

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Техническая физика»

## ПОГЛОЩЕНИЕ И РАССЕЯНИЕ СВЕТА

Методические указания  
к выполнению лабораторной работы № 318  
в лабораторном практикуме по оптике

Минск  
БНТУ  
2014

УДК 535.34+535.36(076.5)(075.8)

ББК 22.34я7

П 43

Составители:

*Ю. И. Атрашевский, Э. И. Зенькевич, Н. Н. Митькина*

Рецензенты:

зав. кафедрой «Лазерная техника и технология» БНТУ,

д-р физ.-мат. наук, профессор *Н. В. Кулешов*;

доцент кафедры физической информатики и атомно-молекулярной физики БГУ, канд. физ.-мат. наук, доцент *Ю. М. Покотило*

В методических указаниях рассмотрен порядок выполнения лабораторной работы «Поглощение и рассеяние света» в лаборатории оптики. Основная задача, которая стоит перед студентами в этой работе – изучить классическую и квантовую теории, описывающие явления поглощения и рассеяния света. С помощью лабораторной установки измерить коэффициенты пропускания двух различных светофильтров и молочного стекла.

**Цель работы:** освоение методов регистрации спектров пропускания, ознакомление с параметрами светофильтров и с принципом работы монохроматора.

**Приборы и принадлежности:** монохроматор МУМ-01, блок питания и обработки сигналов, цифровой вольтметр, исследуемые образцы (светофильтры и молочное стекло).

### *Введение*

Тот факт, что мы видим тела, связан с тем, что они различным образом отражают, преломляют и поглощают падающий на них свет. Если некоторое тело отражает свет сильнее, чем окружающие его тела, то оно представляется нам светлым на темном фоне. Если же тело отражает меньше света, чем окружающие его тела, то оно будет казаться нам темным. Например, белая бумага отражает свет сильнее, чем серый картон, и кусочек картона на листе бумаги кажется нам темным. Этот же кусочек картона, если его положить на черный бархат (очень слабо отражающее тело), кажется нам светлым. Тело, отражающее свет так же, как и окружающий фон, сливается с этим фоном.

Прозрачные тела мы видим частично в отраженном, частично в прошедшем через них свете. Рассматривая, например, граненую стеклянную пробку от графина мы имеем дело с рядом сложных явлений: свет частично отражается от граней пробки или рассеивается, если ее грани матированы; часть света проходит сквозь пробку, преломляясь на ее поверхности. Если прозрачное тело погрузить в жидкость с тем же показателем преломления, как у данного тела, то оно станет невидимым, так как световые лучи пройдут через него, не изменяя ни своего направления, ни интенсивности.

Как при отражении, так и при пропускании светового потока следует различать направленное и диффузное (рассеянное) отражение и пропускание.

При зеркальном отражении от плоской поверхности телесный угол светового потока не изменяется (рис. 1, а). При рассеянном отражении происходит увеличение телесного угла, в котором распространяется световой поток (рис. 1, б). Увеличение может быть более или менее значительным в зависимости от свойств рассеивающей поверхности. Аналогично, направленное пропускание характеризуется сохранением телесного угла при прохождении потока

сквозь тело, например прохождению света через плоскопараллельную пластинку (рис. 1, а). В противоположность этому диффузное пропускание сопровождается более или менее значительным увеличением телесного угла светового потока. Примером диффузно отражающей поверхности может служить матовая бумага; примером диффузно пропускающего материала — так называемые молочные стекла. Матовое стекло является одновременно и диффузным отражателем и диффузно пропускающей средой.

Рассеивающие свойства поверхности характеризуются диаграммами, подобными изображенным на рис. 1, б и 2, б, где длины стрелок показывают, какая часть света рассеивается в том или ином направлении.

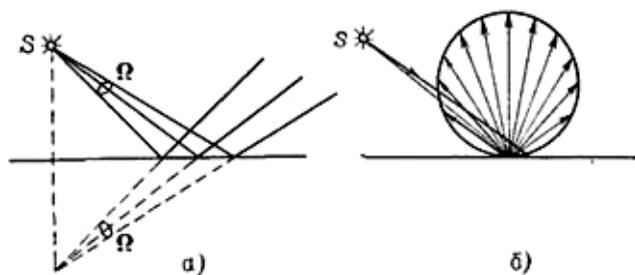


Рис. 1. Отражение светового потока от плоскостей поверхности:  
а) направленное отражение; б) диффузное отражение; при падении параллельного пучка световых лучей на белую бумагу свет отражается по всем направлениям

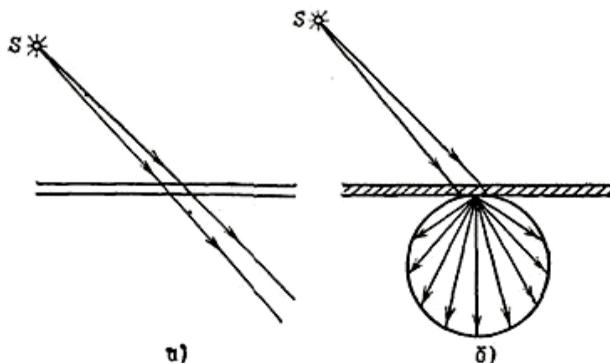


Рис. 2. Пропускание света плоскопараллельной пластинкой:  
а) направленное пропускание; б) диффузное пропускание.  
Диаграмма (б) не меняется при изменении угла падения первичного пучка

## ***1. Взаимодействие оптического излучения с веществом***

При падении светового потока на границу раздела двух сред (т.е. на тело) в общем случае имеют место три процесса: часть упавшего потока отражается в первой среде, часть поглощается во второй среде и переводится в другие формы энергии и, наконец, оставшаяся часть проходит сквозь вторую среду (т.е. сквозь тело). Это выражается уравнением

$$\Phi_1 = \Phi_p + \Phi_\alpha + \Phi_\tau = \rho\Phi + \alpha\Phi + \tau\Phi. \quad (1)$$

где  $\Phi$  – соответствующие световые потоки (измеряются в Вт);

$\rho = \Phi_p / \Phi_i$ ;  $\alpha = \Phi_\alpha / \Phi_i$ ;  $\tau = \Phi_\tau / \Phi_i$ , – коэффициенты отражения, поглощения и пропускания соответственно. Очевидно, что

$$\rho + \alpha + \tau = 1. \quad (2)$$

Коэффициенты отражения, поглощения и пропускания являются характеристиками данного тела. В общем случае они зависят от длины волны света.

### ***Явления на границе двух сред***

Когда электромагнитная волна входит в диэлектрик, она вызывает в нем колебания связанных зарядов, которые, в свою очередь, становятся источниками вторичных волн. Эти волны интерферируют с первичной волной и образуют вместе с ней результирующую волну. Она и является преломленной волной.

Излучение поверхностного слоя колеблющихся зарядов распространяется не только в глубь вещества, но и в обратную сторону. Складываясь, эти волны образуют отраженную волну. Таким образом, волна, пришедшая на границу диэлектрика из вакуума или другого диэлектрика с отличающимся показателем преломления, образует две волны — отраженную и преломленную, распространяющиеся в соответствии с законами отражения и преломления. Очевидно, что сумма потоков отраженного и преломленного излучения равна потоку падающего излучения.

## *Поглощение и пропускание*

Поток преломленного излучения частично поглощается веществом и частично проходит через него.

Закон поглощения излучения в зависимости от пути, пройденного им в среде, был экспериментально установлен Бугером (1729 г.) и теоретически обоснован Ламбертом. Он основан на утверждении, что доля поглощенного излучения не зависит от потока излучения и поглощенный в элементарном слое поток пропорционален толщине этого слоя:

$$-d\Phi/\Phi = kdx, \quad (3)$$

где  $dx$  – толщина слоя;

$k$  – коэффициент поглощения, измеряемый в обратных единицах длины (например, в  $m^{-1}$ ). Знак минус показывает, что проходящий поток убывает.

Интегрирование уравнения (3) от  $\Phi$  до  $\Phi_\tau$  и от 0 до  $l$  дает

$$\ln(\Phi_\tau/\Phi) = -kl \quad (4)$$

или

$$T = \Phi_\tau/\Phi = e^{-kl}. \quad (5)$$

где  $T$  – коэффициент пропускания слоя толщиной  $l$ .

Из основного предположения, сделанного при выводе уравнения (5), следует, что закон поглощения Ламберта -Бугера действителен в пределах линейной оптики, т. е. до таких интенсивностей излучения, при которых оно еще не меняет свойств среды.

Иногда пропускание излучения оценивают не коэффициентом пропускания, а оптической плотностью

$$D = -\lg T = \lg(1/T) = \lg(e) kl, \quad (6)$$

где  $\lg(e) = 0,4343$ .

Очевидно, что значение  $T = 0,1$  соответствует  $D=1$  при  $T = 0,01$  -  $D = 2$  и т. д.

Пропускание излучения пластиной из некоторого материала определяется потерями излучения не только на поглощение, но и на отражение на границах пластины. Под коэффициентом пропускания и соответственно оптической плотностью обычно подразумевают величины, обусловленные влиянием обоих факторов. Коэффициент пропускания, например, определяется как отношение прошедшего потока к падающему.

Свет различных частот (длин волн) поглощается по-разному, т. е. поглощение света носит селективный характер. Зависимость коэффициента поглощения  $k$  от частоты (длины волны) света называется спектром поглощения. Вид спектра поглощения определяется структурой энергетических уровней, а, следовательно, и природой поглощающего вещества. Так, спектр поглощения разреженных атомарных газов является линейчатым, т. е. представляет собой совокупность дискретных линий разной интенсивности. Частоты линий поглощения определяются строением системы энергетических уровней внешних (валентных) электронов атома.

У изолированных молекул (разреженные молекулярные газы) система электронных энергетических уровней дополняется системой колебательных и вращательных подуровней, соответствующих колебаниям атомов в молекуле и вращению молекулы как целого. Этим объясняется наличие в спектрах поглощения молекул большого числа тесно расположенных и определенным образом сгруппированных линий, которые при средней разрешающей способности прибора наблюдаются как отдельные полосы поглощения. Такой спектр поглощения называется полосатым.

Спектры поглощения газов при высоких давлениях, твердых тел и жидкостей являются сплошными. Они состоят из ряда полос поглощения, ширина которых гораздо больше, чем в случае изолированных молекул.

Поглощенная веществом энергия световых волн превращается в другие виды энергии. Поглощение света может приводить к возбуждению атомов или молекул, ионизации атомов, нагреванию вещества, фотохимическим процессам и т. д. Это определяет необходимость измерения спектров поглощения вещества для решения задач в науке и технике. Отметим некоторые из них.

Характеристичность спектров поглощения (зависимость спектров поглощения от природы вещества) позволяет использовать их

для проведения качественного и количественного спектрального анализа.

Спектр поглощения определяет цвет прозрачных тел. Измерение спектров поглощения необходимо при производстве светофильтров с заданными спектральными характеристиками (т.е. с соответствующими полосами пропускания и поглощения).

Принцип работы большинства приемников электромагнитного излучения основан на поглощении энергии электромагнитной волны и преобразовании ее в другие виды энергии. Спектр поглощения рабочего вещества фотоприемника определяет его спектральную область чувствительности.

Пластины из цветного стекла или других оптических материалов используются в качестве светофильтров для изменения спектрального состава или ослабления проходящего через них излучения.

Светофильтры, пропускание которых в пределах видимой области спектра незначительно меняется с длиной волны и которые почти не меняют цвет проходящего через них излучения, называются нейтральными. Они используются для уменьшения проходящего через них потока в известное число раз.

При высокой прозрачности материала (например, оптическое стекло в видимой области) потери на отражение, или, как иногда говорят, френелевские потери, являются основными. В зависимости от сорта стекла эти потери составляют ~4% на каждой поверхности, т. е. около 8% для каждой отдельной детали оптической системы. В системах с большим количеством оптических деталей общие потери могут достигать 80% и более (например, в старых перископах), отраженный свет претерпевает многократные повторные отражения, создавая мешающую паразитную засветку.

Весьма успешным способом борьбы с этими факторами является просветление оптики. На поверхности стекла путем химической обработки или осаждением какого-либо вещества создают слой, толщина которого равна четверти длины волны. Тогда волны, отраженные верхней и нижней границами слоя, интерферируют в противофазе и ослабляют друг друга. Если при этом коэффициент преломления равен среднему геометрическому из коэффициентов преломления разделяемых слоев сред (например, для границы воздух – стекло эта величина составляет  $\sqrt{n}$ , где  $n$  – показатель преломле-

ния стекла), то амплитуды отраженных волн равны. При интерференции они полностью гасят друг друга – энергия отраженной волны преобразуется в энергию преломленной волны. Поскольку коэффициент преломления в пределах видимого спектра несколько меняется, в полной мере устранить отражение удастся лишь для одной длины волны, но и для остальных длин волн оно сильно ослаблено.

В данной работе исследуются спектры поглощения двух светофильтров: розового и желто-зеленого.

### *Рассеяние*

Поглощение является не единственной причиной ослабления пучка лучей при прохождении его через вещество. Другой причиной служит рассеяние света в веществе, вызывающее отклонение лучей от их первоначального направления. Рассеяние вызывается оптическими неоднородностями в среде, которые могут быть обусловлены либо посторонними частицами, взвешенными в основном веществе, либо флуктуациями плотности самого вещества, приводящими к изменениям показателя преломления.

Отклонение излучения при рассеянии обусловлено отражением, преломлением и дифракцией на рассеивающих частицах. В отличие от поглощения в этом случае излучение не переходит в другие виды энергии, но ослабление проходящего пучка происходит сходным образом. Если рассеяние не очень сильно, можно предположить, что доля рассеянного излучения растет пропорционально толщине элементарного слоя.

Тогда для рассеяния можно повторить рассуждения, проведенные для поглощения и приведшие к экспоненциальному закону ослабления излучения (см. уравнение 5). Вместо показателя поглощения  $k$  здесь следует подставить показатель рассеяния  $d$ . В общем случае, когда имеют место и поглощение и рассеяние, пользуются показателем ослабления

$$\mu = k + d. \quad (7)$$

Соответственно,

$$\tau = e^{-\mu l}. \quad (8)$$

Характер рассеяния определяется, прежде всего, соотношением между размером рассеивающих частиц и длиной волны. Когда размеры частиц очень малы по сравнению с длиной волны, они не вызывают рассеяния. Например, излучение оптического диапазона не рассеивается отдельными атомами. С увеличением размера частиц (но меньше, чем длина волны излучения) показатель рассеяния быстро растёт и при этом сильно зависит от длины волны. В газе показатель рассеяния  $D \sim \frac{V^2}{\lambda^4}$ , т.е. прямо пропорционален квадрату объёма частицы  $v$  и обратно пропорционален четвертой степени длины волны  $\lambda$  (Рэлеевское рассеяние). Этот вид рассеяния называется молекулярным и отличается тем, что сильно растёт с повышением температуры. При этом типе рассеяния в отклонённом от первоначального потока рассеянном свете преобладает коротковолновое излучение, тогда как длинноволновое лучше проникает сквозь рассеивающую среду. Рэлеевским рассеянием хорошо объясняется голубой цвет неба, красный цвет солнца на закате и ряд других сходных явлений.

С дальнейшим ростом размера частиц зависимость показателя рассеяния от длины волны ослабевает, и для частицы с радиусом, превышающим пятикратную длину волны, показатель рассеяния практически не зависит от длины волны. Различают рассеяние в мутных средах на инородных частицах – рассеяние Гиндаля (для частиц размером в доли длины волны) и рассеяние Ми (для частиц размером в несколько длин волн).

Распределение интенсивности света рассеянного излучения по направлениям называется продольной кривой или индикатрисой рассеяния. Индикатриса рассеяния также зависит от размера частиц. Для частиц, малых по сравнению с длиной волны, она симметрична относительно направления распространения проходящего пучка – интенсивность рассеянного излучения вперед и назад одинакова. С ростом размера частиц увеличивается доля излучения, проходящего вперед (следует помнить, что рассеяние обуславливается, как правило, прозрачными частицами, отличающимися от окружающей среды коэффициентом преломления).

## *Направленное и рассеянное отражение и пропускание*

Для светотехнической практики удобно классифицировать отражение и пропускание излучения в зависимости от степени и характера рассеяния. Если рассеяние отсутствует, то имеет место направленное пропускание или отражение (направленное отражение называется также зеркальным). Излучение распространяется при этом по законам преломления и отражения (рис. 3, а и б).

Если излучение при прохождении через пластину или отражении от поверхности полностью рассеивается, то говорят о рассеянном или диффузном отражении и пропускании. При этом индикатриса рассеяния может быть такой, что максимальные значения силы света и яркости наблюдаются в направлениях, определяемых направленным отражением или пропусканием (рис. 3, в и г). Такой случай называют направленно-рассеянным или направленно-диффузным. Возможно и такое рассеяние, при котором яркость отраженного или пропущенного света практически не зависит от угла наблюдения – рассеивающая поверхность излучает приблизительно по закону Ламберта (рис. 3, д и е). Это – равномерно-диффузное отражение или пропускание.

Возможно смешанное отражение и пропускание. При этом часть потока рассеивается, а часть продолжает направленное распространение. Рассеянная часть потока может иметь индикатрисы рассеяния разной формы (рис. 3, ж, з, и, к).

Поясним приведенную классификацию примерами. Если свет падает на слой оптически однородного вещества с гладкими поверхностями, т.е. поверхностями, неровности которых много меньше длины волны, то имеет место направленное пропускание. Таковыми же свойствами должна обладать поверхность, отражающая свет, для того чтобы ее отражение было зеркальным. Направленно-рассеянное пропускание дает, например, матовое стекло. Здесь рассеяние обусловлено характером поверхности, элементы которой различно ориентированы относительно общей плоскости стекла.

Хороший пример равномерно-диффузного отражения и пропускания дают молочные стекла. При изготовлении молочных стекол для фотометрических целей стремятся к тому, чтобы их коэффициент отражения или пропускания в возможно более широкой области спектра, по крайней мере, в пределах видимой, не зависел от длины волны.

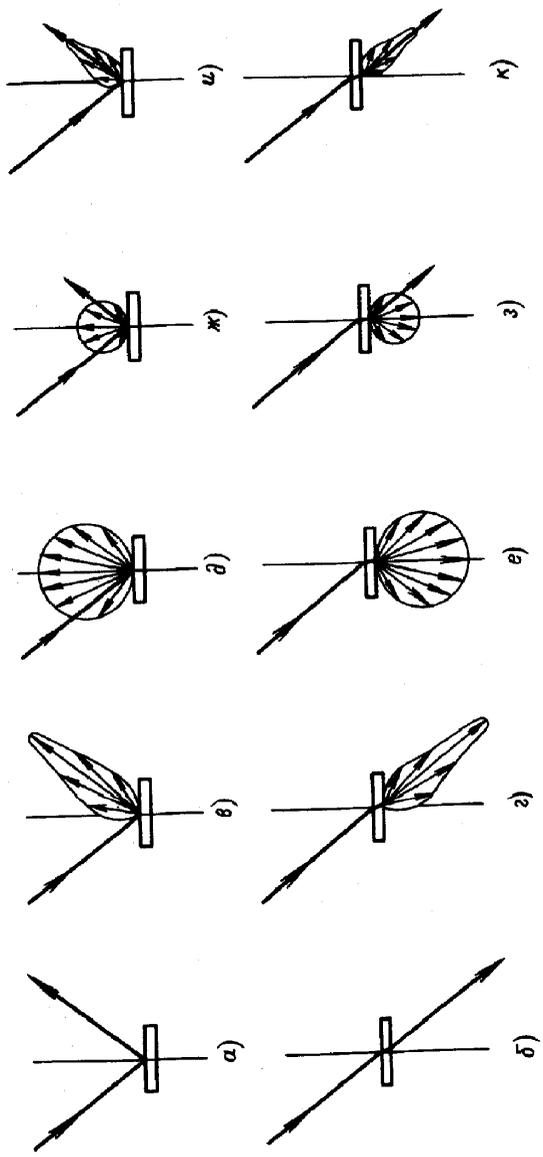


Рис. 3. Различные виды пропускания и отражения

При рассматривании молочного стекла на просвет или на отражение его яркость постоянна вдоль его поверхности, если последняя равномерно освещена. На молочном стекле с полированной поверхностью наблюдается смешанное отражение: на фоне равномерной яркости, обусловленном равномерно-диффузным отражением, видно зеркальное изображение источника, созданное направленным отражением (рис. 3, ж). Такая система по существу работает как мощный ослабитель света.

## ***2. Экспериментальная часть***

### ***2.1. Дифракционный монохроматор***

Для изучения спектральных свойств материалов их необходимо облучать светом определенной (но регулируемой) длины волны. Обычно источники излучения испускают свет в широком диапазоне длин волн или частот. Прибор для получения и регистрации такого излучения называется монохроматором. Монохроматор содержит устройство для разложения света в спектр, которое осуществляет пространственное разделение излучения разных длин волн. Излучение нужной длины волны в узком спектральном интервале  $\Delta\lambda$  называемое монохроматическим, поступает на выход прибора и может быть использовано для спектральных исследований.

В данной лабораторной работе используется монохроматор МУМ-01, в котором в качестве устройства для разложения света в спектр применяется отражательная дифракционная решётка. Она представляет собой зеркало, на поверхности которого создана одномерная периодическая структура, профиль которой показан на рис. 4. Период этой структуры называется периодом (или постоянной) решётки  $d$ . Действие дифракционных решёток (как отражательных, так и прозрачных) основано на дифракции света. Дифракцией световых волн называется явление отгибания волнами препятствий. Это явление заметно выражено, если размеры препятствий (или отверстий, если свет проходит через них) порядка длины волны света или меньше. Поэтому период решётки  $d$  не должен заметно превышать длину световых волн. Дифракция приводит к отклонению от законов геометрической оптики. Согласно геометриче-

ской оптике угол отражения равен углу падения, т. е. на рис. 4 должно было бы быть  $\varphi = i$ . Из-за дифракции свет отражается от решётки в разных направлениях. Геометрический расчёт показывает, что между соседними лучами, изображёнными на рис. 4, после отражения возникает разность хода  $\Delta = d(\sin \varphi - \sin i)$ . Если с помощью линзы собрать параллельные лучи в одну точку, то реализуется их интерференция, т. е. наложение когерентных световых волн, приводящее либо к усилению света, либо к его ослаблению. Усиление будет происходить в том случае, если разность хода равна целому числу длин волн  $\lambda$ , т. е.,  $\Delta = k\lambda$ , где  $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ . Таким образом, для дифракции усиление света реализуется при условии

$$\Delta = d(\sin \varphi - \sin i) = k\lambda. \quad (9)$$

Эта формула определяет те направления (значения угла  $\varphi$ ), при которых в результате дифракции будет наблюдаться усиление отраженного света

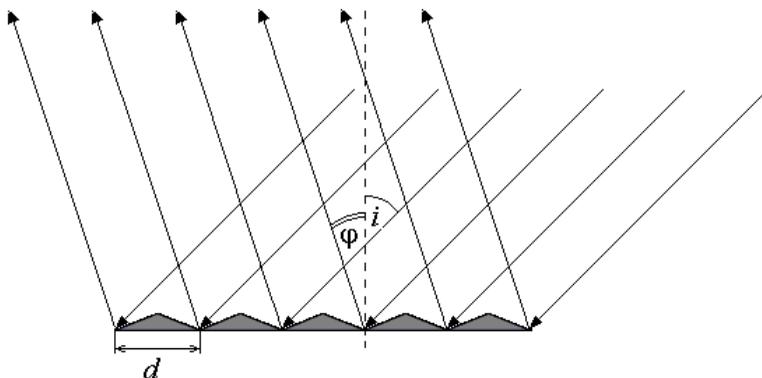


Рис. 4. Схема отражательной дифракционной решётки (вид сбоку).

Стрелками показан ход некоторых лучей:  $i$  – угол падения света,  $\varphi$  – угол дифракции

Из формулы (9) следует, что угол  $\varphi$ , при котором достигается максимум интенсивности света при отражении от периодической структуры, зависит от длины волны. Это свойство дифракционной решётки и позволяет использовать её в качестве устройства для раз-

ложения света в спектр. Выделяя из спектра определённый участок длин волн  $\lambda \pm \Delta\lambda$ , на выходе прибора получают монохроматическое излучение требуемой длины волны. Кроме монохроматоров, которые позволяют "вырезать" из спектра излучения достаточно узкую область, применяются более простые устройства – светофильтры, пропускающие сравнительно широкий участок спектра. По характеристикам пропускания фильтры делятся на полосовые, пропускающие излучение в сравнительно узком диапазоне длин волн, рис. 5, а, и отрезающие, пропускающие волны, длиннее некоторого граничного значения  $\lambda_0$ , рис. 5, б. Параметрами полосового фильтра являются: прозрачность в максимуме пропускания  $T_{\max}$ , рабочая длина волны  $\lambda_0$ , ширина полосы пропускания  $\delta\lambda$  на половине максимальной прозрачности, прозрачность за пределами полосы (фон)  $T_0$  и контрастность  $T_{\max}/T_0$ . Параметрами отрезающего фильтра являются длина волны начала перехода от непрозрачности к прозрачности  $\lambda_0$  и крутизна спектральной характеристики  $K = \Delta T/\Delta\lambda$

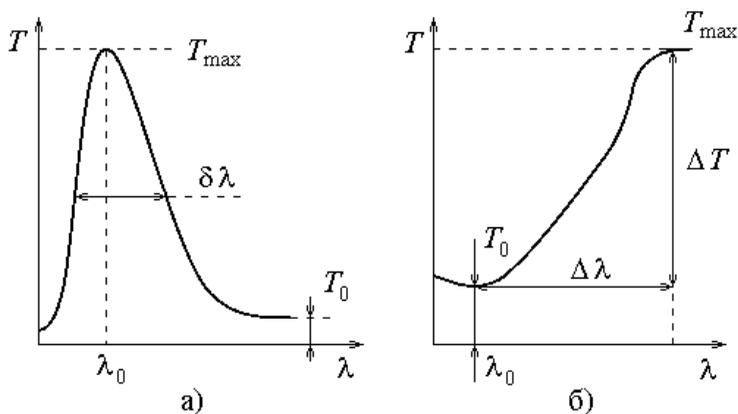


Рис. 5. Спектральные характеристики фильтров:  
а) полосовой фильтр; б) отрезающий фильтр

Оптическая схема монохроматора МУМ-01 представлена на рис. 6. Все детали монохроматора располагаются в закрытом корпусе, предохраняющем их от внешнего излучения. С той стороны, где располагается дифракционная решётка 6, из корпуса выступает ручка поворотного механизма 11, а рядом с ней – окно указателя

длин волн 12. Свет от источника 1 с помощью системы линз 2 сначала преобразуется в параллельный пучок, а затем в сходящийся, который фокусируется в плоскости входной щели 4. В той части, где свет распространяется в виде параллельного пучка, находится предметный столик 3, служащий для размещения исследуемых образцов. От входной щели свет с помощью зеркала 5 направляется на отражательную дифракционную решётку 6, где происходит его разложение в спектр. Отразившись от дифракционной решётки, свет с помощью зеркала 7 направляется на выходную щель 8. При дифракции отраженные волны распространяются в самых разных направлениях относительно поверхности решётки; свет с заданной длиной волны будет виден только в тех направлениях, для которых выполняется условие (6) максимума интенсивности при дифракции.

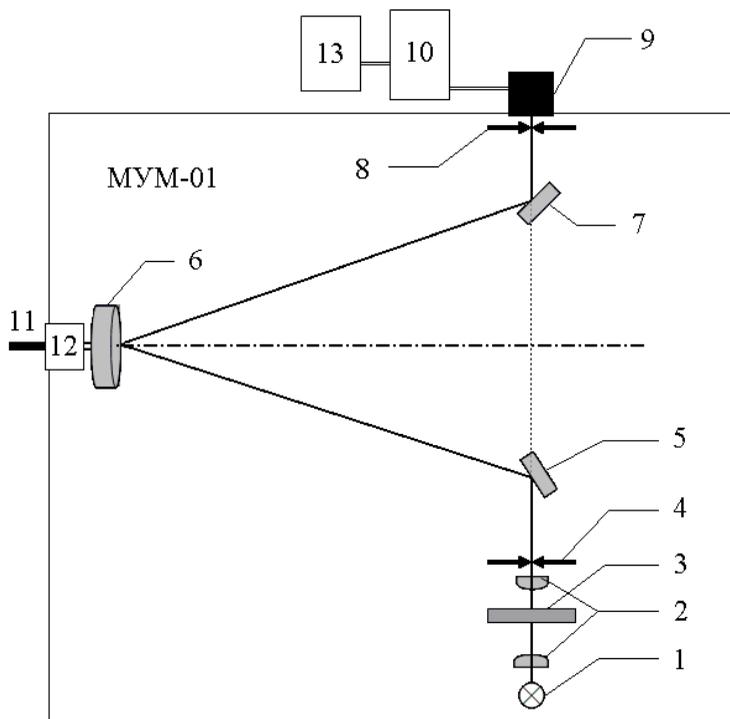


Рис. 6. Схема монохроматора МУМ-01 (пояснения приведены в тексте)

Чтобы излучение заданной длины волны попадало на выходную щель, нужное положение решётки относительно направления на щель устанавливается с помощью поворотного механизма 11. С ним связан указатель длин волн 12. Длины волн даны в нанометрах (нм). Поверхность решётки выполнена в виде вогнутого зеркала, поэтому наряду с разложением в спектр происходит фокусировка излучения в плоскости выходной щели 8, за которой находится фотоэлемент приёмного узла 9. Сигнал от фотоэлемента, пропорциональный интенсивности монохроматического излучения, поступает на блок обработки сигналов 10, после которого измеряется цифровым вольтметром 13. Интенсивность излучения в данном случае представляет собой величину прямо пропорциональную потоку излучения и измеряемую в относительных единицах.

## ***2.2. Порядок выполнения работы***

Включить источник питания и вольтметр и подождать 5 минут для стабилизации теплового режима приемника излучения. Установить на вольтметре предел измерений 20 В.

Включить тумблером "СЕТЬ" вольтметр В7-22А и блок питания МУМ; тумблер "ФОТОЭЛЕМЕНТ" переключить в верхнее положение.

Рукояткой "УСТАНОВКА 0" на блоке фотоприемника установить минимальное показание вольтметра. При этом вольтметр должен быть установлен на предел измерения 20 В постоянного тока. С помощью барабана монохроматора установить длину волны 430 нм. Включить источник излучения, установить тумблер "НАКАЛ" в положение "НАКАЛ".

Изменяя с помощью барабана монохроматора длину волны, измерить по шкале вольтметра значения интенсивности света  $I_0$  в спектральном интервале 430-600 нм с шагом 10 нм.

Данные занести в таблицу 1.

Установить на предметный столик кювету 1 с розовым светофильтром.

Измерить и занести в таблицу значения интенсивности  $I_1$  в спектральном интервале 430-600 нм с шагом 10 нм.

Установить на предметный столик кювету 2 с желто-зеленым светофильтром.

Измерить и занести в таблицу значения интенсивности  $I_2$  в спектральном интервале 430-600 нм с шагом 10 нм.

Установить на предметный столик кювету 3 с молочным стеклом.

Измерить и занести в таблицу значения интенсивности  $I_3$  в спектральном интервале 430-600 нм с шагом 10 нм.

Внимание! Приёмник излучения и блок обработки сигнала чувствительны к воздействию сильного переменного магнитного поля. Поэтому не рекомендуется располагать поблизости от него радиопередающие устройства, в частности, мобильные телефоны; это может вызвать ошибки в измерениях.

Таблица 1

### Результаты измерений

| Длина волны $\lambda$ , нм | $I_0$ , В | Розовый светофильтр |           | Желто-зеленый светофильтр |           | Молочное стекло |           |
|----------------------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------------|-----------|-----------------|-----------|
|                            |           | $I_1$ , В           | $T_1$ , % | $I_2$ , В                 | $T_2$ , % | $I_3$ , В       | $T_3$ , % |
| 430                        |           |                     |           |                           |           |                 |           |
| 440                        |           |                     |           |                           |           |                 |           |
| 450                        |           |                     |           |                           |           |                 |           |
| ...                        |           |                     |           |                           |           |                 |           |
| 600                        |           |                     |           |                           |           |                 |           |

### 2.3. Обработка экспериментальных данных

Рассчитать коэффициенты пропускания для каждой из длин волн в таблице 1 по формуле:

$$T_i = \frac{I_i}{I_0} \cdot 100\% .$$

Построить графики зависимости  $T$  от длины волны  $\lambda$ .

### ***3. Контрольные вопросы***

1. С какими процессами в веществе связано явление поглощения света в веществе?
2. Назовите виды рассеяния
3. Напишите закон Бугера и объясните физический смысл коэффициента поглощения  $k$ .
4. Какие явления определяют потери интенсивности света при его прохождении через прозрачную пластину? Что такое коэффициент пропускания?
5. Какие устройства, служащие для получения монохроматического излучения, Вам известны?
6. Перечислите характеристики отрезающего и полосового фильтров.
7. Запишите формулу (6), определяющую углы  $\varphi$ , при которых отражательная дифракционная решётка даёт усиление света для случая нормального падения света на решётку ( $i = 0$ ). Сравните записанную формулу с соответствующей формулой для прозрачной дифракционной решётки в тех же условиях падения света.

### ***Литература***

1. Физический практикум / А. М. Саржевский [и др.] ; под ред. Г. С. Кембровского. – Минск : изд-во «Университетское», 1986. – 352 с.
2. Эпштейн, М. И. Измерения оптического излучения в электронике / М. И. Эпштейн. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 254 с.
3. Трофимова, Т. И. Курс физики / Т. И. Трофимова. – М. : Высшая школа, 1990.
4. Савельев, И. В. Курс общей физики : в 3 т. / И. В. Савельев. – М. : Наука. – Т. 3. – 1985.

Учебное издание

## **ПОГЛОЩЕНИЕ И РАССЕЯНИЕ СВЕТА**

Методические указания  
к выполнению лабораторной работы № 318  
в лабораторном практикуме по оптике

Составители:

**АТРАШЕВСКИЙ** Юрий Иванович

**ЗЕНЬКЕВИЧ** Эдуард Иосифович

**МИТЬКИНА** Нина Николаевна

Технический редактор *О. В. Песенько*

Подписано в печать 18.04.2014. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 0,91. Тираж 100. Заказ 518.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.