

НПО УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»

МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ



ФЭЛ-25К

**ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ ЗАКОН РАССТОЯНИЯ.
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ВЕРСИЯ ДЛЯ РАБОТЫ С ПК.**

Тула, 2015 г.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА. ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ ЗАКОН РАССТОЯНИЯ.

Цель работы: экспериментальное подтверждение фотометрического закона расстояния.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ.

Предмет фотометрии.

Электромагнитное излучение, воспринимаемое органами зрения человека, принято называть световым излучением или светом. Непосредственное воздействие света на органы зрения обусловлено действием световой энергии, поглощенной чувствительными элементами глаза. Отдел оптики, изучающий способы измерения световой энергии, называется фотометрией.

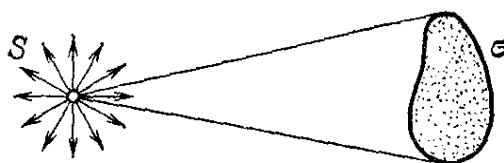


Рис. 1.1 Поток световой энергии, излучаемой источником S , проходит через площадку σ

Энергетической характеристикой любого излучения является его интенсивность J , т. е. величина, численно равная энергии W , переносимой за единицу времени t через единичную площадку σ , перпендикулярную направлению распространения волны (рис. 1.1):

$$J = \frac{W}{\sigma \cdot t} \quad (1.1)$$

Единицей измерения интенсивности излучения в системе единиц СИ служит 1 Вт/м^2 .

Если волна проходит через произвольную выделенную в пространстве поверхность (рис. 1.1), то потоком излучения Φ через данную поверхность называется отношение энергии W , прошедшей через эту поверхность за некоторый интервал времени t , к величине этого интервала:

$$\Phi = \frac{W}{t} \quad (1.2)$$

Единицей измерения потока излучения в системе единиц СИ служит 1 Вт . Заметим, что интенсивность излучения J можно также определить как плотность потока излучения $\frac{\Phi}{\sigma}$ через площадку σ , перпендикулярную направлению распространения волны.

Существуют высокочувствительные приборы, называемые болометрами, которые регистрируют весь поток электромагнитного излучения, попадающего на их поверхность.

Однако человеческий глаз реагирует на очень небольшую часть спектра электромагнитного излучения, заключенную между инфракрасной и ультрафиолетовой областями. Более того, даже в пределах этой области чувствительность глаза к свету разных длин волны сильно различается. Так,

при одной и той же интенсивности излучения зрительное ощущение от лучей зеленого света будет в 100 раз сильнее, чем от лучей красного света. Характеристикой зрительного восприятия энергии электромагнитного излучения разных длин волн является кривая относительной спектральной чувствительности глаза, изображенная на рисунке 1.2.

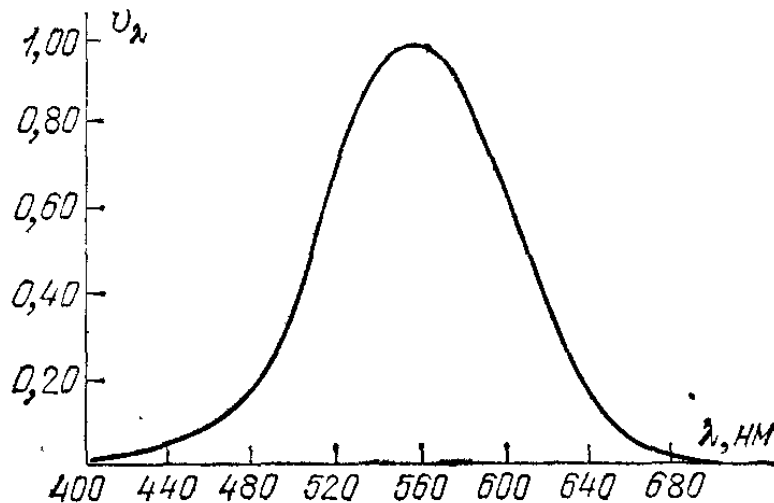


Рис. 1.2 Кривая относительной спектральной чувствительности глаза

На этой кривой показана зависимость чувствительности глаза U_λ от длины волны λ . Если чувствительность глаза для длины волны $\lambda = 555$ нм (зеленый свет) принять за единицу, то для более длинных и более коротких волн чувствительность быстро уменьшается. Так, даже в пределах желто-зеленой области для $\lambda = 510$ нм и $\lambda = 610$ нм чувствительность будет равна 0,5, а для $\lambda = 430$ нм (фиолетовый) и $\lambda = 675$ нм (красный) она составляет менее 0,01.

Точечные источники света.

Все вопросы, связанные с определением световых величин, особенно просто решаются в том случае, когда источник излучает свет равномерно во всех направлениях. Таким источником является, например, раскаленный металлический шарик. Подобный шарик посылает свет равномерно во все стороны; световой поток от него распределен равномерно по всем направлениям. Это означает, что действие источника на какой-либо приемник света будет зависеть только от расстояния между приемником и центром светящегося шарика и не будет зависеть от направления радиуса, проведенного к приемнику из центра шарика.

Во многих случаях действие света изучается на расстоянии R , настолько превосходящем радиус r светящегося шарика, что размеры последнего можно не учитывать. Тогда можно считать, что излучение света происходит как бы из одной точки — центра светящегося шара. В подобных случаях источник света называется точечным источником.

Само собой разумеется, что точечный источник не является точкой в гео-

метрическом смысле, а имеет, как и всякое физическое тело, конечные размеры. Источник излучения исчезающе малых размеров не имеет физического смысла, ибо такой источник должен был бы с единицы своей поверхности излучать бесконечно большую мощность, что невозможно. Более того, источник, который мы можем считать точечным, не всегда должен быть малым. Дело не в абсолютных размерах источника, а в соотношении между его размерами и теми расстояниями от источника, на которых исследуется его действие. Так, для всех практических задач наилучшим образцом точечных источников являются звезды; хотя они имеют огромные размеры, расстояния от них до Земли во много раз превосходят эти размеры.

Определим более точно, что понимается под равномерным излучением света во все стороны. Для этого надо воспользоваться представлением о телесном угле Ω , который равен отношению площади поверхности σ , вырезанной на сфере конусом с вершиной в точке S , к квадрату радиуса r сферы (рис. 1.3):

$$\Omega = \sigma / r^2. \quad (1.3)$$

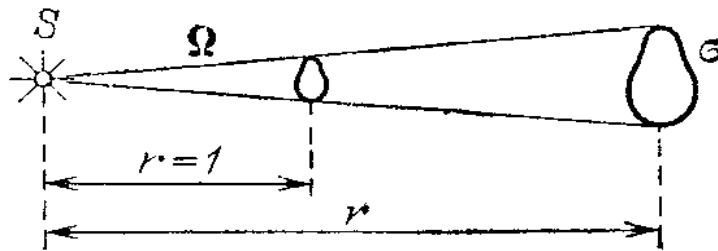


Рис. 1.3 Телесный угол Ω равен отношению площади поверхности σ , вырезанной на сфере конусом с вершиной в точке S , к квадрату радиуса r сферы: $\Omega = \sigma / r^2$

Это отношение не зависит от r , так как с ростом r вырезаемая конусом поверхность σ увеличивается пропорционально r^2 . Если $r=1$, то Ω численно равен σ , т. е. телесный угол измеряется поверхностью, вырезанной конусом на сфере единичного радиуса. Единицей телесного угла являетсястерадиан (ср) — телесный угол, которому на сфере единичного радиуса соответствует поверхность с площадью, равной единице. Телесный угол, охватывающий все пространство вокруг источника, равен 4π [ср], ибо площадь полной поверхности сферы единичного радиуса есть 4π .

Полное излучение какого-либо источника распределяется в телесном угле 4π [ср]. Излучение называется равномерным или изотропным, если в одинаковые телесные углы, выделенные по любому направлению, излучается одинаковая мощность. Конечно, чем меньше телесные углы, в которых мы произво-

дим сравнение мощности, излучаемой источником, тем с большей точностью мы проверяем равномерность излучения.

Итак, точечным источником является источник, размеры которого малы по сравнению с расстоянием до места наблюдения и который посылает световой поток равномерно во все стороны.

Основной величиной фотометрии является световой поток Φ – количество световой (лучистой) энергии, проходящей через заданную поверхность за единицу времени и оцениваемое по зрительным ощущениям.

Как видно из определения, световой поток характеризует световую энергию, проходящую в данном месте пространства через некоторую поверхность от одного или нескольких источников, и воспринимаемую органами зрения.

Световой поток, излучаемый в пространство каким либо источником света, также может служить характеристикой источника. Так, полный поток излучения (во всем диапазоне электромагнитных волн), который звезда посылает в окружающее пространство, астрономы называют светимостью звезды. Но такая характеристика источника становится неполной, если источник не является изотропным, т. е. излучает свет по разным направлениям неодинаково. В этом случае для характеристики световой энергии, посылаемой источником в разных направлениях, служит сила света источника.

Силой света источника I (характеристика источника) в данном направлении называется отношение светового потока Φ , посылаемого источником в этом направлении внутри телесного угла Ω , к величине этого угла:

$$I = \frac{\Phi}{\Omega} . \quad (1.4)$$

Поскольку полный телесный угол, окружающий точечный источник, равен 4π [ср], полный световой поток, излучаемый точечным источником, равен $\Phi = 4\pi I$.

Когда световой поток падает на какую либо освещаемую поверхность, например, стол или книгу, для нас важна освещенность E этой поверхности (характеристика поверхности), т. е. отношение светового потока Φ , падающего на поверхность площади σ , к величине этой площади:

$$E = \frac{\Phi}{\sigma} . \quad (1.5)$$

Понятно, что формулы (1.4) и (1.5) определяют среднюю силу света и среднюю освещенность. Они будут тем ближе к истинным, чем равномернее поток или чем меньше Ω и σ . Очевидно, что с помощью источника, посылающего определенный световой поток, мы можем осуществить весьма разнообразную силу света и весьма разнообразную освещенность.

Согласно формуле (1.4) световой поток Φ равен произведению силы света I на телесный угол Ω , в котором он распространяется:

$$\Phi = I\Omega.$$

Если телесный угол $\Omega=0$, т. е. лучи строго параллельны, то световой поток также равен нулю. Это означает, что строго параллельный пучок световых лучей не несет никакой энергии, т. е. не имеет физического смысла,— ни в одном реальном опыте не может быть осуществлен строго параллельный пучок. Это — чисто геометрическое понятие. Тем не менее параллельными пучками лучей очень широко пользуются в оптике. Дело в том, что небольшие отступления от параллельности световых лучей, имеющие с энергетической точки зрения принципиальное значение, в вопросах, связанных с прохождением световых лучей через оптические системы, практически не играют никакой роли. Например, углы, под которыми лучи от удаленной звезды попадают в наш глаз или телескоп, настолько малы, что они даже не могут быть измерены существующими методами; практически эти лучи не отличаются от параллельных. Однако эти углы все же не равны нулю, и именно благодаря этому мы и видим звезду. В последнее время световые пучки с очень острой направленностью, т. е. с очень малой расходимостью световых лучей, получают при помощи лазеров. Однако и в этом случае углы между лучами имеют конечное значение.

Законы освещенности.

Законы освещенности. Как показывают формулы (1.4) и (1.5), величины E и I связаны между собой. Пусть точечный источник S освещает небольшую площадку σ , расположенную на расстоянии R от источника (рис. 1.4).

Построим телесный угол Ω , вершина которого лежит в точке S и который опирается на края площадки σ . Он равен $\frac{\sigma}{R^2}$. Поток, посылаемый источником в этот телесный угол, обозначим через Φ . Тогда сила света $I = \frac{\Phi}{\Omega} = \frac{\Phi \cdot R^2}{\sigma}$, освещенность того или иного участка можно определить как $E = \frac{\Phi}{\sigma}$. Отсюда получим:

$$E = \frac{I}{R^2} \quad (1.6)$$

т. е. освещенность площадки равна силе света, деленной на квадрат расстояния до точечного источника.

Сравнивая освещенности площадок, расположенных на разных расстояниях R_1 и R_2 от точечного источника с силой света I , найдем:

$$E_1 = \frac{I}{R_1^2}, \quad E_2 = \frac{I}{R_2^2}$$

или

$$E_1/E_2 = R_2^2/R_1^2, \quad (1.7)$$

т. е. освещенность обратно пропорциональна квадрату расстояния от площадки до точечного источника. Это так называемый закон обратных квадратов.

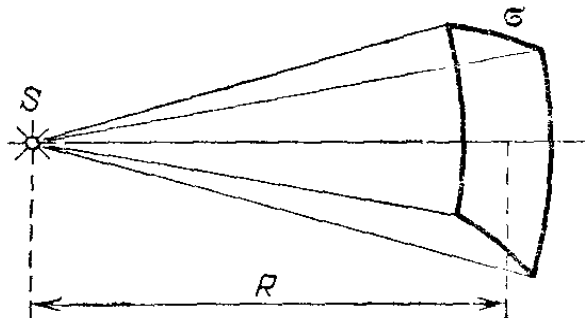


Рис. 1.4 Освещенность площадки σ , перпендикулярной к оси светового потока, определяется силой света и расстоянием R от точечного источника S до площадки

Если бы площадка σ была расположена не перпендикулярно к оси потока, а повернута на угол α , то она имела бы размеры $\sigma = \frac{\sigma_0}{\cos(\alpha)}$ (рис. 1.5), где σ_0 — площадка, пересекающая тот же телесный угол перпендикулярно к оси пучка, так что $\Omega = \frac{\sigma_0}{R^2}$. Мы предполагаем площадки σ и σ_0 настолько малыми и столь удаленными от источника, что для всех точек этих площадок расстояние до источника может считаться одинаковым (R) и лучи во всех точках составляют с перпендикуляром к площадке σ один и тот же угол α (угол падения).

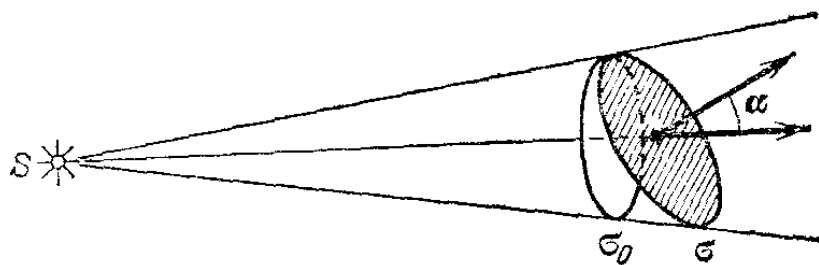


Рис. 1.5 Освещенность площадки σ пропорциональна косинусу угла α , образуемого перпендикуляром к площадке с направлением светового потока

В таком случае освещенность площадки σ есть:

$$E = \frac{\Phi}{\sigma} = \frac{\Phi \cdot \cos \alpha}{\sigma_0} = \frac{\Phi \cos \alpha}{\Omega \cdot R^2} = \frac{I \cos \alpha}{R^2}. \quad (1.8)$$

Итак, освещенность, создаваемая точечным источником на некоторой площадке, равна силе света, умноженной на косинус угла падения света на площадку и деленной на квадрат расстояния до источника.

Закон обратных квадратов соблюдается вполне строго для точечных источников. Если же размеры источника не очень малы по сравнению с расстоянием до освещаемой поверхности, то соотношение (1.6) не верно и освещенность убывает медленнее, чем по закону $1/R^2$; в частности, если размеры светящейся поверхности велики по сравнению с R , то освещенность практически не меняется при изменении R . Чем меньше размеры источника d по сравнению с R , тем лучше выполняется закон обратных квадратов. Так, при соотношении $\frac{d}{R} \leq \frac{1}{10}$

расчеты изменения освещенности по формуле (1.6) дают вполне хорошее согласие с наблюдением. Таким образом, закон обратных квадратов можно считать практически выполняющимся, если размеры источника не превышают 0,1 расстояния до освещаемой поверхности.

Освещенность поверхности, как видно из формулы (1.8), зависит, кроме того, от угла, под которым падают на эту поверхность световые лучи.

Система единиц измерения в фотометрии.

В системе световых единиц измерения за основную принята единица силы света, устанавливаемая с помощью эталонного источника. Таким источником, дающим силу света, равную единице, первоначально считалось пламя свечи, изготовленной строго стандартным способом (отсюда и пошло название этой единицы – свеча). Впоследствии пытались использовать в качестве эталона лампы накаливания, но их свойства меняются с течением времени, к тому же их невозможно в точности воспроизвести в случае поломки.

В 1967 г. специальным Международным соглашением был утвержден новый эталон, который можно точно воспроизвести, и который устроен следующим образом.

В специальном тугоплавком сосуде находится химически чистая платина (Pt) при температуре плавления 2042 К. При такой высокой температуре платина светится, и ее излучение по своим свойствам близко к излучению абсолютно черного тела.

В сосуд с расплавленной платиной помещена узкая трубочка, сделанная из материала сосуда, и через ее открытый конец наблюдают излучение с поверхности расплавленной платины.

Источником света, имеющим силу света 1 кандела (1 свеча), считается площадка величиной $1/60 \text{ см}^2$ на поверхности расплавленной платины, излучающая в направлении оси трубочки.

За единицу светового потока 1 люмен (лм) принимают такой световой поток, который создается точечным источником света с силой света 1 кандела (кд) в телесном угле 1стерадиан (стер).

За единицу освещенности 1 люкс (лк) принимают освещенность поверхности площадью в 1 м^2 , на которую падает световой поток в 1 лм, равномерно распределенный по этой поверхности.

Все эти единицы измерения фотометрических величин входят в Международную систему единиц СИ, а кандела является основной единицей в системе СИ наряду с метром, килограммом, секундой и ампером.

Для приведения в соответствие друг с другом энергетических и фотометрических величин измеряют энергетическую величину потока излучения Φ , который создает источник с силой света в 1 кд, излучающий на длине волны 555 нм в телесном угле 1стерадиан (при этом световой поток равен 1 лм).

Мощность такого излучения (поток излучения) оказывается равной $1/683$ Вт, так что источнику с силой света в 1 кд соответствует источник, излучающий в единицу телесного угла мощность $1/683$ Вт на длине волны 555 нм (т. е. в области максимальной чувствительности глаза).

Соответственно, потоку излучения в 1 Вт на длине волны 555 нм соответствует световой поток 683 лм.

Для перевода фотометрических величин в энергетические в других диапазонах длин волн следует использовать кривую относительной спектральной чувствительности глаза (Рис 1.2).

Если в каких-либо экспериментах спектральный состав излучения не меняется, то все энергетические и фотометрические величины будут пропорциональны друг другу с одним и тем же коэффициентом пропорциональности.

Заметим, что наряду с рассмотренными величинами важную роль в фотометрии играет яркость светящихся протяженных тел или освещаемых поверхностей.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

Аппаратная часть. Приборы и оборудование.

В лабораторной работе проверяется фотометрический закон расстояния (1.6)

Лабораторная работа выполняется на приборе ФЭЛ-25К (рис. 2.1), имеющим сопряжение с ПК, но допускающим ручной (автономный) режим работы. Все параметры эксперимента, установленные и измеренные значения параметров выводятся в соответствующие окна программы - оболочки для работы с установкой – LabVisual 2.5 и дублируются на ЖКД LCD дисплее учебной установки. Лабораторный комплекс может работать как в сопряжении с ПК, так и в ручном режиме работы, для которого не требуется наличие компьютера.

Соединение прибора с ПЭВМ для версии LabVisual-2.6 осуществляется через СОМ-порт либо через виртуальный СОМ-порт (переходник типа RS232 – USB).

Учебная установка состоит из двух блоков: 1) ПУЛЬТА УПРАВЛЕНИЯ и 2) ЛАБОРАТОРНОЙ СТАНИНЫ с источником и приемником излучения. Пульт управления соединяется с источником и приемником излучения специальными кабелями из комплекта. ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ может подключаться к ПЭВМ через СОМ-порт либо через виртуальный СОМ-порт (переходник типа RS232 – USB).

Нить накаливания лампы приближенно можно считать точечным источником излучения серого тела. Лампочка может перемещаться строго соосно относительно датчика на подставке, положение которой определяется укрепленной сбоку шкалой с делениями. Нулевое деление шкалы совпадает с плоскостью чувствительного слоя фотодатчика. Фотодатчик устроен таким образом, что реагирует только на инфракрасное излучение, генерируемое нитью накала. Накал нити лампы можно регулировать с помощью ПУЛЬТА УПРАВЛЕНИЯ в условных единицах (0 — 255) либо с помощью программы-оболочки.

Поскольку мы не располагаем прибором, измеряющим освещенность в фотометрических единицах, нам придется сравнивать различные значения величины потока излучения, воспринимаемого нашим фотодатчиком в относительно условных единицах измерения, которые, однако для общности картины, будем выводить на прибор в единицах освещенности ЛК (Люкс). При неизменности спектрального состава излучения можно считать, что его фотометрические и энергетические характеристики пропорциональны друг другу. Величину потока излучения, воспринимаемого датчиком, мы будем оценивать по величине фототока.

Расстояние R между приемником излучения и нитью лампы накаливания (рис. 2.1) следует определять по шкале, укрепленной сбоку станины. Минимальное расстояние между нитью накала и фотодатчиком $R=01$ см.

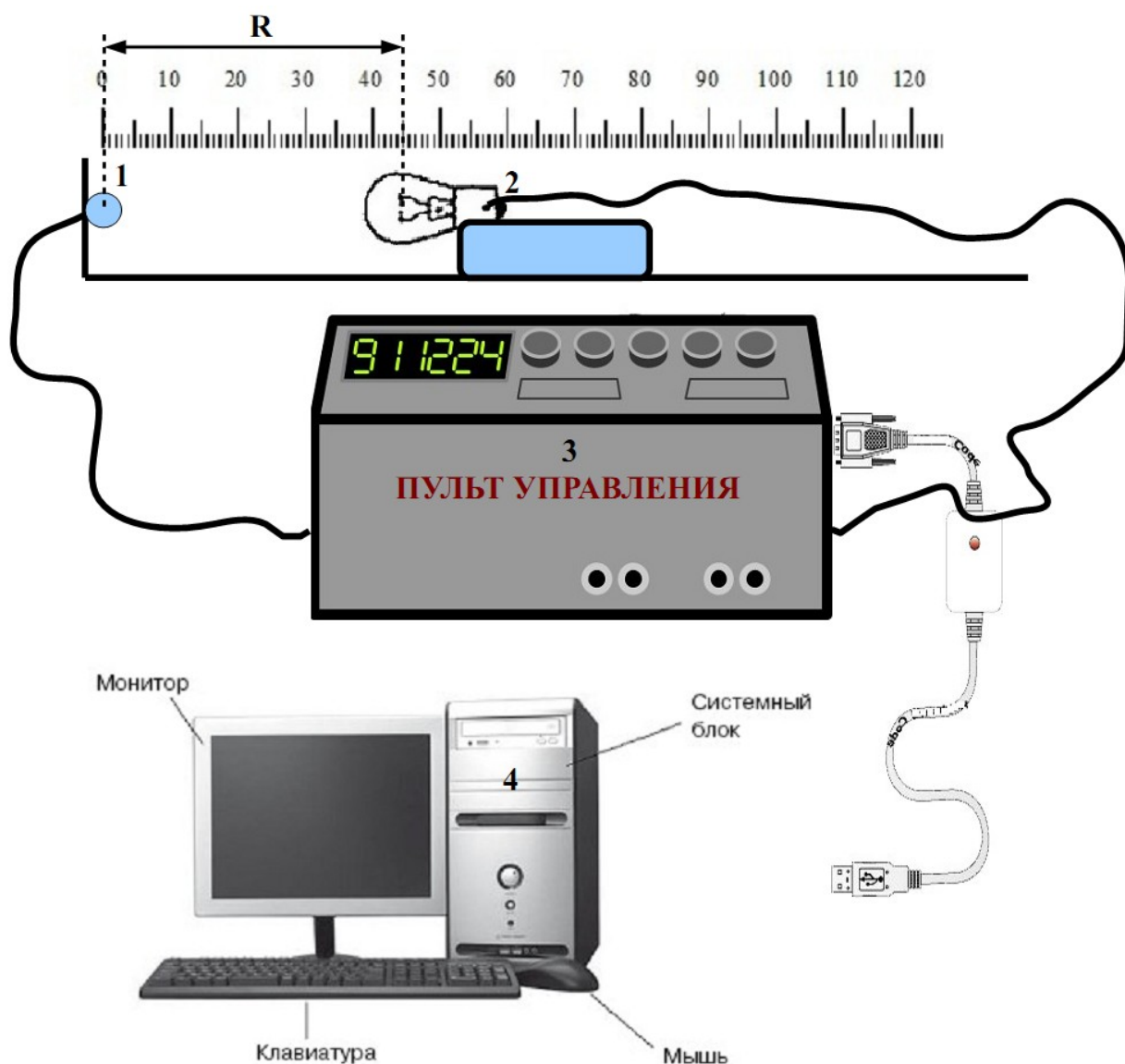


Рис. 2.1. Принципиальная блок-схема учебной установки для исследования фотометрического закона расстояния: 1 – приемник излучения (фотодиод); 2 – излучатель (нить лампы накаливания) на подвижной подставке; 3 – пульт управления; 4 – Персональный Компьютер.

Во избежание сбоев в работе, сопряжение с ПК посредством USB – порта и конфигурация USB-передатчика на учебном приборе осуществляется после включения установки в сеть и при последующем нажатии и удержании многофункциональной кнопки «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ/START USB» (кнопка используется для конфигурации устройства сразу после включения).

При этом, после включения лабораторной установки в сеть и до выполнения конфигурации USB-передатчика учебного прибора, устройство должно быть отключено от USB – порта ПК до соответствующего приглашения пользователя, высвечиваемого на LCD ЖКД дисплее:

CONNECTING

После появления данного сообщения на ЖКД LCD дисплее учебного прибора, можно подключить прибор к USB – порту ПК , **соединиться с виртуальным либо реальным СОМ-ПОРТОМ (выбрать из списка номер СОМ-ПОРТА, присвоенный системой для данного устройства и нажать «СОЕДИНИТЬ» в ПРОГРАММЕ-ОБОЛОЧКЕ LabVisual)**, затем однократно нажать кнопку «СТАРТ» в программе-оболочке LabVisual (кнопка используется для конфигурации устройства сразу после включения).

При работе в ручном режиме (без подключения к персональному компьютеру) следует нажать и удерживать нажатой кнопку «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ/START USB» до завершения процесса инициализации (на экране LCD ЖКД индикатора демонстрируется полоса, отображающая прогресс выполнения задачи). При этом начнется процесс инициализации прибора. В противном случае, возможна некорректная работа USB протокола и работа устройства. При работе в ручном режиме USB шнур можно не подключать.

После проведения инициализации, USB передатчик учебной установки отключается и прибор переходит в автономный режим работы без ПК «USB OFF». Для включения USB в приборе и последующей работы с программой приема и обработки данных LabVisual, либо для отключения USB и работы в ручном режиме, следует однократно нажимать кнопку «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ/START USB», расположенную на панели учебной установки.

Управление установкой может производиться из лабораторной среды LabVisual, в специализированной программе управления установкой. Для этого в программу введены специальные переключатели и кнопки.

Программная часть.

Подготовка к работе.

Учебная установка может работать как в автономном (ручном) режиме, без использования ПК, так и в автоматизированном режиме с персональным компьютером.

Для сопряжения работы учебной установки с персональным компьютером используется специально разработанный протокол передачи данных LabVisual, разделяющий байты управления и байты данных. Для визуализации принятых данных служит программа-оболочка LabVisual для ФЭЛ-25К. Установка подключается к реальному СОМ-ПОРТУ компьютера либо к виртуальному переходнику USB-RS232 при помощи специального соединительного кабеля.

В комплекте с лабораторной установкой поставляется ПЭВМ с предустановленным дистрибутивом среды LabVisual 2 и установленным и настроенным программным обеспечением (всё предустановленное программное обеспечение поставляется согласно лицензии GNU GPL v2 и является свободным и бесплатным, если не оговорено обратное).

После загрузки программной среды (~ 1 мин.) автоматически запустится программа оболочка LabVisual для работы с экспериментальной установкой. Если программа не запустилась автоматически, на виртуальном рабочем столе следует дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на ярлык LabVisual. При этом должно открыться главное окно программы-оболочки LabVisual для работы с экспериментальной установкой (рис. 3.1).

Программа LabVisual имеет интуитивно понятный, дружественный пользователю интерфейс, однако при первом включении необходимо выполнить первичную настройку на стороне ПК (см. пункт «НАСТРОЙКА USB-COM ПОРТА» далее).

После включения прибора в сеть и до выполнения конфигурации USB-передатчика учебного прибора, устройство должно быть отключено от USB – порта ПК до соответствующего приглашения пользователя, высвечиваемого на LCD ЖКД дисплее:

Connecting.....

После появления данного сообщения на ЖКД LCD дисплее учебного прибора, можно подключить прибор к USB – порту ПК, соединиться с виртуальным **СОМ-ПОРТОМ (выбрать из списка номер СОМ-ПОРТА, присвоенный системой для данного устройства и нажать «СОЕДИНИТЬ» в программе)** и однократно нажать кнопку «СТАРТ» в программе-оболочке LabVisual (кнопка используется для конфигурации устройства сразу после включения).

При работе в ручном режиме (без подключения к персональному компьютеру) следует нажать и удерживать нажатой кнопку «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ/START USB» до завершения процесса инициализации

(на экране LCD ЖКД индикатора демонстрируется полоса, отображающая прогресс выполнения задачи). При этом начнется процесс инициализации прибора. В противном случае, возможна некорректная работа USB протокола и работа устройства. При работе в ручном режиме USB шнур можно не подключать.

После проведения инициализации, USB передатчик учебной установки отключается и прибор переходит в автономный режим работы без ПК «USB OFF». Для включения USB в приборе и последующей работы с программой приема и обработки данных LabVisual, либо для отключения USB и работы в ручном режиме, следует однократно нажимать кнопку «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ/START USB», расположенную на панели учебной установки.

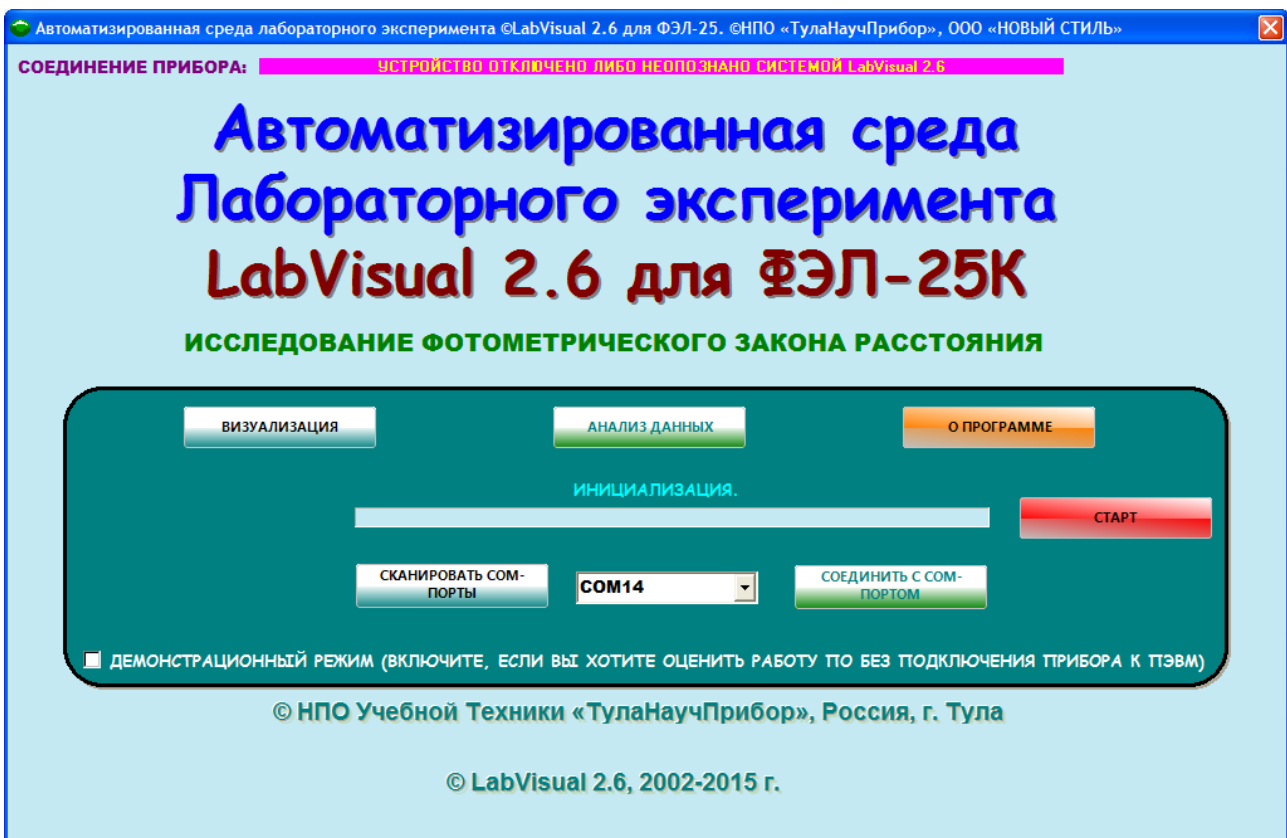


Рис. 3.1. Главное окно программы-оболочки LabVisual для работы с экспериментальной установкой ФЭЛ-02.

После соединения прибора с USB – портом ПК и выбора опыта, при запущенной среде LabVisual, необходимая подпрограмма для измерения должна запускаться автоматически рис. 3.2.

Для ознакомления с программой в отсутствии учебной установки, можно воспользоваться демонстрационным режимом. Для этого в главном окне программы, при отключенном от USB-порта ПК приборе, установите галочку «Демонстрационный режим». Появится меню, содержащие наименования экс-

периментов и позволяющее переключаться между ними для ознакомления с интерфейсом программы — оболочки.

Для выхода их демонстрационного режима, в главном окне программы снимите соответствующий флажок.

Демонстрационный режим доступен только в том случае, если прибор отключен от USB (COM) – порта ПК, в противном случае переключение режимов блокируется.

После запуска программы автоматически включается рабочий режим и ожидается подключение к USB-порту ПЭВМ.

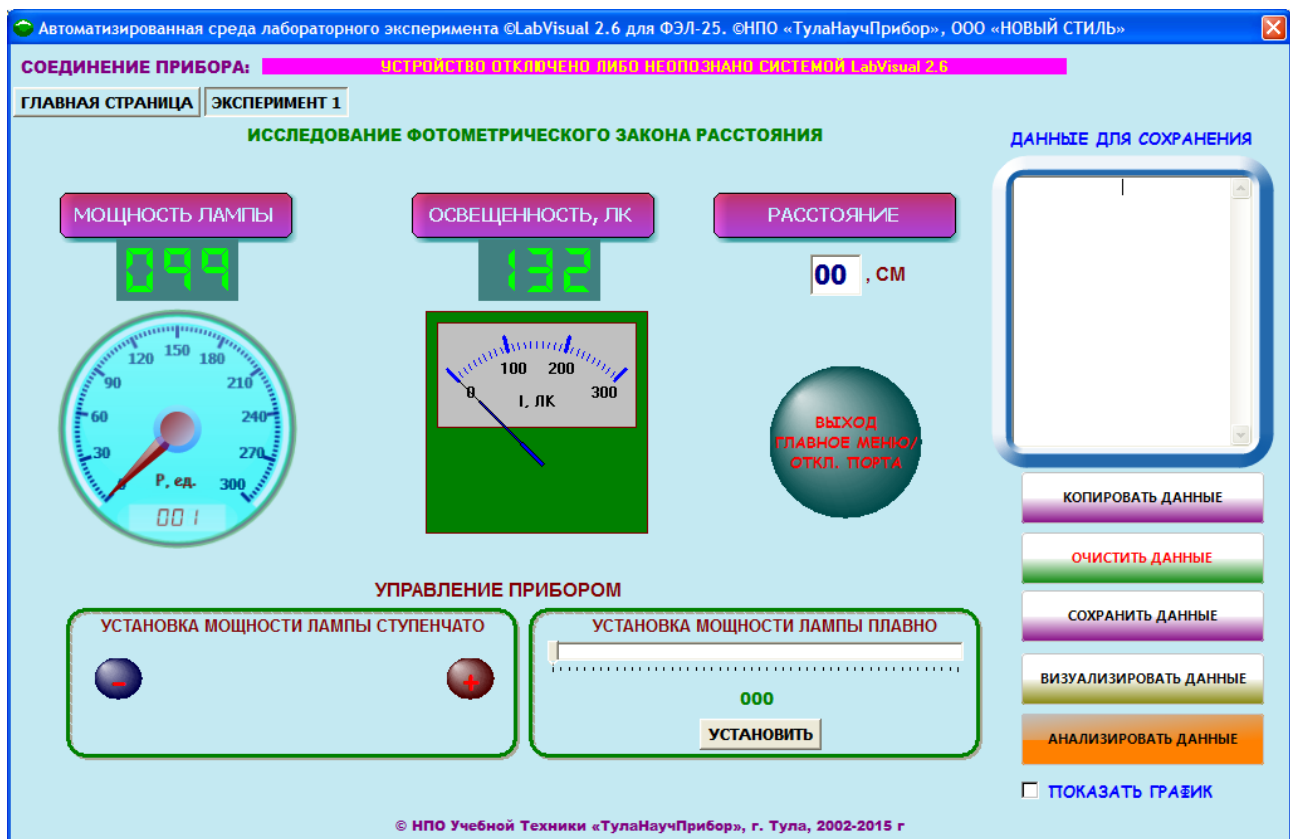


Рис. 3.2. Подпрограмма для измерения.

В данной версии ПО, среда LabVisual позволяет управлять параметрами эксперимента и учебной установкой непосредственно из окна программы – оболочки.

Для начала работы с программой включите USB передатчик на учебном приборе, нажав кнопку «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ/USB» и запустите среду LabVisual на ПК.

Для установки мощности излучения нити накала лампы можно использовать кнопки «УСТАНОВКА МОЩНОСТИ СТУПЕНЧАТО» либо установить ползунок «УСТАНОВКА МОЩНОСТИ ПЛАВНО» в любое положение и нажать кнопку «УСТАНОВИТЬ». Мощность лампы условно устанавливается в диапазоне 0 — 255 единиц.

Измеренное значение расстояния R от датчика до нити накала по шкале

(рис. 2.1) вводится в ручную в поле РАССТОЯНИЕ в формате XX см. При этом, если расстояние от датчика до нити накала лампы меньше 10 см, то перед числом следует вводить цифру «0». Т. е. пусть расстояние R от нити лампы до датчика равно 5 см, тогда в поле вводим число 05 см.

При нажатии кнопки «КОПИРОВАТЬ ДАННЫЕ» измеренные значения расстояния R и освещенности E копируются в специальное поле справа и одновременно наносятся на график, показать который можно установив галочку в пункте «ПОКАЗАТЬ ГРАФИК».

Для сохранения данных из программы во внешний файл-данных, нажмите кнопку «СОХРАНИТЬ ДАННЫЕ» и в стандартном диалоговом окне задайте имя файла для сохранения результатов опыта.

Для визуализации и последующего анализа полученных данных в программном комплексе LabVisual служат два компонента – упрощенный компонент LabVisual Data Analyzer рис. 3.3, вызываемый кнопкой «ВИЗУАЛИЗИРОВАТЬ ДАННЫЕ» и компонент с функциями сложного математического анализа для подробного анализа экспериментальных данных и построения графиков LabVisual «MagicPlot» рис. 3.4, вызываемый нажатием кнопки «АНАЛИЗИРОВАТЬ».

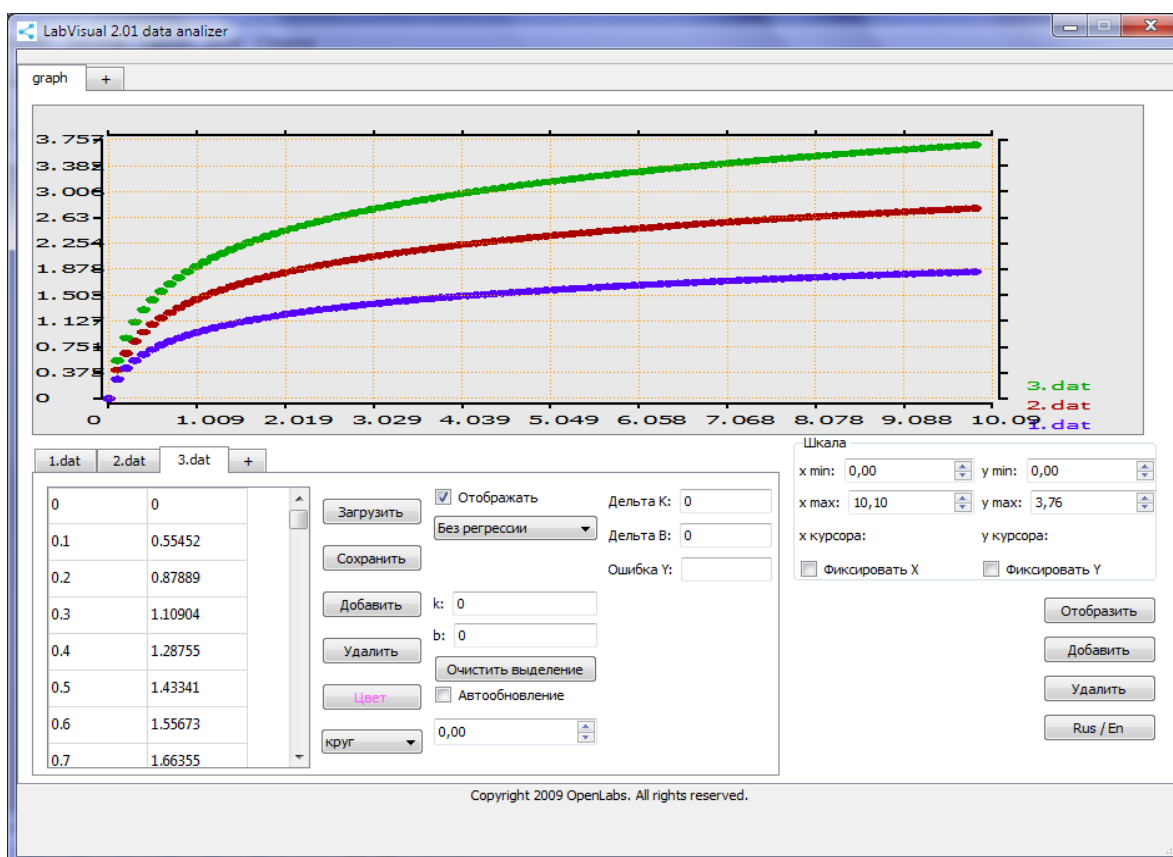


Рис.3.3. Пример работы компонента LabVisual Data Analyzer.

Для загрузки какого-либо файла данных в LabVisual Data Analyzer служит кнопка «ЗАГРУЗИТЬ», для отображения загруженных данных, а также после каких-либо внесенных изменений в график (цвет, символы для отображения и т. д.) следует нажимать кнопку «ОТОБРАЗИТЬ» для перерисовки. Открыв несколько вкладок данных нажатием на вкладку «+» и, загрузив в каждую вкладку данные из сохраненных файлов-данных, можно отобразить на рабочем поле семейство характеристик. Вкладка «+» для графиков служит для создание нескольких рабочих областей графиков, в каждую из которых также можно загрузить данные.

ВНИМАНИЕ! Для работы компонента MagicPlot для анализа данных необходимо установить последнюю версию исполняющей среды Java 7 (Runtime библиотеки виртуальной машины Java).

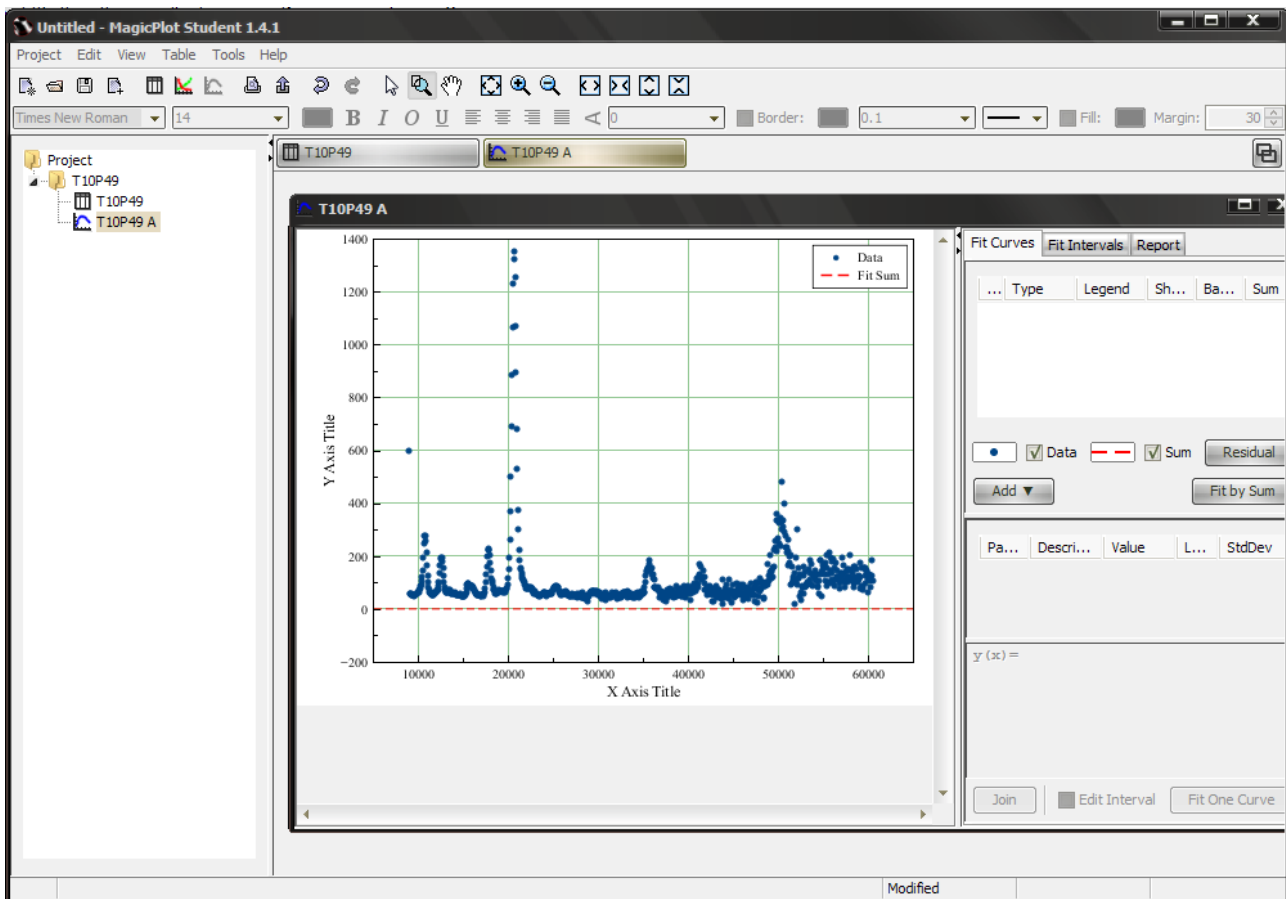


Рис. 3.4. Пример работы компонент MagicPlot для анализа данных, получаемых на лабораторной установке.

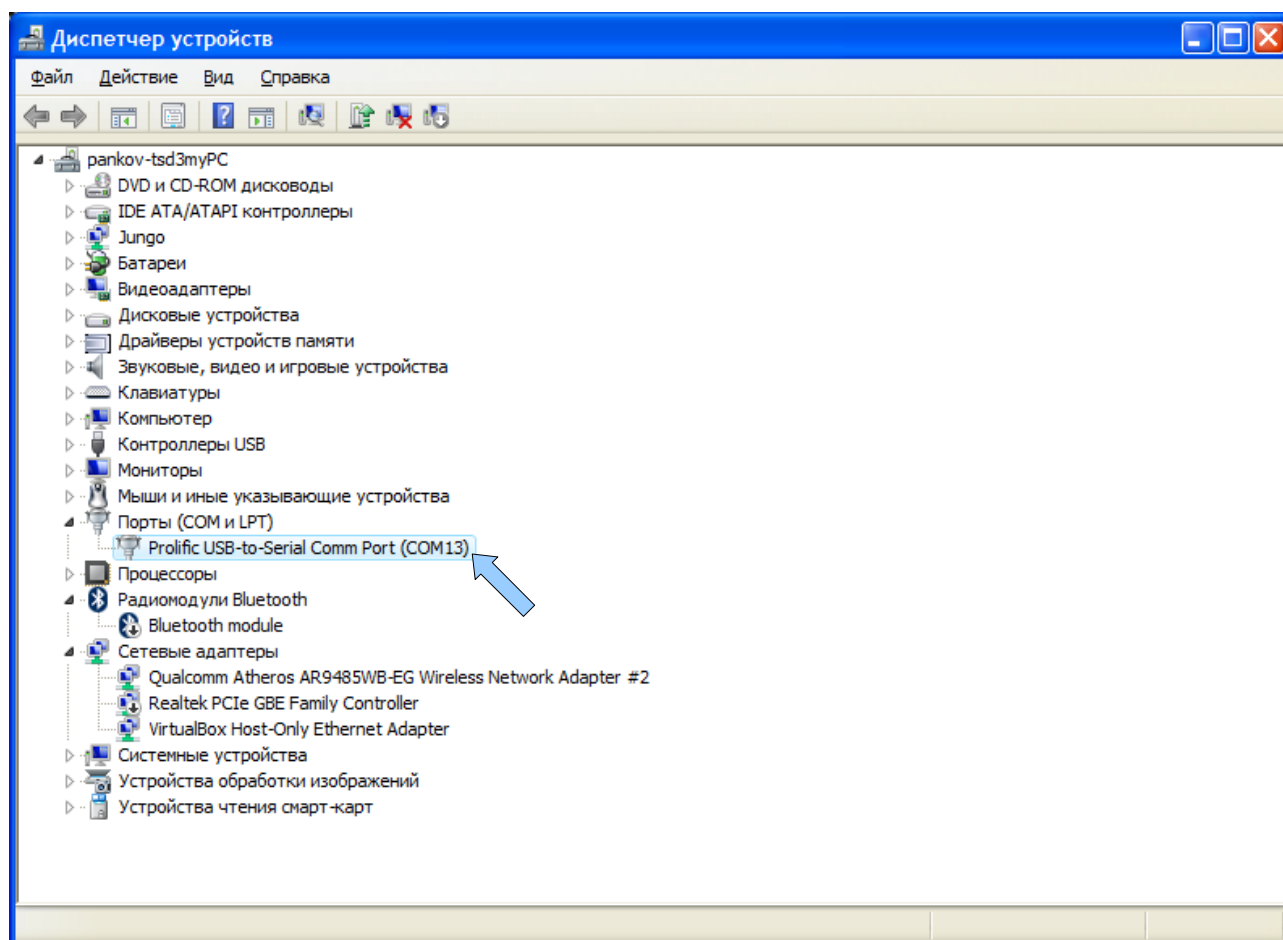
Настройка соединения с USB.

При работе с реальным COM-портом драйвера, как правило, не требуются, т. к. входят в состав драйверов для чипсета данной материнской платы.

При работе с виртуальным COM-портом (переходником RS232-USB) следует помнить, что в дистрибутив Windows не входит драйвер USB для данного устройства, поэтому сначала следует установить его. Для этого, подключив прибор к USB-порту ПК, следует зайти в ДИСПЕТЧЕР УСТРОЙСТВ (ПУСК-НАСТРОЙКА-ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ-ДИСПЕТЧЕР УСТРОЙСТВ). Затем следует двойным щелчком мыши выбрать устройство, отмеченное восклицательным знаком «!» (USB-232), перейти во вкладку «ДРАЙВЕР» и нажать на кнопку «ОБНОВИТЬ».

В открывшемся окне следует выбрать "Установка с указанного места" («Поиск и установка драйверов вручную») и нажать на кнопку "Далее". После чего появится окно, в котором необходимо задать директорию, в которой находятся файлы драйвера, для этого следует нажать кнопку "Обзор" и выбрать соответствующую директорию.

Для облегчения установки драйверов в комплекте с переходником RS232-USB как правило поставляется диск с необходимым программным обеспечением.



После установки драйвера в системе появится виртуальный COM-порт. Номер порта, присвоенный системой, можно посмотреть в разделе

ДИСПЕТЧЕР УСТРОЙСТВ - ПОРТЫ СОМ и LPT. Устройство называется «Virtual Communications Port (СОМ ...). В примере на рисунке система присвоила устройству номер СОМ-порта – СОМ13.

Указанный порт следует выбрать в настройках программы-оболочки Labvisual и нажать на кнопку «СОЕДИНИТЬ с СОМ-портом». Если СОМ-порта нет в предлагаемом списке следует нажать кнопку «СКАНИРОВАТЬ СОМ-ПОРТЫ».

Подготовка к эксперименту.

1. Перед включением установки в сеть проверить целостность всех соединительных сигнальных и сетевых проводов. Все работы по подключению комплекса к компьютеру следует выполнять только при отключенных от сети приборах. Разобраться с принципиальными блок-схемами опытов, в назначении кнопок, переключателей и ручек прибора. **На данном шаге НЕ подключайте прибор к USB порту ПК.**
2. Соединить монитор с системным блоком ПЭВМ, подключить клавиатуру и мышь к системному блоку используя стандартные провода для подключения. Подключить системный блок ПЭВМ и монитор к сети ~220 В.
3. Загрузить операционную систему согласно стандартным процедурам загрузки.
4. При необходимости, настроить компьютер для работы с учебной установкой согласно прилагаемому руководству к среде LabVisual.
5. Запустить программу LabVisual для работы с учебной установкой для данного эксперимента пользуясь ярлыком на рабочем столе либо другим способом, указанным лаборантом.

Проведение эксперимента.

1. Перед включением следует проверить целостность всех соединительных и сетевых проводов устройств.
2. Соединить фотоприёмник и лампу накаливания с пультом управления с помощью прилагаемых специальных соединительных проводов рис. 2.1.
3. Включите лабораторный модуль в сеть ~ 220 В.
4. Перевести переключатель СЕТЬ на панели установки в положение «ВКЛ» при этом должен загореться соответствующий сигнальный светодиод «СЕТЬ». Дать прибору прогреться не менее 5 минут.
5. Дождаться появления системного сообщения на ЖКД LCD дисплее прибора, о дальнейшем порядке действий:

Connecting.....

6. После появления данного сообщения на ЖКД LCD дисплее учебного прибора, можно подключить прибор к USB – порту ПК (через переходник) и однократно нажать кнопку «СТАРТ» в программной оболочке LabVisual (кнопка используется для конфигурации устройства сразу после включения). При этом начнется процесс инициализации прибора. При автономном режиме работы сделать это можно непосредственно с учебной установки, нажимая и удерживая кнопку «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ/USB» до тех пор, пока индикатор уровня инициализации на ЖКД экране не достигнет правого конца дисплея. **ВНИМАНИЕ! ПОСЛЕ ИНИЦИАЛИЗАЦИИ ПРИБОРА USB ПЕРЕДАТЧИК УЧЕБНОЙ УСТАНОВКИ ОТКЛЮЧАЕТСЯ И ПРИБОР ПЕРЕХОДИТ В АВТОНОМНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ.** Для включения USB в приборе и последующей работы с программой приема и обработки данных LabVisual, либо для отключения USB и работы в ручном режиме, следует нажимать кнопку «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ/USB».
7. С помощью кнопок управления «МОЩНОСТЬ ЛАМПЫ НАКАЛИВАНИЯ» на ПУЛЬТЕ УПРАВЛЕНИЯ либо в программе LabVisual установить среднее значение мощности излучения лампы (~ 130 ед.). Мощность устанавливается в условных единицах в диапазоне 0 — 255 единиц.
8. Передвигая подвижное крепление на лабораторной станине, установить минимально возможное расстояние R между фотодатчиком и нитью накала лампы. **При этом не следует допускать соприкосновения колбы лампы с поверхностью фотоприемника.**
9. Занести измеренное расстояние R , см по шкале и измеренное значение освещенности E , Лк в данной точке в таблицу.
10. При работе в автоматизированной среде LabVisual расстояние от датчика до нити накала следует заносить в формате XX см. Измеренное значение расстояния R от датчика до нити накала по шкале (рис. 2.1) вводится в ручную в поле РАССТОЯНИЕ. При этом, если расстояние от датчика до

нити накала лампы меньше 10 см, то перед числом следует вводить цифру «0». Т. е. пусть расстояние R от нити лампы до датчика равно 5 см, тогда в поле вводим число 05 см.

11. При нажатии кнопки «КОПИРОВАТЬ ДАННЫЕ» измеренные значения расстояния R и освещенности E копируются в специальное поле справа и одновременно наносятся на график, показать который можно установив галочку в пункте «ПОКАЗАТЬ ГРАФИК».
12. Плавно отодвигая лампу накаливания от фотоприемника получить 7 — 10 значений освещенности E на различном расстоянии R . Освещенность E в данной точке пространства на оси нить «накала — фотоприемник» будет убывать приближенно по закону обратного квадрата (формула 1.6) при увеличении расстояния R .
13. По полученным данным построить график зависимости освещенности E от расстояния R : $E=E(R)$.
14. С помощью кнопок управления изменить мощность излучения лампы накала и повторить пп. 8 — 13 при данной мощности излучения.
15. Повторить пп. 8 — 13 для других 5 — 7 значений мощности излучения лампы.
16. Для каждого значения мощности излучения построить графики зависимости $E=E(R)$.
17. По окончании работы отключить установку от сети, поставив переключатель «СЕТЬ» в положение «ВЫКЛ» и вынуть сетевую вилку из розетки.
18. Закрыть программу LabVisual и выключить ПК согласно стандартным процедурам выключения компьютера.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой раздел физики именуют фотометрией?
2. Какими энергетическими величинами характеризуется электромагнитное излучение?
3. Как построена система физических величин фотометрии? Что является основной физической величиной в фотометрии?
4. Как строится система единиц измерения в фотометрии? Какая единица измерения является эталонной?
5. Как связаны между собой энергетические и фотометрические характеристики светового излучения?
6. Как выводится основной закон освещенности.
7. В каких видах человеческой деятельности необходимо знание фотометрических характеристик излучения?

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. «Энциклопедия для детей. Физика». Том 16. Стр. 157, 200, 216. М. «Аванта+». 2000.
2. Л.И. Пономарёв. «Под знаком кванта». М. «Наука». Главная редакция физико–математической литературы. 1989.
3. Ю.Р. Носов «Дебют оптоэлектроники». Библиотечка «Квант», выпуск 84. М. «Наука». Главная редакция физико–математической литературы. 1992.
4. В.А. Беляков, Е.С. Ицкевич, Б.М.Болотовский «Школьникам о современной физике» Электромагнетизм. Твёрдое тело. М. «Просвещение» 1982
5. «Физическая энциклопедия» том 4. М. Научное издательство «Большая Российская энциклопедия» 1994.
6. «Физическая энциклопедия» том 1. М. «Советская энциклопедия» 1994.
7. О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов «Экспериментальные задания по физике 9 – 11 классы». М. «Вербум - М», 2001.
8. «Физический практикум для классов с углубленным изучением физики», Под редакцией Ю.А. Дика, О.Ф. Кабардина. М. «Просвещение», 1993.
9. И.П. Жеребцов «Основы электроники», Ленинград, «Энергоатомиздат», 1990.
10. М.Е. Левинштейн, Г.С. Симин «Барьеры», Библиотечка «Квант», выпуск 65. М. «Наука», Главная редакция физико–математической литературы. 1987.
11. Г.Я. Мякишев, «Физика 10 –11. Электродинамика», учебник для углубленного изучения физики. М. «Дрофа», 2001.
12. Г.Я. Мякишев, А.З. Синяков «Физика 11. Оптика. Квантовая физика.», учебник для углубленного изучения физики. М. «Дрофа», 2001.

**ДЛЯ СВОБОДНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ
НПО УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»**