

НПО УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»



**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗОТОПИЧЕСКОГО СДВИГА В
СПЕКТРАХ ВОДОРОДА И ДЕЙТЕРИЯ.**

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС (С
ВЫВОДОМ ИНФОРМАЦИИ НА ДИСПЛЕЙ ПЭВМ)**

ФКЛ-1М-1К

ПАСПОРТ.

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.

2013 г.

1. Назначение.

Установка учебная лабораторная ФКЛ-1М-1К предназначена для исследования изотопического сдвига спектральных линий в спектрах водорода и дейтерия. Учебный лабораторный комплекс представляет собой действующую модель, функционально не отличающуюся от своего базового научного прототипа для исследования изотопических сдвигов. Лабораторный комплекс позволяет воспроизводить спектры водорода и дейтерия, получать соответствующие спектрограммы излучения атомов с последующей обработкой спектров с помощью персонального компьютера.

Лабораторный модуль предназначен для постановки лабораторных работ по курсу «Квантовая физика» в физическом 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 3,0 А
Условия эксплуатации	температура 10-40 °С при нормальном атмосферном давлении.

Учебная установка конструктивно состоит из нескольких элементов, объединенных в одном корпусе:

- объекта исследования — водородной-дейтериевой лампы типа ДВС-25;
- стабилизированного источника питания, подающего питание нужной полярности и значения на все элементы схемы;
- схемы контроля необходимых параметров, осуществляющей получение информации о ходе эксперимента и вывод на экран LCD дисплея.

3. Устройство и принцип работы.

Лабораторная работа выполняется на комбинированном учебном комплексе ФКЛ-1М-1К, 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. Схема эксперимента приведена на рис. 3.1.

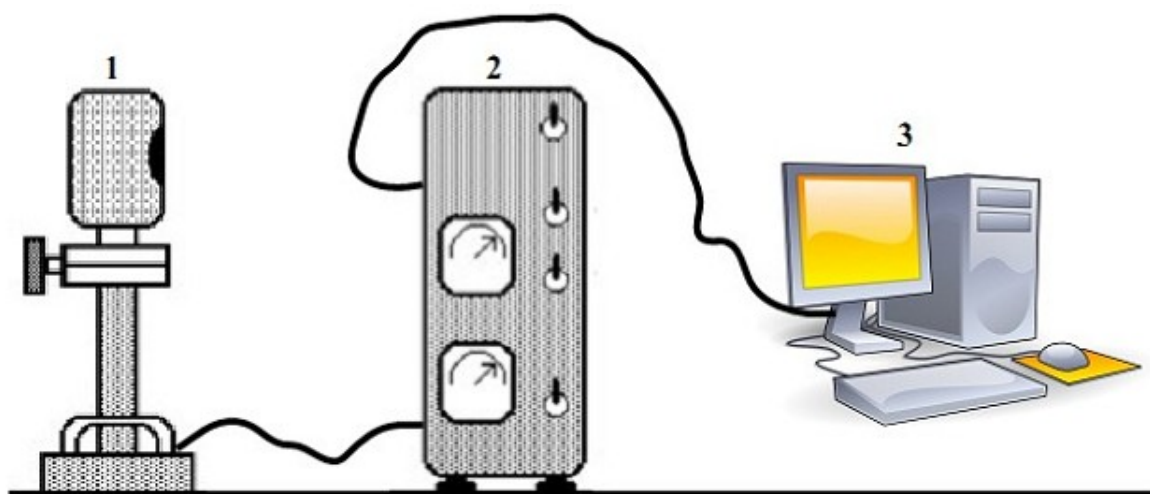


Рис. 3.1. Принципиальная блок — схема эксперимента по наблюдению изотопического сдвига. 1 — осветитель с водородно-дейтериевой лампой типа ДВС-25 и фотодатчиком (модель фотоприемника); 2 – ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ и источник питания для лампы; 3 – ПЭВМ для визуализации спектрограмм и последующей их обработки.

Источник света — водородно-дейтериевая газоразрядная лампа ДВС-25, в которой, кроме водорода, присутствует некоторое количество дейтерия в виде примеси, помещается напротив фотоэлектрического приемника.

Лампа ДВС-25 представляет собой стеклянный баллон с впаянными внутрь электродами – катодом и анодом. Разряд в лампе возникает при столкновении ускоренных электронов с молекулами H_2 или D_2 . Образующие при этом электроны и ионы поддерживают разряд. Эти же частицы ответственны за появление интенсивного рекомбинационного свечения разряда в ультрафиолетовой области спектра. Кроме областей непрерывного спектра, при рекомбинации наблюдаются также спектральные линии, соответствующие обычному эмиссионному спектру атомов и молекул водорода и дейтерия. Возбуждение их происходит главным образом за счет электронных ударов. Кроме этого, для облегчения зажигания лампы, внутрь трубки введено небольшое количество примеси неона. Если давление водорода и дейтерия в трубке достаточно, то в спектре свечения на фоне молекулярного спектра H_2 появятся яркие линии атомов водорода и дейтерия. Питание анода лампы

осуществляется от специального источника питания с регулировкой тока анода в диапазоне до 320 мА. В цепь катода (накала) лампы ДВС-25 подаётся ток от регулируемого источника тока в диапазоне 0 — 2,5 А. После зажигания разряда между катодом и анодом, ток накала снижается до нуля. В случае нестабильного разряда, можно увеличить ток накала до 1 Ампера, при этом поддерживая ток анода в диапазоне 250 — 300 мА. Ток анода во время работы лампы не должен превышать 300 мА. Ток анода является током разряда в водородно-дейтериевой смеси, наполняющей лампу.

Работа оптической части (прибора с высокой разрешающей силой) заменяется моделью фотоприемника, максимальная чувствительность которого условно изменяется в зависимости от подачи на него различного напряжения смещения, что позволяет развернуть спектрограмму по длине волны и получить зависимость интенсивности спектральной линии I от длины волны λ : $I=I(\lambda)$. Напряжение на фотоприемнике уже проградуировано в длинах волн. Фотоприемник расположен в осветителе соосно с источником излучения.

Пульт управления содержит переключатель «СЕТЬ аналоговая часть» и кнопку «СЕТЬ цифровая часть». Перед началом работы проверить положения всех ручек регулировки. Ручки регулировки «АНОДНЫЙ ТОК» и «ТОК НАКАЛА» для лампы ДВС-25 должны быть повернуты до упора против часовой стрелки. При этом ток накала на катод лампы не подается, анодное напряжение также выключено.

Необходимое питание подаётся на лампу от ПУЛЬТА УПРАВЛЕНИЯ, который соединяется с осветителем специальным трех проводным кабелем. Фотодатчик, расположенный в осветителе соосно с лампой, соединяется с ПУЛЬТОМ УПРАВЛЕНИЯ кабелем типа «тюльпан — тюльпан».

В начале работы следует включить источник света — лампу ДВС-25, используя переключатель «СЕТЬ. АНАЛОГОВАЯ ЧАСТЬ» и настроить лампу, **соблюдая следующий порядок включения лампы ДВС-25 (при этом цифровая часть прибора должна быть отключена — измерительная система и ЖКД дисплей выключены):**

1) Подать на накал (катод) лампы ток в диапазоне 2 — 2,5 А, регулируя этот ток ручкой «ТОК НАКАЛА» и контролируя значение тока накала амперметром.

2) После примерно 30 секундного прогрева катода включается анодное напряжение плавным вращением ручки «АНОДНЫЙ ТОК». При этом должен начаться дуговой разряд в лампе.

3) Сразу после возникновения дугового разряда в лампе, снизить ток накала до значения 0,5 — 1 Ампера, регулируя этот ток ручкой «ТОК НАКАЛА» и контролируя значение тока накала амперметром.

4) Отрегулировать анодный (разрядный) ток лампы, вращением ручки регулировки «АНОДНЫЙ ТОК» и контролируя этот ток миллиамперметром. **Анодный ток следует поддерживать в диапазоне 250 — 300 мА. Ток анода во время работы лампы не должен превышать 300 мА.**

5) После окончательного прогрева лампы, для которого обычно требуется не более 3 — 5 минут выключить «ТОК НАКАЛА» плавно убавив его до нуля ручкой «ТОК НАКАЛА».

6) После прогрева лампы включается цифровая часть цепей питания прибора нажатием клавиши «СЕТЬ. ЦИФРОВАЯ ЧАСТЬ». Это сделано для исключения влияния паразитных переходных процессов во время включения лампы на микропроцессорную систему управления учебной установкой.

7) Для отключения установки следует сначала отключить цифровую часть кнопкой «СЕТЬ. ЦИФРОВАЯ ЧАСТЬ», при этом отключится ЖКД дисплей и измерительная система, затем ручкой регулировки «АНОДНЫЙ ТОК» убавить анодный ток лампы ДВС-25 до нуля и выключить аналоговую часть переключателем «СЕТЬ. АНАЛОГОВАЯ ЧАСТЬ».

После включения цифровой части и появления на ЖКД дисплее надписи «CONNECTING...», лабораторный комплекс необходимо проинициализировать. Сделать это возможно 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, либо с помощью программы управления учебной установкой LabVisual 2.5. Для этого, после включения цифровой части и появления сообщения «CONNECTING...» на ЖКД LCD дисплее учебного прибора, можно подключить прибор к USB – порту ПК и однократно нажать кнопку «СТАРТ» в программе-оболочке LabVisual (кнопка используется для конфигурации устройства сразу после включения). При этом начнется процесс инициализации.

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 нажимать кнопку «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ/USB». Это сделано для исключения влияния паразитных наводок в ручном режиме работы, так как если в ручном режиме оставлять приемник-передатчик USB включенным, то возможен приход незапланированных команд управления.

Эксперимент состоит из четырех частей. При помощи многофункциональной кнопки «РЕЖИМ РАБОТЫ», расположенной на передней панели лабораторного модуля имеется возможность выбрать необходимый опыт:

1) Снятие спектральной характеристики водородно-дейтериевой лампы ДВС-25 низкого разрешения 1 нм «spectr 1 nm resol». При этом по нажатию кнопок «ДЛИНА ВОЛНЫ» осуществляется сканирование спектра с разрешением 1 нм в видимой области 400 — 700 нм. Удерживание кнопок «ДЛИНА ВОЛНЫ» позволяет плавно сканировать весь спектр в заранее предустановленной области.

2) Исследование изотопической структуры спектральной альфа-линии водородной-дейтериевой лампы «alpha». При этом по нажатию кнопок «ДЛИНА ВОЛНЫ» осуществляется сканирование спектра с разрешением 0,01 нм в диапазоне 655,70 — 656,69 нм. Удерживание кнопок «ДЛИНА

ВОЛНЫ» позволяет плавно сканировать весь спектр в заранее предустановленной области.

2) Исследование изотопической структуры спектральной бета-линии водородной-дейтериевой лампы «beta». При этом по нажатию кнопок «ДЛИНА ВОЛНЫ» осуществляется сканирование спектра с разрешением 0,01 нм в диапазоне 485,57 — 486,57 нм. Удерживание кнопок «ДЛИНА ВОЛНЫ» позволяет плавно сканировать весь спектр в заранее предустановленной области.

3) Исследование изотопической структуры спектральной гамма-линии водородной-дейтериевой лампы «gamma». При этом по нажатию кнопок «ДЛИНА ВОЛНЫ» осуществляется сканирование спектра с разрешением 0,01 нм в диапазоне 433,49 — 434,49 нм. Удерживание кнопок «ДЛИНА ВОЛНЫ» позволяет плавно сканировать весь спектр в заранее предустановленной области.

Исследование дельта-линии с длиной волны излучения водорода $\lambda_{\delta H} \approx 410,17$ нм не проводится вследствие её малой интенсивности.

Смена режимов работы (переключение эксперимента) осуществляется кнопкой «РЕЖИМ РАБОТЫ».

Спектрограммы низкого и высокого разрешения, полученные с помощью учебной моделирующей установки ФКЛ-1М-1К представлены на рис. 3.2 а), б).

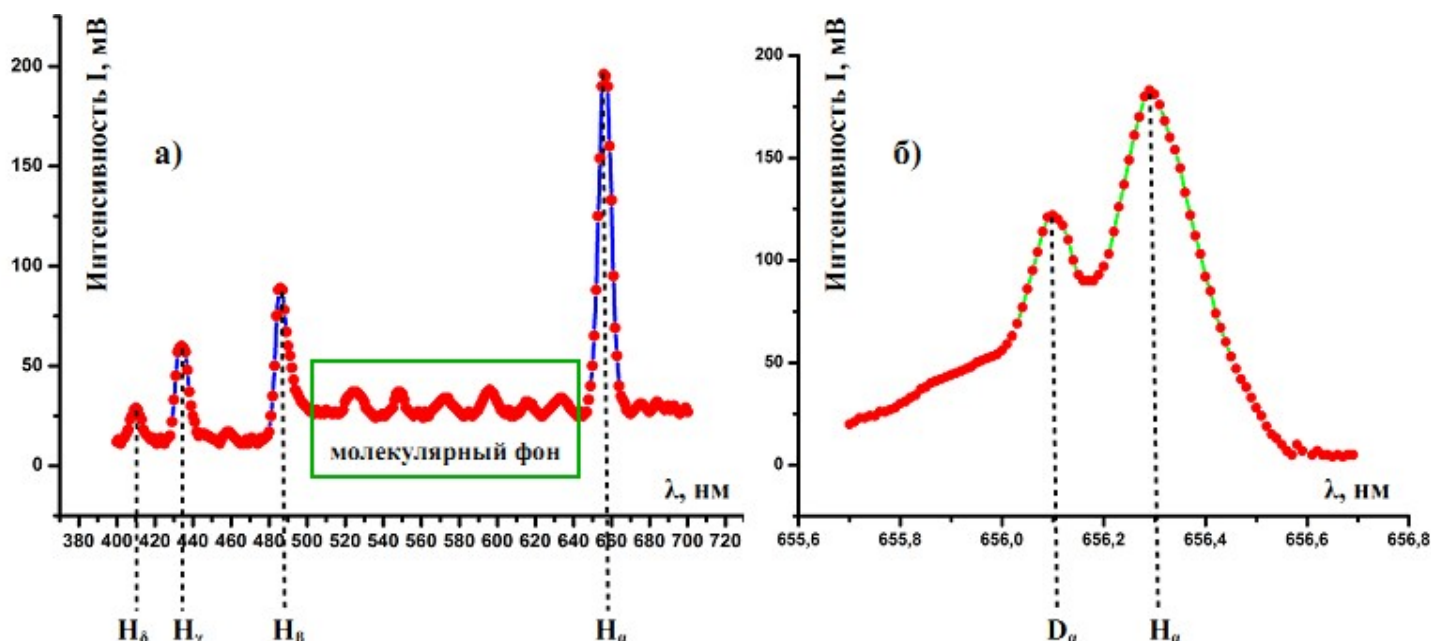


Рис. 3.2. Спектрограммы, полученные на лабораторной установке ФКЛ-1М-1К для водородно-дейтериевой лампы с низким разрешением 1 нм — а); и с высоким разрешением 0,01 нм для альфа-линии — б). Пунктиром отмечены характерные пики атомарного водорода и изотопическая структура альфа-линии. Видно, что спектральная линия дейтерия D_α несколько смещена влево по длине волны от спектральной линии H_α и имеет меньшую интенсивность, так как концентрация дейтерия в лампе меньшая. Изотопический сдвиг определяется как разность $\lambda_H - \lambda_D = \Delta \lambda_{HD}$ изотопич. . На спектрограмме а) хорошо видно, что между линиями H_α и H_β наблюдается множество размытых пиков молекулярного водорода на уровне фона.

4. Порядок выполнения.

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

2. Подключить осветитель к блоку управления, используя соответствующие провода из комплекта, соединив выходы «ЛАМПА» и «ФОТОДАТЧИК» с соответствующими входами осветителя. Выход «ЛАМПА» обеспечивает подачу напряжения питания на спектральную лампу, а выход «ФОТОДАТЧИК» подает соответствующие напряжения на фотодатчик.

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

4. Дать установке прогреться в течение трех минут.

5. Согласно методическому руководству произвести необходимые измерения и расчеты.

6. 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 приборе 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 ~ 220 В.

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 неисправностей 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>

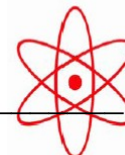
Производственное Объединение учебной техники «ТулаНаучПрибор»

Заказчик:

« » _____ 20__ г.

Исполнитель:

Панков С. Е.



« » _____ 20__ г.

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