

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗОНАНСНОГО ПОТЕНЦИАЛА РТУТИ (АТОМА
ИНЕРТНОГО ГАЗА). ОПЫТ ФРАНКА И ГЕРЦА.**

ФКЛ-6

ПАСПОРТ.

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.

2011 г.

1. Назначение.

Лабораторный модуль ФКЛ-6 предназначен для постановки лабораторных работ по курсу «Квантовая физика» («Атомная и ядерная физика») в физическом практикуме ВУЗов. Данная установка позволяет получить вольт-амперные характеристики газонаполненного триода, с максимумами, характерными для опыта Франка и Герца; проводить лабораторные и демонстрационные опыты по определению резонансного потенциала атома ртути либо инертного газа.

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 42 В
Условия эксплуатации	температура 20 °С при нормальном атмосферном давлении.

Состав модуля ФКЛ-6:

Генератор Линейно Изменяющегося напряжения	1 шт.
Модуль синхронизации	1 шт.
Стабилизированный модуль питания	1 шт.
Исследуемый триод ПМИ-2 либо ТГ1-0.1/0.3	1 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-6 является газонаполненная лампа ТГ1-0.1/0.3 (либо ПМИ-2), в которую введено строго дозированное количество инертного газа (паров ртути).

4. Устройство и принцип работы. Приборы и оборудование.

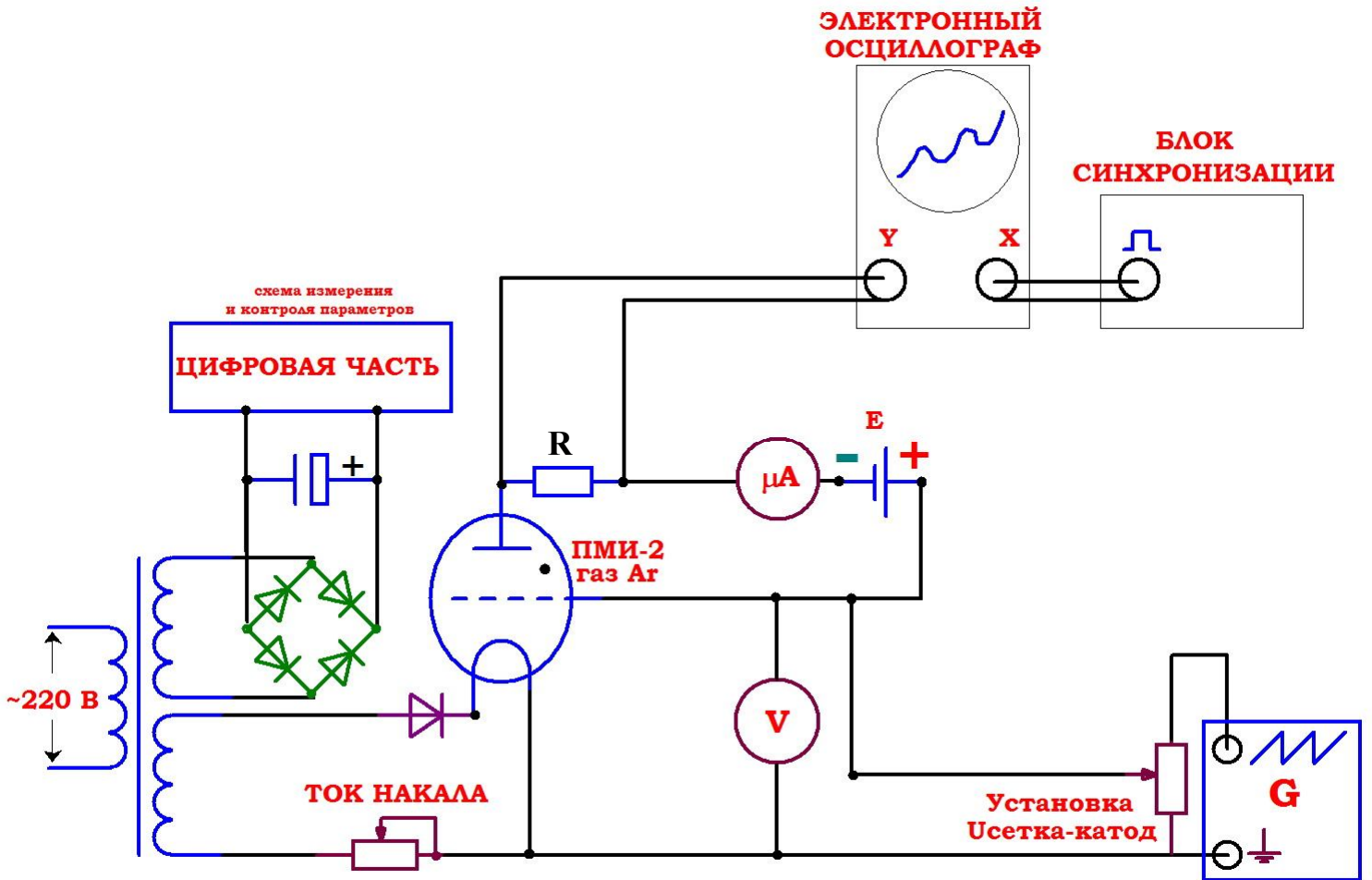


Рис. 11. Блок-схема экспериментальной установки ФКЛ-6 для проведения опыта Франка и Герца

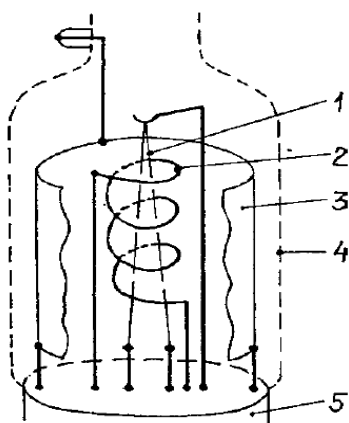


Рис. 12 Устройство лампы ПМИ-2 :

1. Нить накала.
2. Сетка.
3. Анод.
4. Стеклоый баллон.

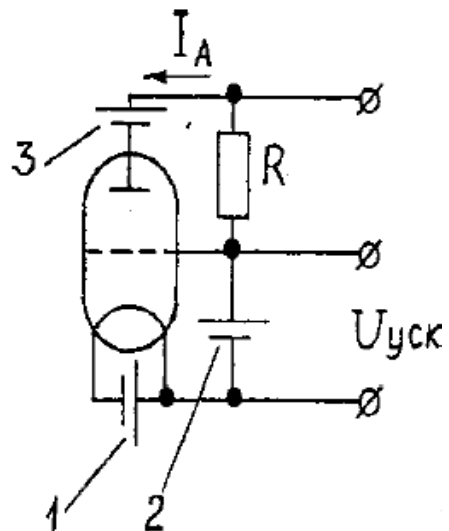


Рис. 13. Электрическая схема включения лампы ПМИ-2 и упрощенная схема опыта Франка и Герца:

1. Источник питания накала.
 2. Источник питания ускоряющего напряжения $U_{\text{уск}}$.
 3. Источник питания напряжения задержки $U_{\text{зад}}$.
- I_A – анодный ток.

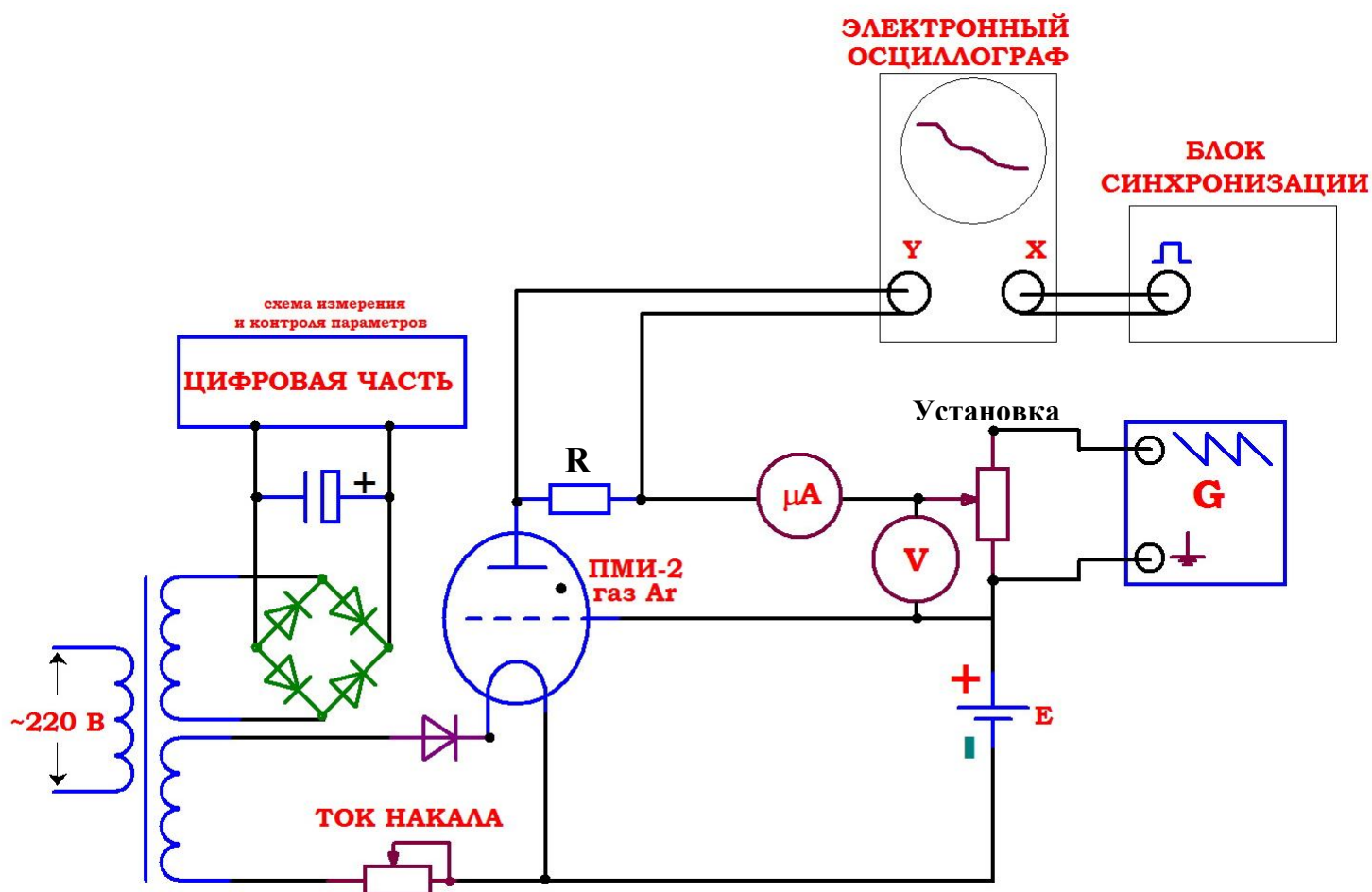


Рис. 14. Блок-схема экспериментальной установки ФКЛ-6 для проведения опыта по снятию ВАХ задержки триода и оценки сечения неупругого рассеяния.

Работа выполняется с использованием лабораторного комплекса ФКЛ-6. Основной частью комплекса является газонаполненный триод с инертным газом при низком давлении.

В лабораторной установке используется серийная трехэлектродная лампа ТГ1-0.1/0.3 (тиратрон, заполненный инертным газом аргоном) либо ПМИ-2 (лампа, используемая в ионизационном манометре). Устройство лампы приведено на рис. 12. Катод и накал лампы соединен и представляет собой единый электрод. Данная конструкция позволяет избежать погрешности, связанной с возможностью появления различных явлений между катодом и нитью накала.

Экспериментальная установка позволяет произвести снятие анодной характеристики триода в зависимости от ускоряющего напряжения $U_{\text{сетка-катод}}$ (характеристика опыта Франка и Герца) и характеристики задержки $i_a = f(V_3)$ анодного тока от задерживающего потенциала при заданном значении ускоряющего напряжения, установленной больше резонансного потенциала $V_y > V_{PE3}$, $V_y = 20$ В.

Характеристики снимаются при двух температурах нити накала лампы $T \sim 600$ К и $T \sim 1200$ К.

Блок-схема экспериментальной установки для получения ВАХ Франка и Герца изображена на рис.11. Модуль развёртки G состоит из нескольких блоков, основная задача которых в выработке пилообразного напряжения нужной частоты, формы и длительности. Форма импульсов представлена на рис. 15. Блок синхронизации вырабатывает синхроимпульсы для стабилизации изображения характеристики на экране осциллографа. Синхроимпульсы подаются на вход X осциллографа, при этом осциллограф должен быть переведен в режим синхронизации внешним сигналом.

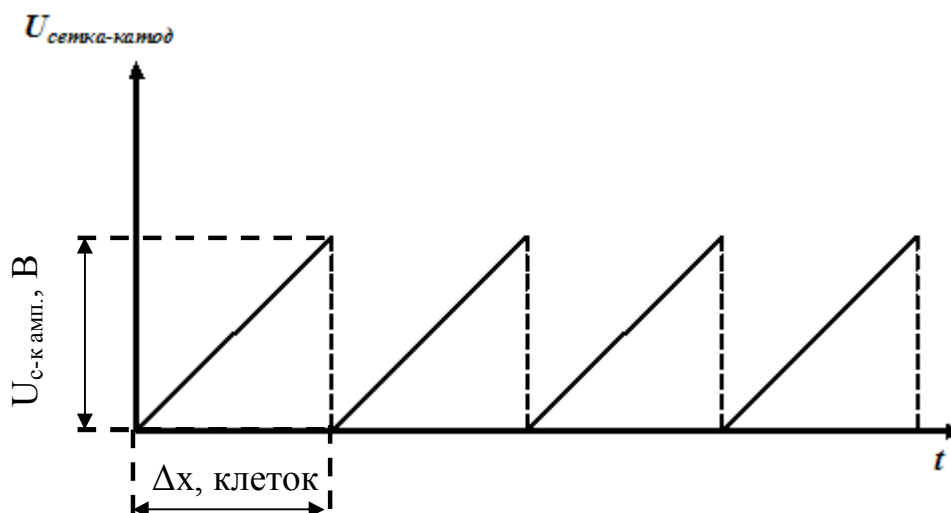


Рис. 15. Форма сигнала, подаваемого на промежуток сетка-катод триода.

Напряжение пилообразной формы подаётся на промежуток сетка-катод триода. Потенциал сетки линейно возрастает относительно неизменного потенциала катода. Таким образом, между сеткой и катодом лампы создаётся ускоряющее напряжение, линейно меняющееся во времени – создается развёртка во времени по оси X осциллографа, а, так как напряжение $U_{\text{сетка-катод}}$ пропорционально времени t ($U_{\text{с-к}} \sim kt$), то развёртка по времени есть развёртка по напряжению $U_{\text{сетка-катод}}$. С помощью источника запирающего напряжения E между сеткой и анодом лампы создан запирающий потенциал. Питание всех устройств осуществляется от стабилизированного источника питания.

С резистора R снимается сигнал, пропорциональный анодному току $I_{\text{АНОД}}$ лампы. В результате получаем на экране осциллографа вольт-амперную характеристику лампы, т. е. зависимость тока анода $I_{\text{АНОД}}$ от ускоряющего напряжения $U_{\text{сетка-катод}}$, имеющий вид, аналогичный рис.6, рис. 8.

Переменным резистором «УСТАНОВКА $U_{\text{с-к}}$ / УСТАНОВКА $U_{\text{зад}}$ » имеется возможность регулировать значение ускоряющего напряжения подаваемого на сетку-катод лампы в эксперименте Франка и Герца и задерживающего напряжение в эксперименте по оценки сечения неупругого рассеяния.

Цифровой измерительный прибор, собранный на базе ЖКД LCD дисплея и микроконтроллера служит для измерения **амплитудного значения** этих напряжений.

Таким образом, вольтметр фактически показывает напряжение в крайней правой точке вольтамперных характеристик рис. 16.

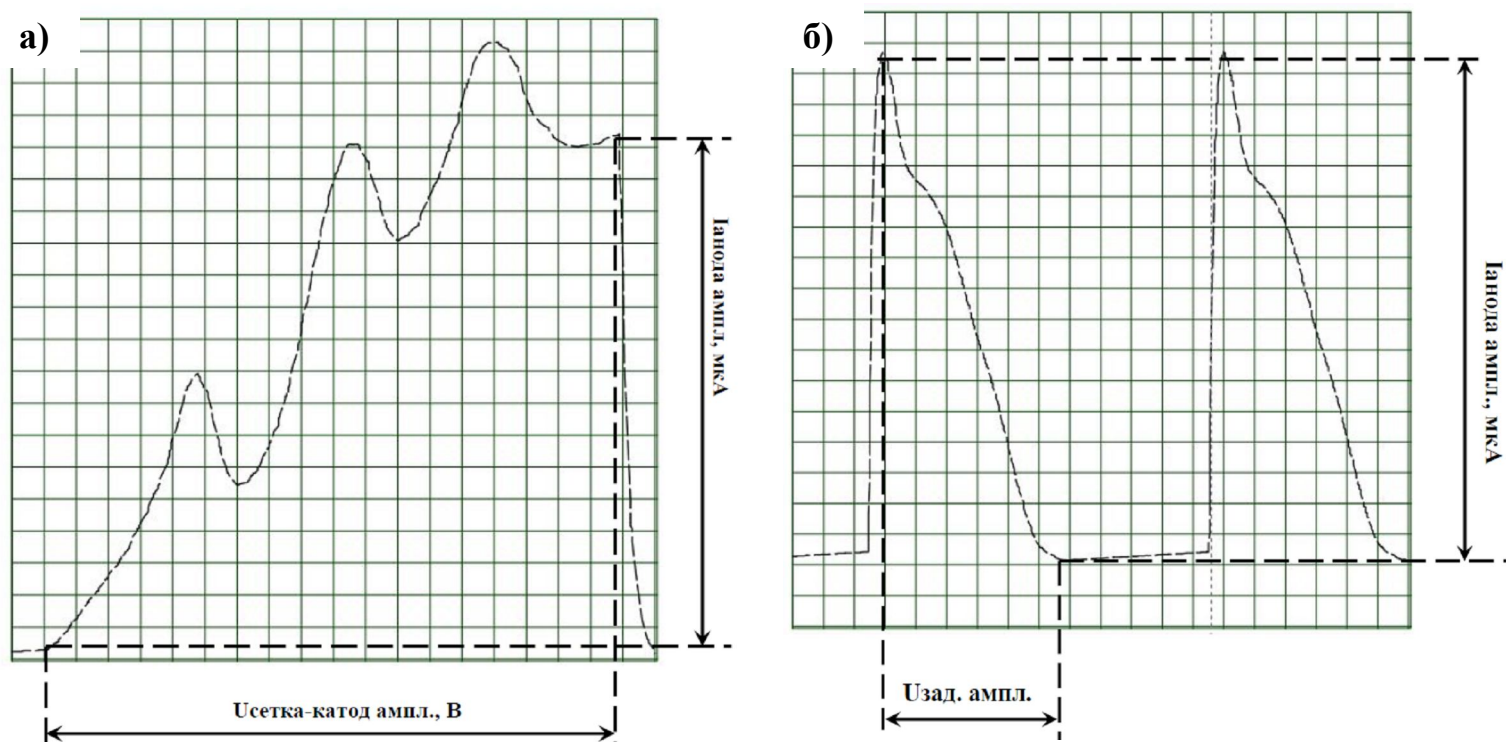


Рис. 16. Вольтамперные характеристики, получаемые на учебной установке ФКЛ-6. а) характеристика Франка и Герца б) характеристика задержки.

Как было сказано выше, измерение амплитудного значения напряжения и амплитудного значения тока при данном напряжении производится при помощи встроенного цифрового комбинированного «ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА» (вольтметр, микроамперметр). Таким образом, в данной модификации прибора микроамперметр, аналогично вольтметру, показывает значение тока в крайней правой точке ВАХ.

Через каждый период следования пилообразных импульсов, вольтамперная характеристика повторяется (рис. 16 б).

Многофункциональная кнопка «УПРАВЛЕНИЕ» служит для:

1. изменение температуры нити накала лампы: кратковременное $\sim 0,5$ секунды одиночное нажатие;
2. входа в режим снятия ВАХ триода для данной температуры: удержание кнопки нажатой в течение ~ 2 секунд;
3. в режиме снятия ВАХ переключение между снятием ВАХ опыта Франка и Герца и характеристикой задержки (переключение между схемами рис. 11 – рис. 14): кратковременное $\sim 0,5$ секунды одиночное нажатие. Перед переключением схем необходимо выключать генератор нажатием кнопки «ГЕНЕРАТОР ВКЛ/ВЫКЛ»;
4. возвращение в меню изменения температуры накала из меню переключения опытов: удержание кнопки нажатой в течение ~ 2 секунд.

При срабатывании кнопки на дисплей выводится сообщение «WAITING».

Кнопка «ГЕНЕРАТОР ВКЛ/ВЫКЛ» работает только в режиме снятия ВАХ триода, запускает пилообразный генератор развертки, подключает нить накала, сетку и анод лампы в схему. При запуске генератора на экране осциллографа должна отображаться характеристика Франка и Герца либо характеристика задержки в зависимости от выбранной в п. 3 схемы. Перед переключением схем необходимо выключать генератор нажатием кнопки «ГЕНЕРАТОР ВКЛ/ВЫКЛ».

Ручка УСТАНОВКА $U_{с-к}$ / УСТАНОВКА $U_{зад}$ служит для плавной регулировки ускоряющего напряжения сетка-катод в опыте Франка и Герца (0...40 В) и задерживающего потенциала анода в режиме снятия характеристики задержки (0...20 В).

Величина запирающего напряжения в опыте Франка и Герца подобрана наилучшим образом и устанавливается автоматически в пределе $\sim 1 \dots 2$ Вольт.

Для проведения эксперимента по оценке сечения неупругого рассеяния схема рис. 11 должна быть видоизменена согласно рис. 14. При этом в промежутке сетка – катод лампы устанавливается постоянное ускоряющее напряжение 20 В от источника постоянного напряжения E , а пилообразный генератор развертки подключается в промежуток сетка – анод триода и вырабатывает отрицательные относительно сетки пилообразные импульсы в пределе от 0 ... -20 В. Таким образом, потенциал анода линейно уменьшается относительно потенциала сетки. С резистора R снимается сигнал, пропорциональный анодному току $I_{анод}$ лампы. В результате получаем на экране осциллографа вольт-амперную характеристику задержки лампы, аналогичную рис. 7б, рис. 16б.

Осциллографический метод исследования нагляден, однако следует заметить, что получаемые результаты скорее являются оценочными, погрешность опыта может достигать 10-12 %.

Режим работы установки прерывистый – через каждые 45-50 минут работы необходим перерыв 10 минут во избежание перегрева.

5. Порядок работы и настройки лабораторного модуля.

Лабораторная установка ФКЛ-6 «Опыт Франка и Герца» 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. Перед включением установки в сеть проверить целостность соединительных и сетевых проводов.
2. Подключить выход «ВЫХОД Y - СИГНАЛ» учебной установки ко

- входу Y осциллографа, выход «ВЫХОД X - СИНХРОНИЗАЦИЯ» ко входу X внешней синхронизации электронного осциллографа.
3. Включить осциллограф и лабораторную установку в сеть напряжением ~ 220 В проводами евро – стандарта из комплекта.
 4. Поставить кнопку «СЕТЬ» на панели осциллографа во включенное положение. При этом должна загореться сигнальная лампа на панели осциллографа.
 5. Поставить переключатель «СЕТЬ» на панели модуля ФКЛ-6 в положение «ВКЛ», при этом должен загореться сигнальный светодиод «СЕТЬ» на панели модуля. Дать прогреться всем приборам в течение не менее 3 минут.
 6. Провести необходимые эксперименты согласно методическому руководству.
 7. По окончании работы выключить все приборы от сети соответствующими переключателями и вынуть вилки из розеток.
 8. При выполнении лабораторной работы рекомендуется использовать соответствующее методическое руководство.

6. Меры предосторожности.

Корпус лабораторного модуля ФКЛ-6 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 ~ 220 В.

В процессе работы так же рекомендуется избегать одновременного контакта с землей и корпусом лабораторных приборов и одновременного контакта между корпусами лабораторных приборов. Не рекомендуется длительное время оставлять ускоряющее напряжение более 35 Вольт из-за ограниченного ресурса лампы.

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 Франка и Герца видна прямая линия.	Неправильная настройка осциллографа.	Проверить осциллограф, поставив все ручки в рекомендуемое положение.
Характеристика нестабильна.	Проблемы с синхронизацией.	Отжать кнопку БЛК и вращением ручки УРОВЕНЬ 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, 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