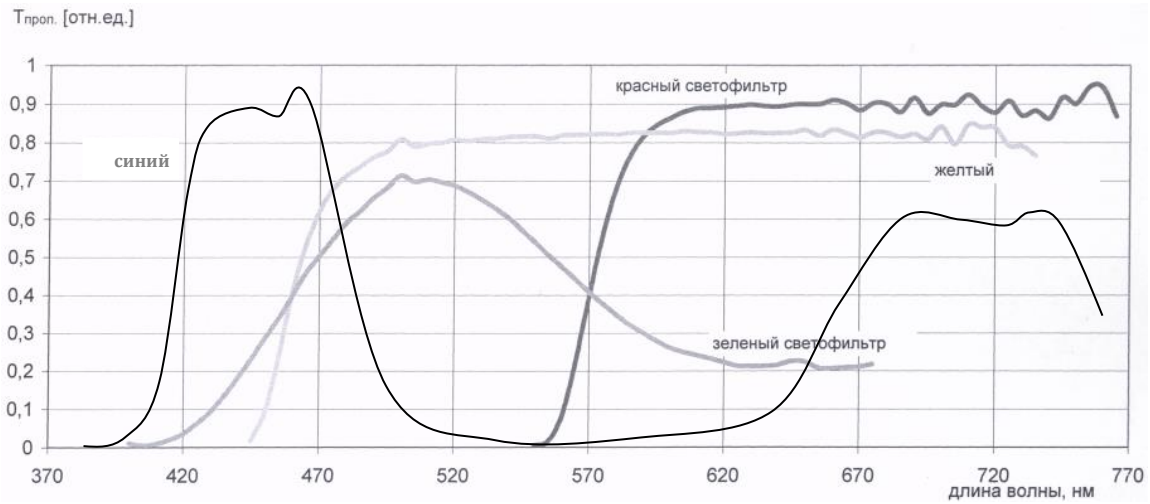
Приложение А

Спектры различных источников света



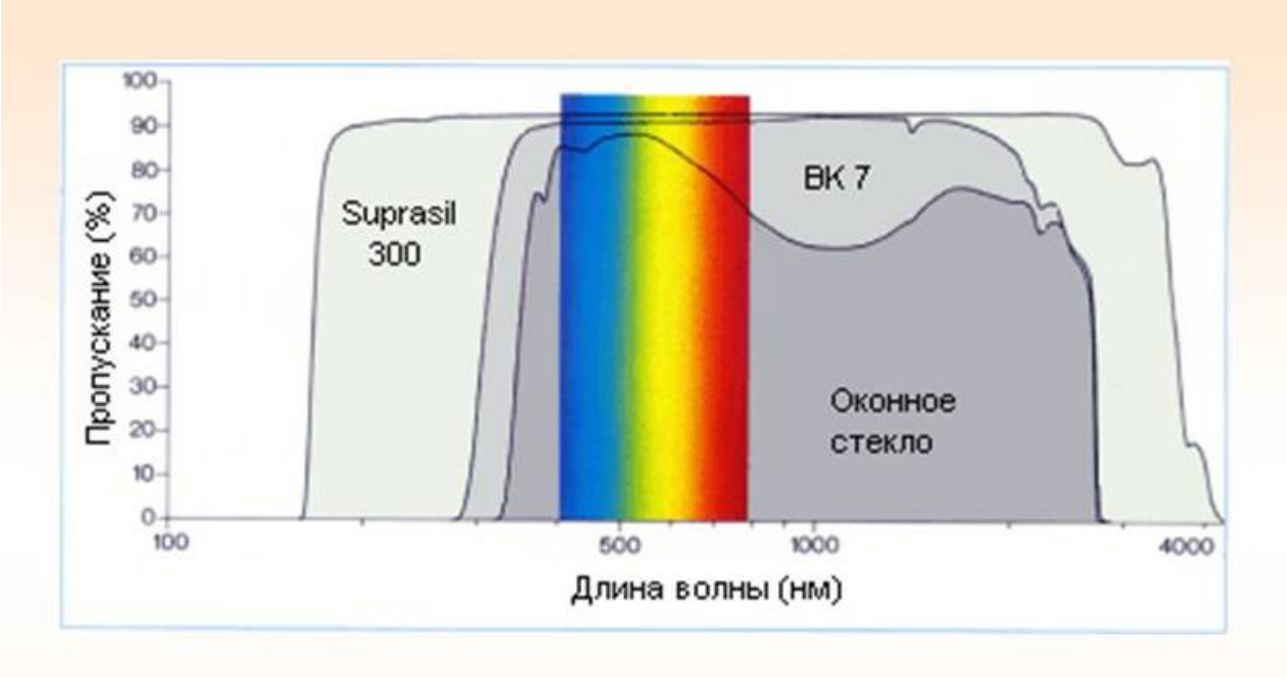
Приложение Б

Полосы пропускания различных светофильтров



Приложение В

Спектры пропускания различных марок стекол



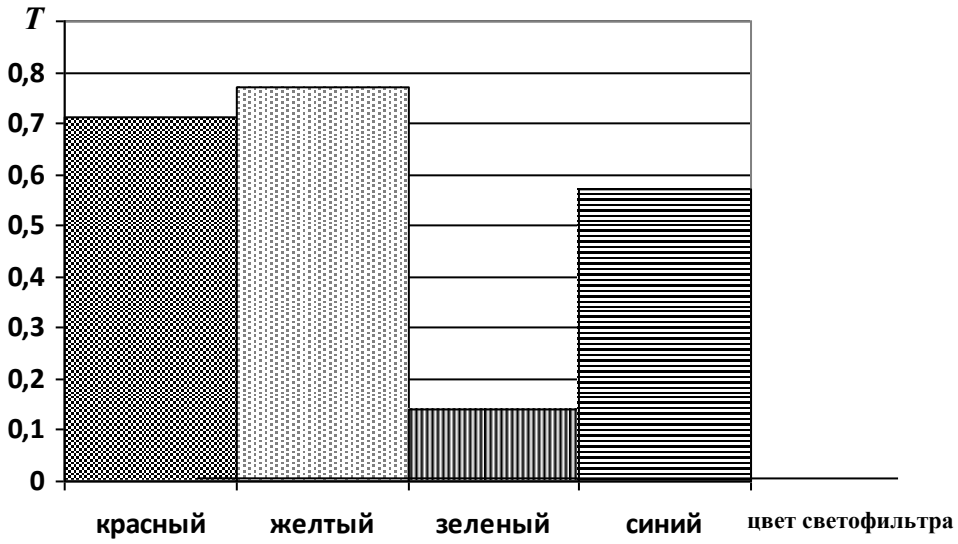
Марки стекла на графике:

1) Suprasil 300 – синтетическое кварцевое стекло;

2) ВК 7 – оптическое стекло.

Приложение Г

Диаграмма зависимости пропускания светофильтра от его цвета



Учебное издание

Тинина Елена Валериевна

ИЗУЧЕНИЕ АБСОРБЦИОННЫХ МОНОХРОМАТИЧЕСКИХ СВЕТОФИЛЬТРОВ

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Подписано в печать _____. Тираж 5 экз.
Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета
390000, г. Рязань, ул. Право-Лыбедская, 26/53