

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТУННЕЛЬНОГО ЭФФЕКТА С ПОМОЩЬЮ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ТУННЕЛЬНОГО ДИОДА В ДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ (С ЭЛЕКТРОННЫМ ОСЦИЛЛОГРАФОМ)

ФКЛ-5У

ПАСПОРТ.

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.

2011 г.

1. Назначение.

Лабораторный модуль ФКЛ-5У предназначен для постановки лабораторных работ по курсу «Квантовая физика» («Атомная и ядерная физика») в физическом практикуме ВУЗов. Данный модуль позволяет проводить исследование туннельного эффекта в вырожденном $p-n$ переходе, изучать основные закономерности данного физического явления. Производится построение вольт-амперной характеристики туннельного диода по точкам и на экране осциллографа, с последующим определением параметров туннельного перехода в диоде и сравнением их с предварительными теоретическими оценками.

Модуль выполнен в виде законченного блока, не требующего вмешательства пользователей в процессе эксплуатации.

2. Технические условия и комплектующие.

Напряжение питания	220 В
Потребляемая мощность	не более 50 Вт
Условия эксплуатации	температура 20 °С при нормальном атмосферном давлении.

Состав модуля ФКЛ-5:

Блок согласования питания и исследуемой цепи	1 шт.
Модуль измерения	1 шт.
Стабилизированный модуль питания	1 шт.
Модуль синхронизации и развертки	1 шт.
Исследуемые туннельные диоды ГИ-305А, 1И104	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-5 является туннельные диоды, являющий собой пример вырожденного $p-n$ перехода.

3. Устройство и принцип работы.

Принципиальная электрическая схема модуля приведена на рис. 1:

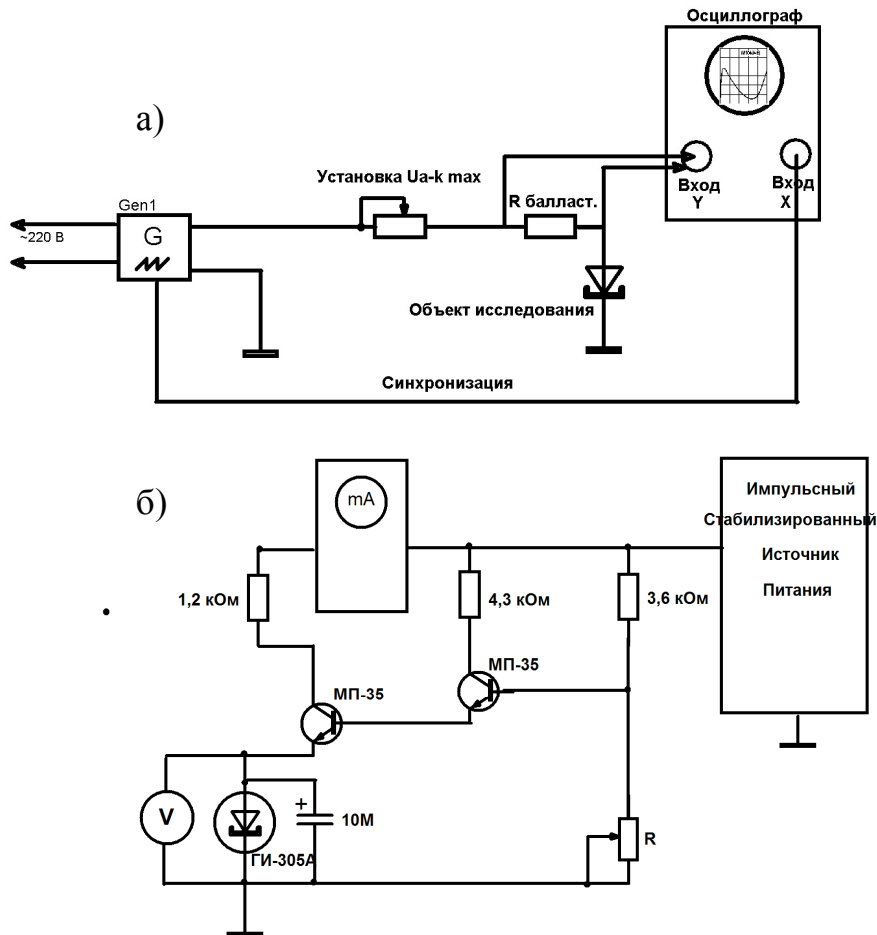


Рис. 1. Принципиальные электрические блок-схемы модуля ФКЛ-5 для снятия ВАХ с помощью осциллографа

Ввиду сложности, принципиальная схема одного из вариантов импульсного стабилизированного источника питания прилагается отдельно на рис.2. Измерительные приборы типа ЦИП (Цифровой Измерительный Прибор) собраны на основе цифровой техники и применения программируемых микроконтроллеров фирмы Atmel.

Туннельный диод имеет малые размеры, оформлен в цилиндрическом герметичном малостеклянном корпусе диаметром 3 – 4 мм и высотой около 2 мм. Выводы гибкие ленточные. Масса не превышает 0,15 г.

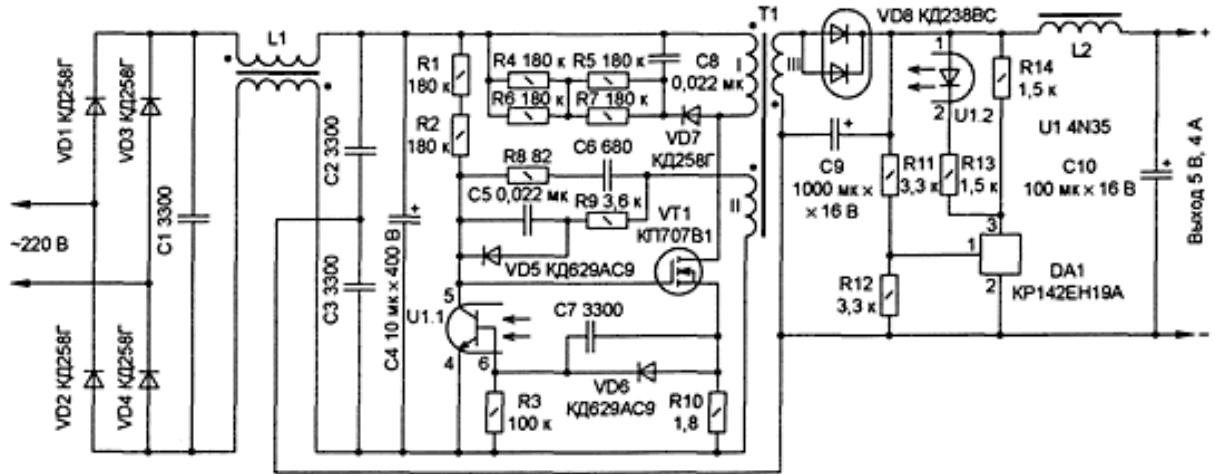


Рис. 2. Один из вариантов ИСИП

Пилообразный сигнал с выхода Генератора Линейно Изменяющегося Напряжения (ГЛИН) G подается на исследуемый полупроводниковый туннельный диод через балластное сопротивление. Таким образом, между анодом и катодом диода создается ускоряющее напряжение, линейно меняющееся во времени – создается развёртка во времени по оси X осциллографа, а, так как напряжение $U_{\text{анод-катод}}$ пропорционально времени t ($U_{\text{а-к}} \sim kt$), то развёртка по времени есть развёртка по напряжению $U_{\text{анод-катод}} = U_{\text{диода}}$.

С резистора $R_{\text{балл}}$ снимается сигнал, пропорциональный току I диода. В результате получаем на экране осциллографа вольт-амперную характеристику диода $I=I(U)$.

Плавная регулировка выходного напряжения генератора осуществляется

переменным резистором R  . Измерение амплитудного

значения напряжения на диоде и амплитудного значения тока при данном напряжении производится при помощи встроенного цифрового комбинированного «ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА». Таким образом, вольтметр и амперметр показывают фактически значение напряжения и тока в крайней правой точке характеристики диода (рис. 3).

Так как цифровой вольтметр на ЖКД индикаторе всегда показывает значение напряжения в крайней правой точке характеристики, то для калибровки оси X (при необходимости) достаточно воспользоваться следующей формулой:

$$K_{x \text{ чувств.}} = \frac{\Delta U_{\text{а-к ампл.}}}{\Delta x}$$

где $\Delta U_{\text{а-к ампл}}$ - установленная амплитуда напряжения с выхода генератора по показаниям измерительного прибора, Δx - количество клеток по оси x , занимаемое характеристикой при данном значении напряжения $U_{\text{а-к ампл}}$ рис. 3.

Для начала эксперимента выберите многофункциональной кнопкой «РЕЖИМ РАБОТЫ. ВЫБОР/ESC» исследуемый образец (переведите курсор на

ЖКД дисплее в соответствующее положение), и начните опыт, нажав клавишу «РЕЖИМ РАБОТЫ. ВХОД». Выход из эксперимента и переход в главное меню выбора образца осуществляется многофункциональной кнопкой «РЕЖИМ РАБОТЫ. ВЫБОР/ESC»

Исследуемые образцы: SAMPLE1=1И305; SAMPLE2=1И104.

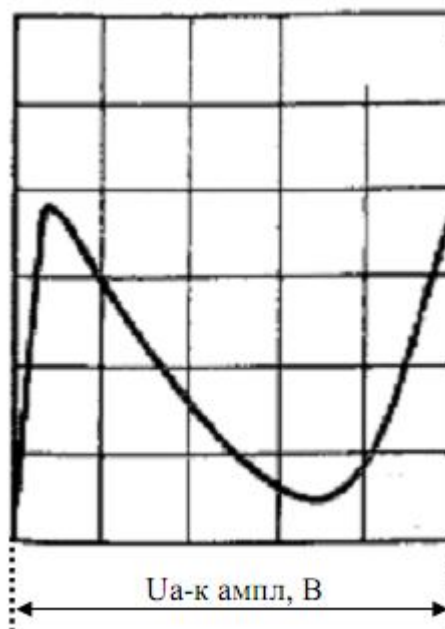


Рис. 3. Вид вольтамперной характеристики, получаемой на учебной установке ФКЛ-5.

4. Порядок работы и настройка лабораторного модуля.

В процессе эксплуатации вмешательство пользователей в работу модуля и дополнительная его настройка не требуются. По истечении некоторого времени, ввиду процессов, происходящих в исследуемом материале туннельного диода, возможно некоторое изменение ВАХ, что существенно не сказывается на результаты работы.

1. Проверить целостность корпуса модуля и силового питающего провода ~ 220 В.
2. Включить устройство в сеть ~ 220 В.
3. Поставить переключатель «СЕТЬ» на панели модуля и осциллографа в положение «ВКЛ», при этом должен загореться сигнальный светодиод «СЕТЬ».
4. Дать модулю и осциллографу прогреться в течение 1-3 минут. После чего начать измерения согласно методическому руководству.
5. В ходе выполнения лабораторной работы рекомендуется использовать соответствующее методическое руководство.
6. По окончании работы поставить переключатель «СЕТЬ» в положение «ВЫКЛ», при этом должен погаснуть индикатор «СЕТЬ» и вынуть вилку из розетки.

5. Меры предосторожности.

Эксплуатация лабораторного модуля ФКЛ-5 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.

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

6. Возможные неисправности и методы их устранения.

Неисправность	Причина	Способ устранения
Не загорается сигнальный светодиод «сеть» на панели модуля, также на измерительных устройствах отсутствуют показания.	Отсутствие питания модуля.	Проверить целостность силового шнура. Входное напряжение питания должно составлять не менее 200 В.
Характеристика нестабильна.	Произошли необратимые изменения в материале туннельного диода, либо сбой системы измерения.	Заменить туннельный диод на аналогичный (АИ) или типа ГИ, сбросить показания измерительных приборов, включив и выключив установку.

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.