

П/О УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ГУЛАНАУЧПРИБОР»

**ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНА СТЕФАНА-БОЛЬЦМАНА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ЗАВИСИМОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СВЕТИМОСТИ НАГРЕТОГО
ТЕЛА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ.**

ФКЛ 15

ПАСПОРТ.

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.

2015 г.

Настоящий паспорт предназначен для ознакомления с техническими данными изделия, устройством, порядком работы и правилами эксплуатации.

1. Назначение.

Лабораторный модуль ФКЛ-15 предназначен для постановки лабораторных работ по курсу «Квантовая физика» («Атомная и ядерная физика») в физическом практикуме ВУЗов. Учебная установка предназначена для постановки лабораторной работы по изучению энергетической светимости нагретого серого тела от температуры.

Примечание: Возможна разработка иных лабораторных работ с использованием данного модуля, не противоречащих требованиям настоящей инструкции.

2. Технические условия и комплектующие.

Напряжение питания	220 В
Потребляемая мощность	не более 125 Вт
Условия эксплуатации	температура 15-40 °С при нормальном атмосферном давлении.
Точность измерения тока накала	$\pm 2 \text{ mA}$
Точность измерения напряжения на накале	$\pm 0,02 \text{ V}$
Точность измерения длины волны	$\pm 50 \text{ нм}$
Точность напряжения фотодатчика	$\pm 0,02 \text{ В}$
Объекты исследования	вольфрамовый оксидный катод лампы, нить накала лампы накаливания 12 В

3. Устройство и принцип работы.

Лабораторная работа состоит из двух экспериментов. В первом и втором опыте в качестве излучающего тела используется нить накала вакуумной лампы и исследуется зависимость интегральной энергетической светимости от температуры. Для определения температуры нити накаливания снимается вольтамперная характеристика, по которой определяется величина статического сопротивления ($R = \frac{U_{нак}}{I_{нак}}$) нити и рассчитывается ее температура. Таким образом, в данном опыте температура катода определяется косвенным методом на основании зависимости сопротивления проводника от температуры:

$$R = R_0(1 + \alpha T)$$

$$T = \frac{R - R_0}{R_0 \alpha} \quad (18)$$

$$R = \frac{U_{нак}}{I_{нак}}$$

где α - температурный коэффициент сопротивления материала, из которого изготовлен катод, в нашем случае лампа имеет оксидный вольфрамовый накальный катод и можно принять $\alpha = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

В самом начале работы нужно рассчитать R_0 – условное сопротивление нити при абсолютном нуле $T=0$:

$$R_0 = \frac{R_{комн.}}{1 + \alpha T}$$

Сопротивление при комнатной температуре $T \approx 300 \text{ K}$ считать равным $R_{ком} \approx 1,528 \text{ Ом}$, сопротивление же разогретого катода определяется по закону Ома путем измерения $U_{кат}$, $I_{кат}$ встроенным «ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ ПРИБОРОМ».

На рисунке 2 представлена типичная вольтамперная характеристика нити накаливания. Видно, что при малых значениях тока ток линей-

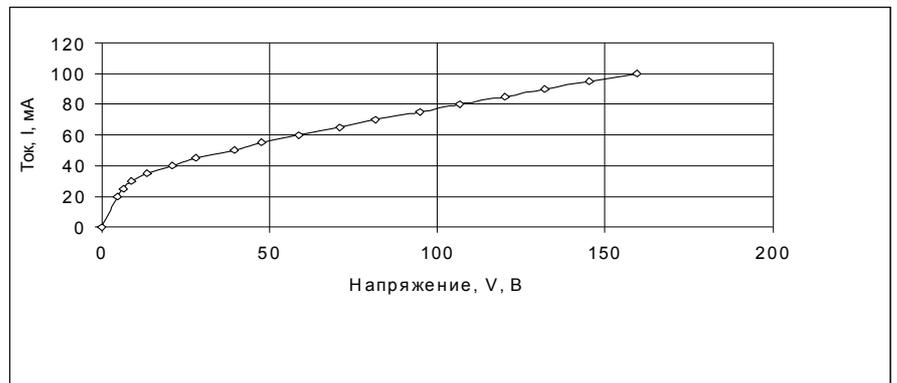


Рис.2 Типичный вид вольтамперной характеристики нити накаливания.

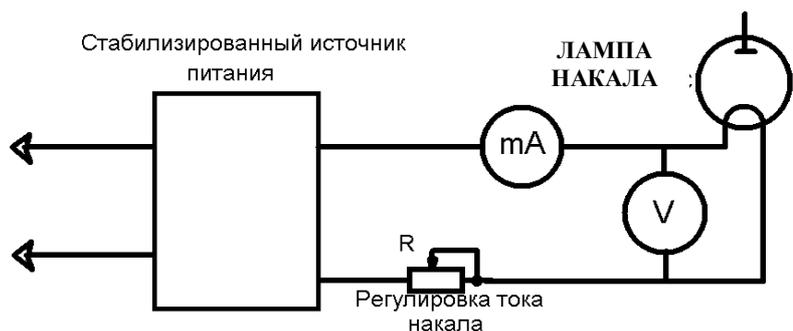


Рис.3 Принципиальная блок-схема первого эксперимента установки ФКЛ-15.

но зависит от приложенного напряжения и соответствующая прямая проходит через начало координат. При дальнейшем увеличении тока нить накала разогревается, сопротивление лампы увеличивается и наблюдается отклонение вольтамперной характеристики от линейной зависимости, проходящей через начало координат. Для поддержания тока при большем сопротивлении требуется большее напряжение. Дифференциальное сопротивление лампы $R_{\partial} = dU/dI$ монотонно уменьшается и вольтамперная характеристика в целом носит нелинейный характер.

Принципиальная электрическая блок схема первого эксперимента для учебной установки ФКЛ-15 приведена на рис. 3. Напряжение от источника питания поступает на исследуемую нить накала лампы накаливания. Регулировка тока накала обеспечивается кнопками «РЕГУЛИРОВКА ТОКА» (на блок схеме показаны как резистор R). Ток накала и напряжение накала измеряется комбинированным цифровым «ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ ПРИБОРОМ», показания индусируются на ЖКД LCD индикаторе. Так как исследуемый образец оксидного катода подчиняется закону Стефана-Больцмана в ограниченном диапазоне температур, измерения проводятся в интервале 1000-2200 К.

Все элементы схемы питаются от стабилизированного источника питания. Выбор эксперимента осуществляется с помощью многофункциональной кнопки «РЕЖИМ РАБОТЫ. ВЫБОР/EXIT». Запуск выбранного эксперимента осуществляется нажатием многофункциональной кнопки «РЕЖИМ РАБОТЫ. ВХОД/ТЕМПЕРАТУРА».

Температура вольфрамового катода, как правило, неодинакова в различных точках, т. к. его концы охлаждаются значительно сильнее, чем середина за счет теплоотвода на массивных держателях. При симметрично расположенных держателях, можно считать, что кривая изменения температуры вдоль катода имеет широкий размытый максимум в средней части, что позволяет считать, что большая часть нити накала имеет во всех точках практически одинаковую температуру.

Считая, что вся потребляемая электрической лампой мощность $P = I_{\text{нак}} U_{\text{нак}}$ отводится излучением, можно определить интегральную излучающую способность как:

$$R_{\text{изл.}} = \frac{U_{\text{нак}} I_{\text{нак}}}{S}$$

а затем из формул (15) (16), пренебрегая температурой окружающей среды T_2 по сравнению с температурой разогретой нити накала, определить постоянную Стефана-Больцмана как:

$$\sigma = \frac{U_{\text{нак}} I_{\text{нак}}}{S a_T T^4} \quad (19)$$

где площадь излучающей поверхности нити накала лампы принять равной $S=3,0 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$, температуру для каждого значения тока и напряжения на-

кала рассчитывать по формуле (18). Степень черноты (интегральный коэффициент излучения) a_T оксидного катода зависит от температуры, а также от природы излучателя и состояния поверхности. Значения a_T для исследуемого в данной работе излучателя взять из таблицы 1.

Интегральный коэффициент излучения a_T оксидного вольфрамового катода. Таблица 1.

Истинная температура, T, К	a_T
1000	0.118
1200	0.201
1400	0.218
1600	0.315
1800	0.348
2000	0.423
2200	0.516

Значения a_T в промежуточных точках находят, построив график зависимости $a_T(T)$ и интерполируя значения двух известных соседних точек к искомой.

Во втором эксперименте в качестве объекта исследования также используется нить накала обычной лампы накаливания, представляющая собой хорошую модель излучателя – серого тела. Температура нити накаливания лампы устанавливается многофункциональной кнопкой «РЕЖИМ РАБОТЫ. ВХОД/ТЕМПЕРАТУРА». В качестве ИК-спектрометра в данном эксперименте используется его электрическая модель. Излучение от лампы накаливания попадает на фотодатчик. Считая, что максимум спектральной чувствительности фотодатчика изменяется в зависимости от приложенного напряжения и находится при данном поданном напряжении смещения на датчик в достаточно узкой области длины волны (спектральная характеристика фотоприемника имеет ярко выраженный максимум при определенной длине волны при подачи на него данного напряжения смещения), можно использовать его как модель ИК-спектрометра.

Установка максимальной спектральной чувствительности датчика осуществляется кнопками «ДЛИНА ВОЛНЫ», установленное значение длины волны отображается на ЖКД LCD дисплее. Таким образом, измеряется значение излучательной способности серого тела на данной длине волны при некоторой установленной температуре нити накала излучателя. Напряжение фотодатчика $u_{вых}$ пропорционально величине излучательной способности $r_{\lambda, T}$ нити накала, так при освещении фотодатчика в цепи его возникает электрический ток, пропорциональный падающему световому потоку. Такая система, применяемая во втором эксперименте, позволяет снять зависимости излучательной способности серого тела $r_{\lambda, T} = u_{\lambda, T} \sim u_{вых}$ от длины волны при различных температурах и получить семейство характеристик.

4. Порядок работы.

1. Перед выполнением работы проверить целостность сетевого провода, а также соединительных проводов.
2. Включить установку в сеть ~ 220 В. Поставить переключатель «СЕТЬ» на «БЛОКЕ УПРАВЛЕНИЯ» в положение «ВКЛ», при этом должен загореться сигнальный светодиод.
3. С помощью кнопок управления выбрать необходимый эксперимент.
4. Согласно методическому руководству произвести необходимые расчеты и оценить значение постоянной Стефана-Больцмана.
5. По окончании работы поставить переключатель «СЕТЬ» в положение «ВЫКЛ» и вынуть сетевую вилку из розетки.

5. Меры предосторожности.

При эксплуатации в нормальных условиях, установка не требует принятия повышенных мер предосторожности и следует ограничиваться обычными правилами поведения в лаборатории (проверка изоляции соединительных проводов, шнуров и т.п.). 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.

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, 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>

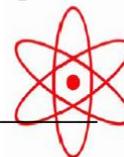
Производственное Объединение учебной техники «ТулаНаучПрибор»

Заказчик:

« » _____ 20__ г.

Исполнитель:

Панков С. Е.



« » _____ 20__ г.

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