

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»

**УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВНЕШНЕГО ФОТОЭФФЕКТА С
ПОМОЩЬЮ ВАКУУМНОГО ФОТОЭЛЕМЕНТА**

ФКЛ 11

ПАСПОРТ.

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.

2013 г.

1. Назначение.

Учебная лабораторная установка ФКЛ-11 предназначена для постановки лабораторных работ по курсу «Квантовая физика» («Атомная и ядерная физика») в физическом практикуме ВУЗов. Данный лабораторный модуль позволяет исследовать явление внешнего фотоэффекта, продемонстрировать основные законы фотоэффекта и с помощью вольт-амперных характеристик фотоэлемента для различных длин волн λ , выделяемых монохроматором, численно оценить постоянную Планка. Предназначен для работы с монохроматором учебным МУМ-01. установка может также применяться для постановки лабораторной работы «Изучение спектра атома ртути. Изучение тонкой структуры энергетических уровней атома ртути» визуальным и фотоэлектронным методами а также других лабораторных работ, не противоречащих требованию настоящего руководства.

2. Технические условия и комплектующие.

Напряжение питания	220 В
Потребляемая мощность	не более 150 Вт
Точность измерения напряжения анода	$\pm 0,02$ В
Точность измерения фототока,	5 наноАмпер ($5 \cdot 10^{-9}$ А)
Объект исследования	фотоэлемент СЦВ-3
Условия эксплуатации	температура 15-40 °С при нормальном атмосферном давлении.

Монохроматор МУМ-01

Рабочий диапазон длин волн, нм - 200..800. Оптическая система допускает дуплет натрия 589,0 - 589,6. Величина обратной линейной дисперсии, нм/мм - 3,2. Допускаемая расфокусировка спектральных линий в плоскости выходной щели не более ± 1 мм, нм L=404,7; L=501,6; L=667,8. Погрешность показаний счетчика длин волн, нм $\pm 0,2$. Дифракционная решетка 40x40 мм, штрихов/мм 1200. Масса - 4 кг. Габаритные размеры - 385x248x145 мм.

Основные блоки установки – блок облучения, содержащий лампу ДРСк-125 в защитном кожухе, ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ (источник питания для лампы); фотоприемник, содержащий фотоэлемент СЦВ-3; блок измерения, содержащий специально настроенную чувствительную схему усиления слабых фототоков УФЭ-500; два универсальных мультиметра для измерения напряжения на фотоэлементе и фототока.

3. Устройство и принцип работы установки ФКЛ - 11

Установка состоит из объекта исследования, устройства измерительного УФЭ-500, блока управления и монохроматора МУМ-1, выполненных в виде конструктивно законченных изделий, устанавливаемых на лабораторном столе и соединяемых между собой кабелем.

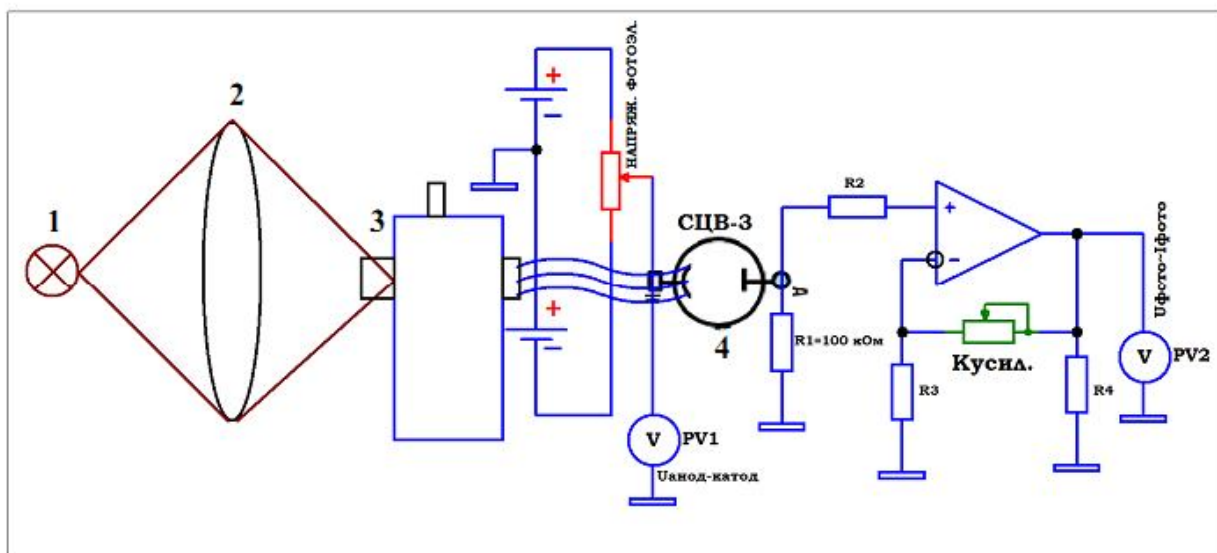


Рис.1. Принципиальная блок-схема установки ФКЛ-11

Принципиальная схема экспериментальной установки приведена на рис. 1. 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 катод фотоэлемента (4), который помещен в защитный кожух и жестко закреплен у бокового выхода монохроматора. Световой поток, падающий на фотоэлемент, можно изменять с помощью установки на вход или выход монохроматора сменных щелей из комплекта. Фототок, возникающий в цепи фотоэлемента, особенно при подаче на анод задерживающего потенциала, весьма мал (порядка $10^{-10} \div 10^{-6}$ мкА), 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. В основу работы усилителя положен принцип измерения слабых фототоков по величине падения напряжения на известном входном сопротивлении $R1=100$ кОм прибора и усилении этого напряжения в $K \approx 200$ раз. Перед началом работы необходимо производить калибровку усилителя «УФЭ-500». Для этого, в отсутствии внешнего напряжения на аноде ($U_a=0,00$ В), измеряемого вольтметром PV1 и отсутствии светового потока, падающего на фотоэлемент, ручками управления «УСТАНОВКА НУЛЯ ГРУБО, ПЛАВНО» добиваются показаний $0,00 \pm 0,02$ В на вольтметре PV2, показания которого пропорциональны фототоку. Резистор Кусил., регулирующий коэффициент

усиления схемы, настроен наилучшим образом на $K=200$ (коэффициент усиления фотоусилителя в данном приборе), находится внутри устройства и его регулировка не допускается.

Свет от ртутной лампы поступает на вход (объектив) 2.5 монохроматора МУМ-01 (рис.2). Монохроматор имеет сферическую дифракционную решетку 2.6, боковой выход 2.3 (с жестко укрепленным фотоприемником), задний выход 2.1 (для визуального наблюдения спектра в видимой области), механизм 2.8 поворота решетки и связанный с ним механизм 2.7 отсчета длины волны излучения с приводом от вала с ручкой 2.9. на входе и на выходах имеется возможность устанавливать сменные щели. Излучение, вошедшее во входную щель 2.5, направляется на дифракционную решетку 2.6 неподвижным зеркалом 2.4. Длина волны излучения, отраженного от решетки в направлении выхода монохроматора зависит от ориентации решетки. Поворот решетки осуществляется вращением ручки 2.9. Длина волны

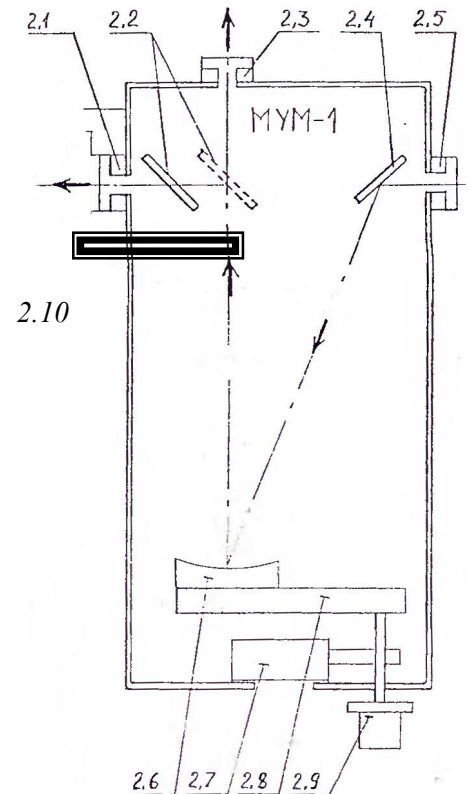


Рис. 2. Монохроматор учебный малогабаритный МУМ-1

отсчитывается по шкале 2.7 отсчетного устройства. Шкала имеет три барабана, показывающее значение длины волны в

нанометрах. Правый барабан имеет дополнительную шкалу с ценой деления 0.2 нм, отсчет по которой производится по горизонтальной визирной линии (рис.6). Выбор выхода монохроматора осуществляется с помощью подвижного зеркала 2.2, перемещаемого штоком 2.10. Шкала монохроматора уже откалибрована в показаниях длин волн.

Параметры лампы стабилизируются через 5-7 минут после включения. **Во время процесса разгорания выключать лампу от сети запрещается. Повторное включение горевшей лампы возможно только через 7-10 минут после выключения.**

Устройство измерительное и БЛОК УПРАВЛЕНИЯ с помощью сетевых шнуров евро стандарта подключаются к сети 220В, 50Гц.

Принцип действия установки основан на изменении тока через фотоэлемент при изменении полярности и величины приложенного к нему напряжения и изменения спектрального состава и величины освещенности катода фотоэлемента.

В процессе выполнения лабораторных работ снимаются зависимости тока через фотоэлемент от приложенного к нему напряжения. При этом меняется полярность напряжения (т.е. отдельно снимаются прямая и обратная ветви вольт-амперной характеристики фотоэлемента).

Характеристики снимаются при различных значениях освещенности и при изменении длины волны освещения фотоэлемента. По результатам измерений строятся семейства вольт-амперных характеристик и, используя соответствующие методы расчета, численно оценивается значение постоянной Планка.

Подробное описание лабораторной работы, которая может быть выполнена на базе установки, приведено в соответствующем методическом указании.

4. Порядок работы

1. Включите усилительный блок «УСИЛИТЕЛЬ УФЭ-500» в сеть ~220 В и поставьте сетевой переключатель на блоке усилителя в положение «ВКЛ». Осветитель, питаемый через ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ, при этом должен быть выключен, **сетевая кнопка на ПУЛЬТЕ УПРАВЛЕНИЯ «ЛАМПА ДРСК-125» должна находиться в положении «ВЫКЛ»** (для проведения калибровки). Дайте прогреться измерительному устройству не менее 5 минут.

2. Подключите выход фотоэлемента, расположенного у бокового выхода монохроматора, ко входу «ФОТОЭЛЕМЕНТ» «УСИЛИТЕЛЯ УФЭ-500» специальными экранированными проводами (короткие перемычки), соблюдая полярность.

3. Подключите к выходам «УСИЛИТЕЛЬ УФЭ-500» универсальные мультиметры, также соблюдая полярность. Установите на мультиметрах **предел измерения 20 В $V_{\text{—}}$** , обеспечивающий измерения постоянного напряжения с точностью до 0,01 В. Подключите осветитель с лампой к выходу «ДРСК-125» БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ.

4. Переведите шток 2.10 (см. рис. 2), расположенный на передней панели монохроматора в положение, обеспечивающее визуальное наблюдение спектральных линий.

5. Установите напряжение на аноде фотоэлемента 0,00 В (по показаниям мультметра, подключенному к выходу НАПРЯЖЕНИЕ). Произвести калибровку измерительного прибора, для чего вращая ручки «УСТАНОВКА НУЛЯ, ГРУБО, ПЛАВНО» добиться индикации 0,00 на мультиметре, подключенному к выходу «ФОТОТОК» (допускается индикация до значения 2 младшего разряда).

6. Проверьте подключение осветителя к выходу «ЛАМПА ДРСК-125» БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ. Включите ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ в сеть ~220 В сетевым проводом евро-стандарта из комплекта и поставьте сетевую кнопку «ЛАМПА ДРСК-125» в положение «ВКЛ». При этом должен начаться дуговой разряд в лампе. Дать лампе прогреться не менее 7-10 минут. **Во время процесса разгорания выключать лампу от сети запрещается.** Защитный железный кожух осветителя в процессе работы достаточно сильно разогревается, поэтому во избежание ожогов трогать его запрещается.

7. Выделяя из спектра ртути соответствующую линию, перевести весь световой поток на боковой выход 2.3 к фотоэлементу, для чего плавно потянуть шток 2.10 на себя до упора не вращая.

8. Вращая ручки



, снять прямую и обратную

ветви ВАХ фотоэлемента на данной длине волны излучения.

9. Определить запирающее напряжения для каждой длины волны. Запирающее напряжение U_3 (показания вольтметра V_1) следует определять не в точке $I=0$, а там, где кривая переходит в участок со слабым наклоном (см. методическое руководство). Согласно методическому руководству, оценить значение постоянной Планка h .

10. По окончании работы необходимо отключить питание установки выключателями СЕТЬ и отключить сетевые вилки от питающей сети.

11. При работе с установкой возможны разработка и использование других методических разработок по конкретным лабораторным работам содержание которых не противоречит требованиям настоящего паспорта.

12. Режим работы установки прерывистый – через каждые 45 минут работы делается перерыв на 10 мин.

Спектр ртутной лампы при разряде в низком давлении приведен в таблице 1:

таблица 1

Окраска линии	Относительная яркость	Длина волны, нм
Желтая	10	579,07
Желтая	8	576,96
Зеленая	10	546,07
Голубая	1	491,60
Синяя	8	435,83
Фиолетовая	1	407,78
Фиолетовая	2	404,66

5. Меры предосторожности.

Эксплуатация лабораторного модуля ФКЛ-11 является полностью безопасной, при соблюдении обычных мер предосторожности в учебных лабораториях (проверка изоляции соединительных проводов, шнуров и т.п.). Снятие крышек могут производить лишь компетентные сотрудники, т. к. модуль питается переменным сетевым напряжением ~220 В.

В процессе работы так же рекомендуется избегать одновременного контакта с землей и корпусом лабораторных приборов и одновременного контакта между корпусами лабораторных приборов.

Запрещается эксплуатация устройства в помещениях с повышенной влажностью. Запрещается включать устройство в сеть в разобранном виде, также запрещена эксплуатация со снятой крышкой.

Лампа ДРСк-125 является источником света в ультрафиолетовой области, поэтому следует избегать попадания прямого светового потока излучения от ламп в глаза и длительного облучения кожи.

8. Гарантийные обязательства

Предприятие-изготовитель НПО Учебной Техники «ТулаНаучПрибор» гарантирует бесперебойную работу прибора 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, 300016, г. Тула, ул. Театральный пер., 2-12, НПО ТулаНаучПрибор, Панкову С. Е. Тел. 8-910-585-55-02; e-mail: physexperiment@narod.ru, web-страница: <http://www.physexperiment.narod.ru>



Производственное Объединение учебной техники «ТулаНаучПрибор»

Заказчик:

Исполнитель:

Панков С. Е.

« » _____ 20__ г.

« » _____ 20__ г.