

НПО УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»



# **СТЕНД ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМБИНИРОВАННЫЙ**

**МОДЕЛЬ СПЕКТРОМЕТРА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ.**

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД НА БАЗЕ  
ВСТРОЕННОЙ МИКРООПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ  
TSD**

**ФКЛ-24**

**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 100 Вт   |
| Максимальный ток      | не более 5,0 А  |
| Условия эксплуатации  | температура 10-40 °С при нормальном атмосферном давлении. |

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

- объекта исследования — спектральных ламп.
- стабилизированного источника питания, подающего питание нужной полярности и значения на все элементы схемы;
- однокристалльной микроЭВМ TSD на базе МК STM32
- схемы контроля необходимых параметров

### 3. Устройство и принцип работы.

Стенд учебный лабораторный «МОДЕЛЬ СПЕКТРОМЕТРА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ» предназначен для постановки серии лабораторных и демонстрационных экспериментов по соответствующим разделам квантовой и атомной физики. Лабораторная установка является моделью спектрометра высокого разрешения, предназначенного для воспроизведения серии измерений по исследованию спектров металлов, инертных газов (водорода), изучению изотопического сдвига, эффекта Зеемана и других лабораторных работ по курсу квантовой оптики. Учебный лабораторный комплекс представляет собой действующую модель, функционально не отличающуюся от своего базового научного прототипа. Конструктивно стенд состоит из двух модулей: ОСВЕТИТЕЛЯ, содержащего спектральные лампы и БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ, формирующего необходимые напряжения для питания ламп и генерирующего изображение на VGA выходе прибора для его подачи на монитор.

Электрическая модель спектрометра выполнена на базе микропроцессоров 8/32 бит серии AVR, STM либо аналогичных. Спектрограммы излучения высокого и сверхвысокого разрешения, полученные на научных исследовательских установках, помещены в базу данных микропроцессора учебной модели и воспроизводятся на стенде в зависимости от выбранного типа эксперимента. Прибор работает под управлением операционной системы TSD на базе однокристального микропроцессора. Вывод результатов измерений осуществляется на экран по интерфейсу VGA (стандартный монитор ПК).

Стенд в базовой конфигурации позволяет выполнять следующую серию экспериментов:

#### 1) ОПЫТ — 1. «Атом в магнитном поле. Исследование эффекта Зеемана на примере атома ртути».

В данном эксперименте зеемановское расщепление изучается на спектральных линиях атомов ртути. В спектрах этих атомов имеется система синглетных и триплетных линий, что позволяет с одним источником изучать как простой эффект, так и сложный эффект Зеемана. Источник света ртутная газоразрядная лампа ДРСк-125 помещается между полюсами электромагнитов, пропускание тока через которые в импульсном режиме дает некоторое магнитное поле в зазоре между ними. Работа оптической части заменяется моделью фотоприемника, максимальная чувствительность которого 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  $\lambda$ :  $I=I(\lambda)$ . Напряжение на фотоприемнике уже проградуировано в длинах волн.

#### 2) ОПЫТ — 2.1 «Изотопический сдвиг в спектрах атома водорода и дейтерия».

Источник света в данном эксперименте — водородно-дейтериевая газоразрядная лампа ДВС-25 либо водородно-дейтериевая спектральная трубка

типа ТСУ-Н, в которой, кроме водорода, присутствует некоторое количество дейтерия в виде примеси.

Разряд в лампе возникает при столкновении ускоренных электронов с молекулами  $H_2$  или  $D_2$ . Образующиеся при этом электроны и ионы поддерживают разряд. 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 ДВС-25 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.

Питание спектральной трубки типа ТСУ-Н осуществляется от специального высоковольтного источника питания. Принцип работы источника питания основан на преобразовании переменного напряжения питающей сети в высокочастотное ( $\sim 30$  кГц) высокое напряжения порядка 10 киловольт, необходимое для зажигания трубки и использовании электронного балласта и стабилизационной микросхемы для контроля и стабилизации тока.

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  $\lambda$ :  $I=I(\lambda)$ . Напряжение на фотоприемнике уже проградуировано в длинах волн.

**3) ОПЫТ — 3 «Исследование тонкой структуры энергетических уровней атома натрия».** Источник света в данном эксперименте — натриевая спектральная лампа типа ДнаС-18, в которой помимо натрия для облегчения зажигания введена смесь инертных газов (ксенон-аргоновая буферная смесь). Лампа имеет колбу из стекла СЛ 97-1, внутри которой находится трубка из натриестойкого стекла — излучатель, который наполнен строго дозированным количеством металлического натрия и аргона. Дуговой разряд происходит в парах натрия. Лампа является источником, излучающим желтый свет в диапазоне спектра с длинами волн 589 и 589,6 нм и применяется в спектроскопии, рефрактометрии, поляриметрии, химии, светотехнике, а также в медицинской технике и лабораторном оборудовании. 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  $\lambda$ :  $I=I(\lambda)$ . Напряжение на фотоприемнике уже проградуировано в длинах волн.

**Излучение от спектральных ламп, используемых в учебном стенде, может быть подано на реальные спектрометрические приборы, для этого в конструкции осветителя предусмотрены специальные окошки для его выхода**

Подробная методика выполнения лабораторных работа для каждого модуля приведена в соответствующих частях методического руководства.

#### 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.

## 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»

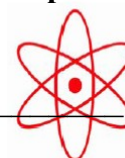
Заказчик:

\_\_\_\_\_

« » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Исполнитель:

Панков С. Е.



« » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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