

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»

**«ИЗУЧЕНИЕ РАССЕЯНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ НА АТОМАХ КСЕНО-  
НА И АРГОНА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ И ШИРИНЫ ПОТЕН-  
ЦИАЛЬНОЙ ЯМЫ С ПОМОЩЬЮ ЭФФЕКТА РАМЗАУЭРА. ОП-  
РЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛОВ ИОНИЗАЦИИ АТОМОВ ИНЕРТ-  
НЫХ ГАЗОВ»  
(КОМБИНИРОВАННЫЙ ВАРИАНТ)  
В КОМПЛЕКТЕ С ОСЦИЛЛОГРАФОМ.**

**ФКЛ-8**

**ПАСПОРТ.**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.**

**2009 г.**

## 1. Назначение.

Лабораторный модуль ФКЛ-8 предназначен для постановки лабораторных работ по курсу «Квантовая физика» («Атомная и ядерная физика») в физическом практикуме ВУЗов. Данная установка позволяет получить вольтамперные сеточные и анодные характеристики газонаполненных тиратронов, проводить лабораторные и демонстрационные опыты по изучению рассеяния медленных электронов на атомах ксенона и аргона. Согласно методическому руководству проводится оценка размера внешней электронной оболочки атомов (атомного радиуса), глубины потенциальной ямы и потенциалов ионизации.

Модуль выполнен в виде законченного блока, не требующего вмешательства пользователей в процессе эксплуатации. Установка предназначена для работы с осциллографом любого типа, имеющим резистивный вход Y.

## 2. Технические условия и комплектующие.

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Напряжение питания       | 220 В  |
| Потребляемая мощность    | не более 100 Вт  |
| Амплитуда развертки ГЛИН | не более 20 В  |
| Условия эксплуатации     | температура 20 °С при нормальном атмосферном давлении. |

### *Состав модуля ФКЛ-8:*

|  |       |
|--|-------|
| Генератор Линейно Изменяющегося напряжения | 1 шт. |
| Модуль синхронизации                       | 1 шт. |
| Стабилизированный модуль питания           | 1 шт. |
| Исследуемые газонаполненные тиратроны      | 2 шт. |

Следует отметить, что разделение составных частей лабораторного модуля является условным, т. к. несколько составных частей могут быть выполнены на одной печатной плате. Основной частью модуля ФКЛ-8 являются газонаполненные лампы ТГ1-0,1/0,3 и ТГ3-0,1/1,3.

### 3. Устройство и принцип работы.

Генератор линейно изменяющегося напряжения, разработанный специально для снятия различных вольт-амперных характеристик, выделенный на рис. 1 в прямоугольник и обозначенный ГЛИН, является основным элементом (за исключением, конечно же, исследуемых ламп) лабораторного модуля ФКЛ-8. На выходе данного устройства получают периодические импульсы напряжения, линейно нарастающего во времени, форма которых показана на рис. 1.

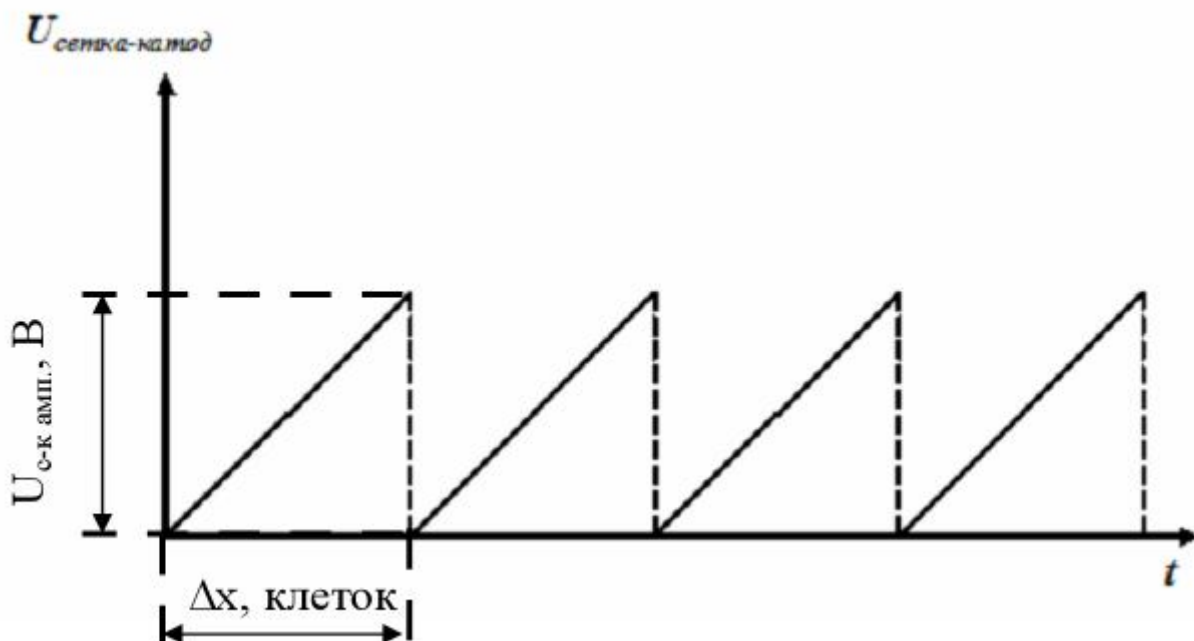


Рис. 1

Подавая импульсы такой формы на промежуток сетка-катод лампы и снимая с балластного резистора  $R_{\text{балл}}$ , расположенного в цепи анода для исследования анодной характеристики тиратрона либо в цепи сетки для определения потенциала ионизации, сигнал  $I(t)$ , получаем развёртку тока лампы во времени, но т. к.  $U=kt$ , то формально можно заключить, что  $t = \frac{1}{k} \cdot U$ , и, таким образом, мы получаем вольт-амперную характеристику лампы  $I=I(U)$  с некоторым коэффициентом пропорциональности. Для синхронизации и стабилизации дополнительно собран блок согласования.

В установке имеется возможность выбора режима исследования соответствующими кнопками: 1) изучение эффекта Рамзауэра на атомах аргона 2) определение потенциала ионизации атома аргона с помощью сеточной характеристики тиратрона 3) изучение эффекта Рамзауэра на атомах ксенона 4) определение потенциала ионизации атома ксенона.

Примеры сеточных и анодных характеристик тиратронов приведены на рис 2, 3.

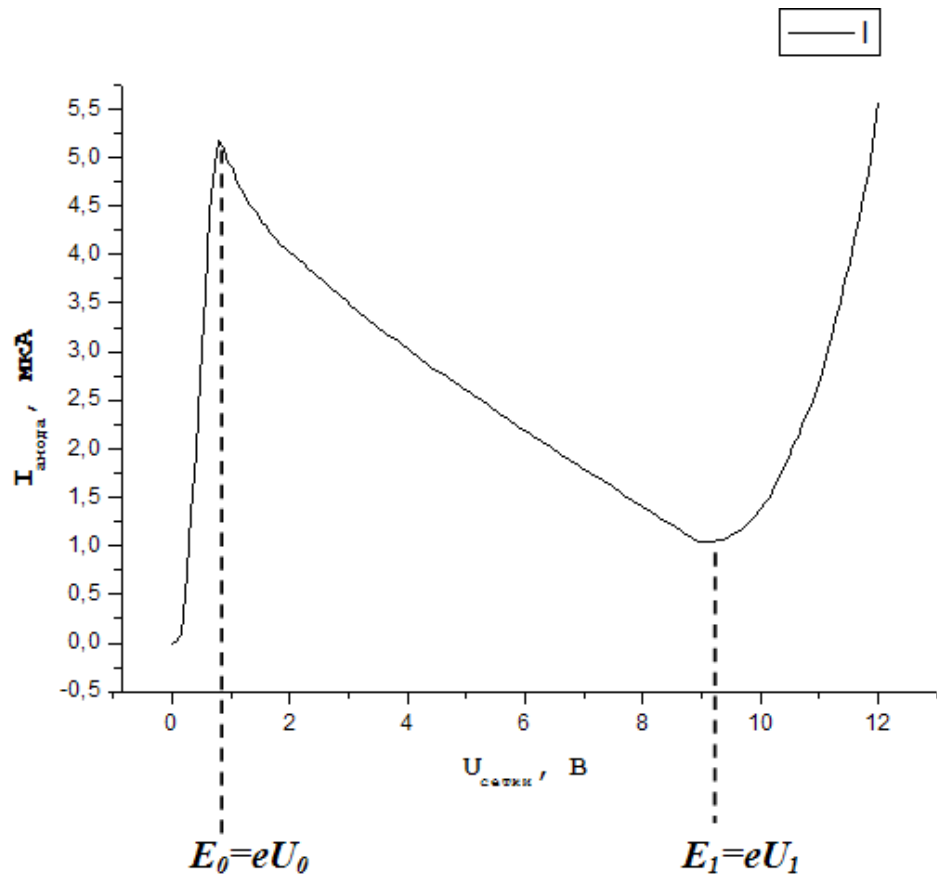


Рис. 9. Вид вольтамперной анодной характеристики тиратрона, получаемой на учебной установке ФКЛ-8

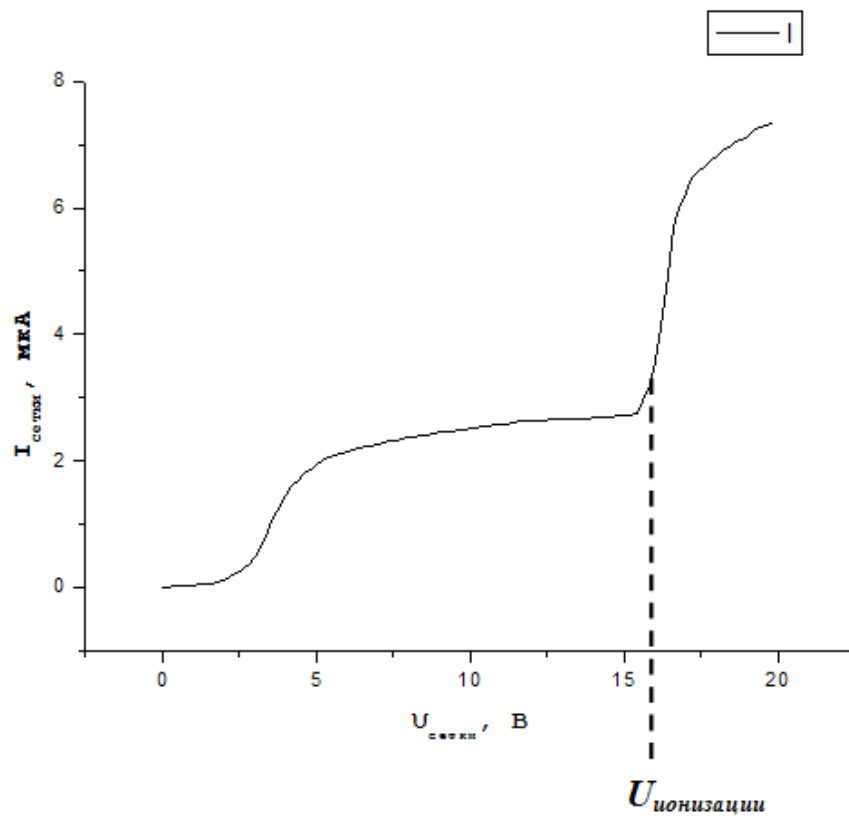


Рис. 10. Вид вольтамперной сеточной характеристики тиратрона, получаемой на учебной установке ФКЛ-8

Напряжения, соответствующие энергиям электронов  $E_0$ ,  $E_1$ , а также потенциал ионизации  $U_{\text{ионизации}}$ , измеряются с помощью специального электронного блока, который вырабатывает короткий импульс (метку), накладываемый на осциллограмму. Путем изменения напряжения смещения импульс выводят на нужную точку осциллограммы. Напряжение смещения при этом в точности совпадает с напряжением данной точки вольтамперной характеристики, и его измеряют с помощью вольтметра. Ток лампы в данной точке измеряется высокочувствительным электронным микроамперметром. Таким образом, каждой точке осциллограммы визуальной наблюдаемой на электронном осциллографе мы можем сопоставить соответствующие ей значения тока и напряжения. Для изменения напряжения смещения предназначена ручка «УСТАНОВКА  $U_{\text{сетки}}$ » на передней панели прибора. Для визуального наблюдения объектов исследования служат смотровые окошки. На экране электронно-лучевого осциллографа метка на осциллограмме отображается в виде несимметричного острого пика из-за наличия емкости у входа Y осциллографа. Положение пика определяет значение тока и напряжения в данной точке ВАХ. Все показания выводятся на цифровой ЖКД LCD – индикатор. Установка снабжена микропроцессорной системой управления и контроля необходимых параметров.

#### **4. Порядок работы и настройки лабораторного модуля.**

Лабораторная установка ФКЛ-8 предназначена для эксплуатации с осциллографом любого типа. В данном руководстве приведен порядок работы при эксплуатации с универсальным осциллографом ОСУ-10В. Для осциллографов других типов действия аналогичны, согласно с их технической документацией.

1. Ознакомится с принципиальными блок-схемами опытов по изучению рассеяния электронов на атомах газа и видом соответствующих вольтамперных характеристик прибора. Разобраться в назначении кнопок и ручек управления установкой.
2. Проверить целостность сетевых и соединительных проводов установки и электронного осциллографа.
3. Подключить выход «СИГНАЛ» учебного модуля специальным проводом к входу Y, а выход «СИНХРОНИЗАЦИЯ» к входу X электронного осциллографа.
4. Включить осциллограф и установку в сеть  $\sim 220$  В. Поставить переключатели «СЕТЬ» на панелях приборов в положение «вкл», при этом должны загореться соответствующие индикаторы.
5. Выбрать одной из четырех кнопок на передней панели учебной установки режим исследования (необходимый опыт).
6. Перевести осциллограф в режим синхронизации внешним сигналом, для чего поставить переключатель INT-LINE-EXT (слева от

входа X) – переключающий режим внутренней и внешней синхронизации – в положение EXT (режим внешней синхронизации). Переключатель «AUTO NORM TV» (способ развертки) поставить в положение «AUTO» (автоматическая). Рекомендуемые положения для других переключателей: VOLTS/DIV (Вольт/дел) в положение **.5 V** или **.2 V**, переключатель TIME/DIV (Время/дел) в положение **1 ms** или **2 ms**. Переключатель «DC  $\underline{\underline{A}}$  AC» поставить в положение «DC» или «AC». Вращением ручки «LEVEL» добиться устойчивого изображения характеристики на экране осциллографа. Разместить ВАХ так, чтобы изображение занимало большую часть экрана: для растяжения или сжатия изображения по оси X использовать ручку TIME VAR, для перемещения всей картинке по оси X – ручку POSITION входа X. Аналогичную функцию выполняют ручки VOLT VAR и POSITION оси Y. Вращением ручки «УСТАНОВКА  $U_{\text{сетки}}$ » на панели учебной установки до упора против часовой стрелки, поместить метку в форме небольшого острого пика в начало осциллограммы.

7. Срисовать полученную характеристику тиратрона с экрана осциллографа на миллиметровую бумагу по клеткам.
8. Перемещая метку по экрану осциллографа с помощью ручки «УСТАНОВКА  $U_{\text{сетки}}$ » учебного модуля, найти характерные точки  $U_0$ ,  $U_1$  на анодной характеристике лампы либо точку  $U_{\text{ионизации}}$  на сеточной ВАХ (см. рис. 9; 10). Согласно приведенной методике, измеренные значения напряжений  $U_0$ ,  $U_1$  в вольтах соответствуют энергиям электронов  $E_0$  и  $E_1$  в электрон-вольтах.
9. Повторить действия пп. 6-8 для трех других опытов.
10. Оценить по формулам (3.21), (3.22) глубину  $U_0$  и диаметр  $2a$  потенциальной ямы, соответствующей взаимодействию электрона с атомом.
11. По окончании работы выключить все устройства от сети. Во время выполнения работы рекомендуется пользоваться соответствующим методическим руководством.

## 6. Меры предосторожности.

Корпус лабораторного модуля ФКЛ-8 выполнен из неэлектропроводящего материала, поэтому эксплуатация модуля является полностью безопасной, при соблюдении обычных мер предосторожности в учебных лабораториях (проверка изоляции соединительных проводов, шнуров и т.п.). Снятие передней крышки могут производить лишь компетентные сотрудники, т. к. модуль питается переменным сетевым напряжением  $\sim 220$  В.

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

### 7. Возможные неисправности и методы их устранения.

| Неисправность  | Причина                              | Способ устранения  |
|--|--------------------------------------|--|
| Не загорается сигнальный светодиод «сеть» на панели модуля, также на панели ЦИП отсутствуют показания. | Отсутствие питания модуля.           | Проверить целостность силового шнура, обмотки понижающего трансформатора.  |
| Вместо ВАХ прибора видна прямая линия.   | Неправильная настройка осциллографа. | Проверить осциллограф, поставив все ручки в рекомендуемое положение.   |
| Характеристика нестабильна.  | Проблемы с синхронизацией.           | Проверить соединение выхода «синхронизация» учебной установки с электронным осциллографом. Поставить переключатель INT-LINE-EXT (слева от входа X) – переключающий режим внутренней и внешней синхронизации – в положение EXT (режим внешней синхронизации). Вращением ручки УРОВЕНЬ («LEVEL») добиться максимальной стабильности. |

## 7. Гарантии изготовителя

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