

НПО УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»



**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГЛОЩЕНИЯ И ПРОПУСКАНИЯ  
СВЕТА**

**ФКЛ-22**

**ПАСПОРТ.**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.**

**2018 г.**

## 1. Назначение.

Установка предназначена для проведения лабораторных работ по курсу «ФИЗИКА» в высших учебных заведениях.

Лабораторный модуль предназначен для постановки лабораторных работ по разделам «Атомная физика», «Основы физики твердого тела» в практикуме ВУЗов. Все элементы модуля выполнены в едином настроенном блоке и в процессе эксплуатации не требуют вмешательства пользователя.

Установка выполнена в климатическом исполнении УХЛ, категория 4.2 ГОСТ 15150-69 для эксплуатации в помещении при температуре от 10°C до 35°C и относительной влажности до 80 %.

## 2. Технические условия и комплектующие.

Напряжение питания	220 В
Потребляемая мощность	не более 200 Вт
Максимальный ток	не более 1,5 А
Условия эксплуатации	температура 10-40 °С при нормальном атмосферном давлении.

Учебная состоит из нескольких элементов, конструктивно объединенных в нескольких корпусах:

- объекта исследования — лампы накаливания, ртутной лампы и набора светофильтров.
- Монохроматора МУМ-01
- Фотоусилителя УФЭ-500 с фотоприёмником
- Осветителя с ртутной лампой и лампой накаливания;
- стабилизированного источника питания, подающего питание нужной полярности и значения на все элементы схемы;
- схемы контроля необходимых параметров

### 3. Устройство и принцип работы.

Оптическая схема монохроматора МУМ-01 представлена на рис. 2.1. Все детали монохроматора располагаются в закрытом корпусе, предохраняющем их от внешнего излучения. Со стороны оптического входа (объектива) к корпусу прикреплен тубус с линзами, а с боковой – приемник излучения 9 (фотодатчик на основе фотоэлемента, фотоумножителя либо фотодиода). 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 (лампа накаливания либо ртутная лампа) с помощью системы линз 2 сначала преобразуется в параллельный пучок, а затем в сходящийся, который фокусируется в плоскости входной щели 4. 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 максимума интенсивности при дифракции. Чтобы излучение заданной длины волны попадало на выходную щель (там где закреплен фотоприемник), 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 фотоприемника, пропорциональный интенсивности монохроматического излучения, поступает на блок обработки сигналов 10 (фотоусилитель), после которого измеряется цифровым вольтметром 13 либо АЦП микропроцессора.

Фотоприёмник УФЭ-500, содержащий PIN-диод и усилительную схему подключается к ПУЛЬТУ УПРАВЛЕНИЯ с помощью кабеля LPT-25 PIN из комплекта. Для управления коэффициентом усиления фотоприемника следует использовать кнопки с фиксацией (грубая регулировка) и ручку «КОЭФФИЦИЕНТ УСИЛЕНИЯ» (плавная регулировка), расположенные на фотоприемнике УФЭ-500. Коэффициент усиления (значение, установленное ручкой « $K_{ус}$ . ПЛАВНО») выводится на LCD индикатор БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ.

При этом во время измерений надо следить за тем, чтобы **показания вольтметра PV1, измеряющего фототок с выхода усилителя на LCD индикаторе в режиме МУМ не превышали +4,0 — +4,5 В, в противном случае усилитель находится в насыщении и не работает в нормальном линейном режиме. Если показания вольтметра PV1 остаются на уровне +4,0 В следует уменьшить коэффициент усиления прибора.**

**При работе в режиме МУМ в светлом помещении, как правило, возникает необходимость накрывать фотоприёмник и левую сторону моно-**

хроматора плотной черной тканью для уменьшения попадания внешнего оптического излучения. Фотоприёмник обладает высокой чувствительностью, особенно при больших коэффициентах усиления. Типичные уровни напряжения, выдаваемые фотоприемником с усилителем при перекрытии светового потока (темновой ток), обычно находятся на уровне 0,1 — 0,5 В.

Конструктивно установка состоит из нескольких узлов:

1) БЛОК ПИТАНИЯ источников излучения, который служит для питания спектральной ртутной лампы и лампы накаливания. На передней панели БЛОКА ПИТАНИЯ располагаются органы управления: переключатель ламп, LCD индикатор и регулятор интенсивности излучения лампы накаливания. На боковых крышках БЛОКА ПИТАНИЯ располагаются сетевые переключатели для включения отдельно аналоговой и цифровой (не во всех модификациях) части прибора во избежание сбоев в работе цифровой части, вход СЕТЬ 220 В, выход для соединения БЛОКА ПИТАНИЯ с ОСВЕТИТЕЛЕМ и ВХОД/ВЫХОД 25-pin «ФОТОУСИЛИТЕЛЬ» для соединения БЛОКА ПИТАНИЯ с ФОТОУСИЛИТЕЛЕМ.

2) ОСВЕТИТЕЛЬ со спектральной ртутной лампой ДРСК-125, которая генерирует интенсивный линейчатый спектр ртути как в видимой, так и в ультрафиолетовой области спектра, и лампой накаливания для получения сплошного равномерного спектра в видимой области.

3) ФОТОУСИЛИТЕЛЬ УФЭ-500 (рис. 2.2) предназначен для усиления слабых фотоэлектрических сигналов с ФОТОПРИЕМНИКА. Фототок, возникающий в цепи фотодиода (ФОТОПРИЕМНИКА) весьма мал (порядка  $10^{-10} \div 10^{-6}$  А), поэтому для его регистрации используется высокочувствительный усилитель постоянного тока DA1. Для уменьшения помех усилитель находится в защитном корпусе в непосредственной близости от фотоэлемента и соединяется с фотоприемником при помощи экранированных проводов. Кнопки и резистор Кусил, регулирующий коэффициент усиления схемы, позволяют регулировать коэффициент усиления от 1 до 680 единиц. Усиленное значение напряжения с фотодиода (ФОТОТОК) регистрируется встроенным в ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ вольтметром PV1.

4) МОНОХРОМАТОРА МУМ-01, предназначенного для выделения узкого спектрального интервала.

Помещая между входным окном монохроматора и источником света различные светофильтры можно провести эксперименты по исследованию кривых пропускания и поглощения данных образцов.

При этом лампа накаливания подключается для работы в видимой области спектра (400 — 700 нм), а ртутная лампа включается для исследования УФ области спектра (300 — 400 нм) и специальных защитных светофильтров от УФ — излучения (защитные стекла для маски сварщика).

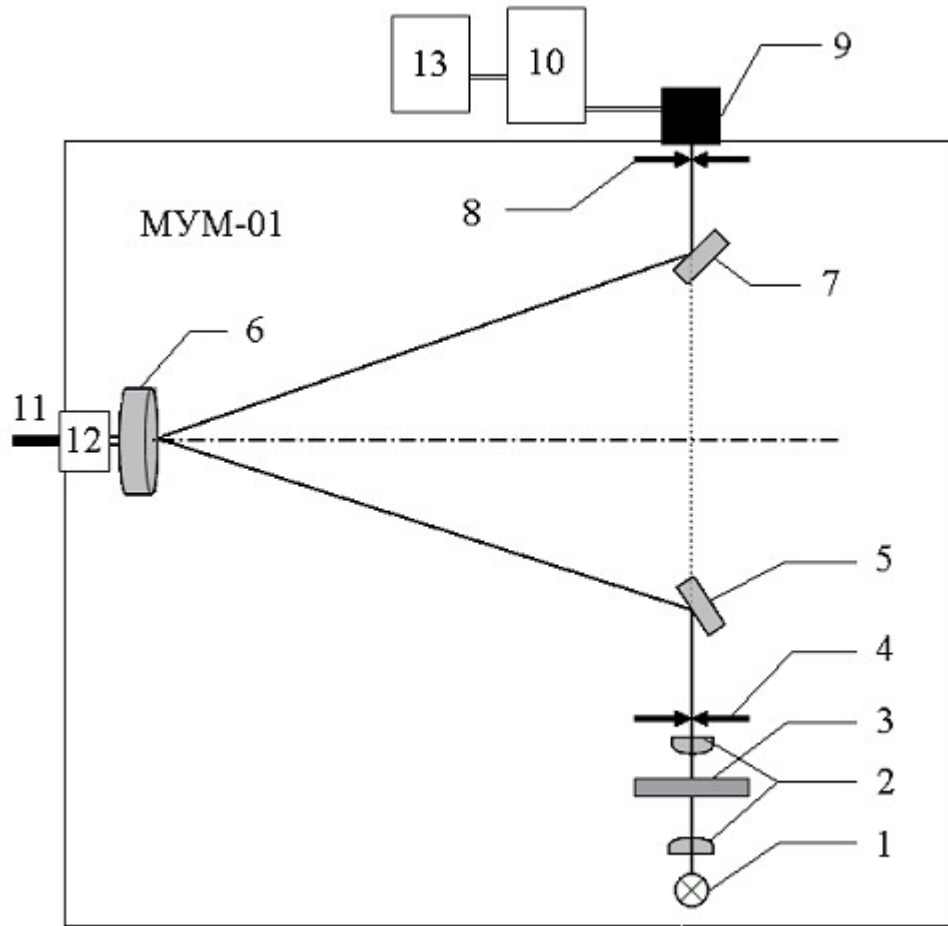


Рис. 2.1. Схема монохроматора МУМ-01

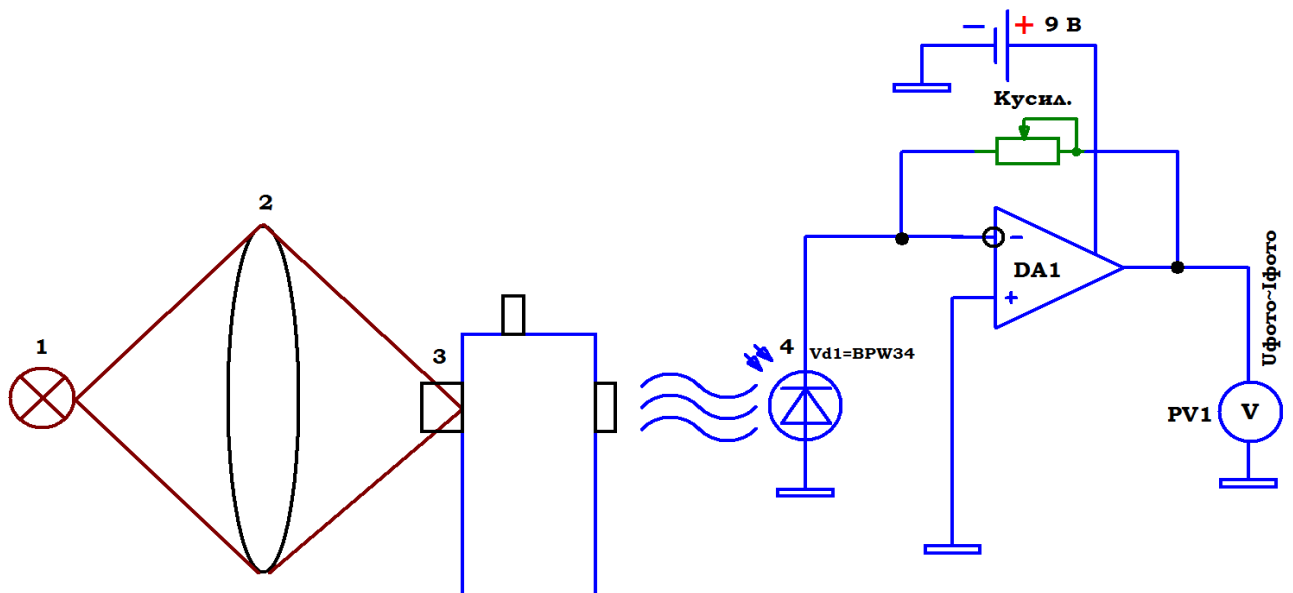


Рис. 2.2. Световой поток от источника (1) с помощью линзы-конденсора (2) собирается на входной щели монохроматора МУМ-01 (3), который выделяет из него узкий спектральный интервал. Полученное таким образом излучение падает на фотодиод (4), который помещен в защитный кожух и жестко закреплен у бокового выхода монохроматора. Световой поток, падающий на фотоприёмник, можно изменять с помощью установки на вход или выход монохроматора сменных щелей из комплекта. Образец помещается между источником света (1) и входным окном монохроматора перед линзой (2), которая встроена в МУМ-01.

В качестве источника света в работе используется газоразрядная ртутная лампа ДРСк-125, имеющая интенсивный линейчатый спектр ртути как в видимой, так и в УФ областях спектра и лампа накаливания как источник сплошного спектра в видимой области.

Для регистрации вольтамперных характеристик фотоэлемента и спектров пропускания образцов применяется специальный электронный блок УФЭ-500. В состав этого блока входит PIN-диод и усилительная схема, состоящая из нескольких каскадов. На рисунке 2.2 показана упрощенная схема прибора.

В данной работе в качестве приёмника оптического излучения используется PIN-диод типа ВРW34. Максимальная спектральная чувствительность 950 нм, максимальное обратное напряжение 60 В. Обратный темновой ток не более 5 нА.

PIN-диод - разновидность диода, в котором между областями электронной ( $n$ ) и дырочной ( $p$ ) проводимости находится собственный (нелегированный, англ. intrinsic) полупроводник ( $i$ -область) (см. рис. 2.4).  $p$  и  $n$  области как правило легируются сильно, так как они часто используются для омического контакта к металлу.

Широкая нелегированная  $i$ -область делает pin-диод плохим выпрямителем (обычное применение для диода), но с другой стороны это позволяет использовать его в аттенюаторах (ослабителях сигнала), быстрых переключателях, фотодетекторах, а также в высоковольтной электронике.

Ртутная лампа является мощным источником света в ультрафиолетовой области спектра, поэтому следует избегать попадания прямого светового потока излучения от лампы в глаза и длительного облучения кожи.

Параметры лампы ДРСК-125 стабилизируются через 5-7 минут после включения. **Запрещается выключать лампу от сети в процессе разгорания.** Горевшую лампу можно зажечь повторно лишь после 10 минутного перерыва.

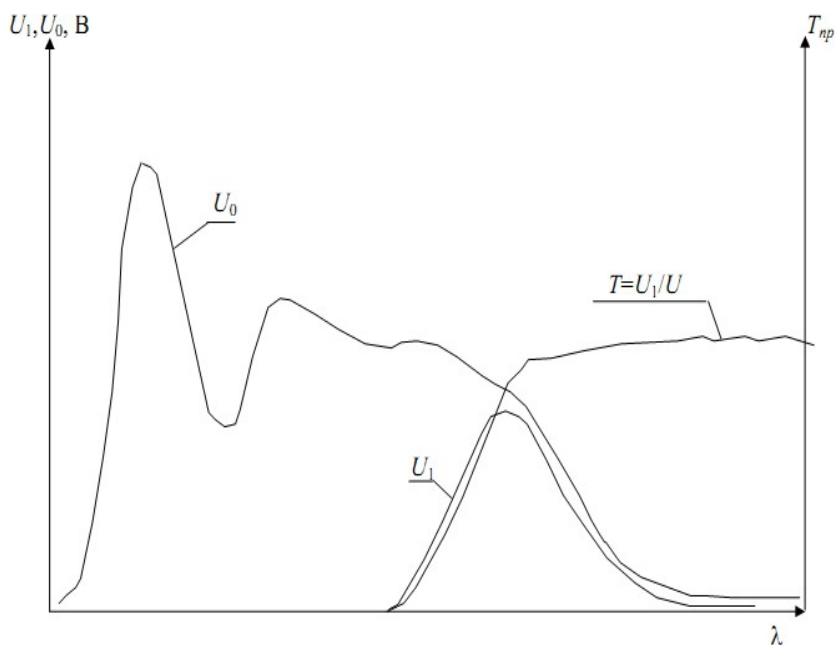


Рис. 2.3. Пример результатов по измерению спектров поглощения и пропускания.  $U_0$  – фотосигнал без светофильтра,  $U_1$  – фотосигнал со светофильтром,  $T_{пр}$  — коэффициент пропускания образца.



Рис. 2.4. Функциональная структура pin-диода

#### **4. Порядок выполнения.**

1. Перед началом работы ознакомится с принципиальной схемой учебной установки, разобраться в назначении ручек, кнопок и измерительных приборов. Проверить целостность сетевого провода. **Категорически запрещается замыкать выходы контрольных точек схемы!**

2. Включить установку в сеть  $\sim 220$  В. Поставить переключатель «СЕТЬ» на панели учебного модуля в положение «ВКЛ», при этом должен загореться сигнальный индикатор.

3. Дать установке прогреться в течение трех минут.

4. Согласно методическому руководству произвести необходимые измерения и расчеты.

5. По окончании работы отключить установку от сети, поставив переключатель «СЕТЬ» в положение «ВЫКЛ» и вынуть сетевую вилку из розетки.

#### **5. Меры предосторожности.**

Несмотря на то, что корпус устройства выполнен из не электропроводящего материала, в установке используется опасное для жизни сетевое напряжение, поэтому работа с установкой требует повышенных мер предосторожности. Запрещается эксплуатация устройства в помещениях с повышенной влажностью. Запрещается включать устройство в сеть в разобранном виде, также запрещена эксплуатация блока со снятой крышкой.

Таким образом, эксплуатация лабораторного модуля является полностью безопасной, при соблюдении обычных мер предосторожности в учебных лабораториях (проверка изоляции соединительных проводов, шнуров и т.п.). Снятие крышки могут производить лишь компетентные сотрудники, т. к. модуль питается переменным сетевым напряжением  $\sim 220$  В.

**Режим работы установки прерывистый – через каждые 50 минут работы делается перерыв на 10 мин. Все вычисления производить после проведения экспериментов.**

## 6. Гарантийные обязательства

Предприятие-изготовитель НПО Учебной Техники «ТулаНаучПрибор» гарантирует бесперебойную работу установки не менее **12 месяцев** с момента передачи изделия заказчику. В случае обнаружения некачественности изделия, не связанного с почтовыми форс-мажорными обстоятельствами, грузополучатель обязан незамедлительно сообщить поставщику об этом, указав, в чем заключается неисправность.

Гарантия не распространяется на изделия, вышедшие из строя по вине грузополучателя, вследствие включения устройства в сеть с не соответствующим номинальным значениям параметров питающей сети, не обеспечивающим нормальный режим работы устройства.

Гарантийный ремонт не производится, претензии по качеству не принимаются в случаях: а) отсутствие гарантийного талона (паспорта изделия); б) при нарушении пломб, наличии следов вскрытия, попытки вскрытия (например, сорванные шлицы винтов, следы на корпусе, неправильная сборка), проведения предварительного ремонта самим пользователем, внесение изменений в конструкцию, использование принадлежностей, не предусмотренных изготовителем. в) следов термических, либо химических воздействий. г) небрежного технического обслуживания и эксплуатации, попадания посторонних предметов в узлы инструмента или их загрязнения, а так же в случаях эксплуатации изделия с нарушениями указаний технического паспорта, руководства по эксплуатации и дополнений продавца к руководству по эксплуатации.

Гарантия не распространяется: а) на неисправности, возникшие в результате несообщения о первоначальной неисправности; б) на неисправности, возникшие в результате нарушений инструкций и рекомендаций, содержащихся в руководстве по эксплуатации и дополнений продавца к руководству по эксплуатации; в) на изделие, которое подвергалось ремонту и конструктивным изменениям не уполномоченными на то лицами; г) на неисправности, вызванными транспортными повреждениями, небрежным обращением, или плохим уходом, не правильным использованием; д) на детали, являющиеся изнашиваемыми и расходными материалами (в том числе на спектральные лампы, срок службы которых напрямую зависит от частоты включений в времени использования, тем не менее, для проверки целостности и работоспособности ламп дается срок 14 дней); е) на внешние механические повреждения, вызванные эксплуатацией; ж) на такие виды работ, как регулировка, чистка и прочий уход за изделием, оговоренный в руководстве по эксплуатации; з) при использовании изделия не по назначению.

По истечении гарантийного срока, ремонт изделия осуществляется за отдельную плату.

Настоящий паспорт служит основанием для ремонта изделия при обнаружении неисправностях в течение всего гарантийного срока. Претензии по качеству и комплектности продукции принимаются по адресу: Россия, 300001, г. Тула, ул. Степанова, 29-88, НПО ТулаНаучПрибор, Панкову С. Е. Тел. 8-910-585-55-02; e-mail: [physexperiment@narod.ru](mailto:physexperiment@narod.ru), web-страница: <http://www.physexperiment.narod.ru>

### Производственное Объединение учебной техники «ТулаНаучПрибор»

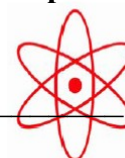
Заказчик:

\_\_\_\_\_

« » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Исполнитель:

Панков С. Е.



« » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Разработано и изготовлено: НПО Учебной Техники «ТулаНаучПрибор»,  
Россия, г. Тула