

НПО УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»



**ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ.  
ПЕТЛЯ ГИСТЕРЕЗИСА СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ.**

**ФЭЛ-21**

**ПАСПОРТ.**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.**

**2012 г.**

## 1. Назначение.

Установка предназначена для проведения лабораторных работ по курсу "РАДИОЭЛЕКТРОНИКА", "ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ", "ФИЗИКА" в высших учебных заведениях.

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 50 Вт
Максимальный ток	не более 2,0 А
Условия эксплуатации	температура 10-40 °С при нормальном атмосферном давлении.

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

- объекта исследования — сегнетоэлектрического конденсатора, диэлектриком в котором служит сегнетоэлектрическая керамика типа ВК-2 или эквивалентная;
- 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 по исследованию явления диэлектрического гистерезиса в сегнетоэлектриках выполняется на учебной установке ФЭЛ-21, принципиальная схема которой приведена рис. 2.2.

#### Установка учебная ФЭЛ-21

##### "Изучение свойств и явления гистерезиса сегнетоэлектриков"

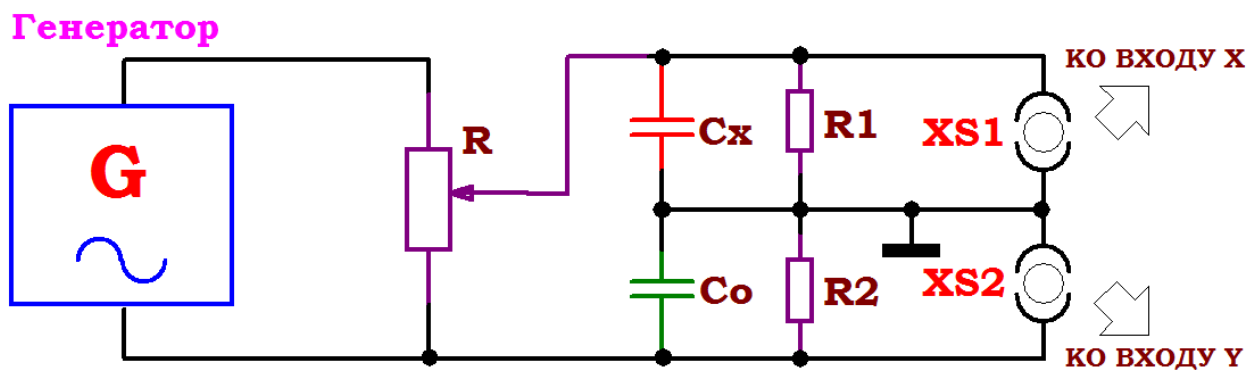


Рис. 2.2. Схема осциллографического исследования петли диэлектрического гистерезиса на учебной установке ФЭЛ-21.

Переменное напряжение  $\sim 150$  В с генератора G регулируется потенциометром R (ручка «АМПЛИТУДА»). Два конденсатора  $C_x$  (сегнетоэлектрический, диэлектриком в котором служит сегнетоэлектрическая керамика типа ВК-2 или эквивалентная) и  $C_0$  (эталонный линейный) соединены последовательно и подключены к данному регулируемому источнику переменного напряжения.

Параллельно этой цепочке конденсаторов включены два резистора. Резистор R1 обладает эквивалентным омическим сопротивлением исследуемого сегнетоэлектрика, а резистор R2 служит для подбора равенства фаз напряжений, подаваемых на вход осциллографа (ЭО). Величины сопротивлений резисторов R1 и R2 подбираются экспериментально для каждого экземпляра учебной установки и их регулировка в процессе эксплуатации не требуется (резисторы впаяны в основную плату управления, находящуюся в корпусе прибора).

Частота генератора регулируется с помощью кнопок «ЧАСТОТА» - текущее значение частоты генератора выводится на дисплей, амплитуда выходного напряжения устанавливается с помощью ручки «АМПЛИТУДА», измеряется цифровым вольтметром и выводится на LCD индикатор.

**Изменение частоты и измерение амплитуды напряжения генератора возможно только при выключенном генераторе! Генератор включается и отключается кнопкой «ГЕНЕРАТОР ВКЛ/ВЫКЛ». Для надежного срабатывания кнопок необходимо удерживать их нажатыми в течение  $\sim 2$  секунд.**

Максимальная амплитуда  $U$  переменного напряжения с генератора ограничена величиной  $U \approx 150$  В. Это напряжение делится на двух последовательно соединенных конденсаторах  $C_0$  и  $C_x$ . Для того чтобы гистерезисная кривая выходила на насыщение необходимо, чтобы напряжение на  $C_x$  было  $U_x > E \cdot d \approx 2 \cdot 10^5 [\text{В/м}] \cdot 3 \cdot 10^{-4} [\text{м}] \approx 120$  В именно поэтому мы должны обеспечить условие  $C_0 \gg C_x$ .

Петля диэлектрического гистерезиса изображается на экране в некотором масштабе в координатах ( $x$ ;  $y$ ), причем:

$$U_x = K_x X; \quad U_y = K_y Y \quad (3.1)$$

где  $X$  и  $Y$  - измеряются в «делениях шкалы» экрана осциллографа.

Следует учесть, что ось  $X$  горизонтального отклонения луча осциллографа в режиме  $XY$  фигур Лиссажу не откалибрована, а сигнал на вход  $X$  подается через резистивный делитель напряжения, встроенный в учебную установку (**ручка «УСИЛЕНИЕ X»**). Следовательно, при расчете значений напряженности внешнего поля  $E$ , следует учесть коэффициент чувствительности оси  $X$   $K_x$  [ВОЛЬТ/ДЕЛ], определяемый экспериментально путем калибровки оси  $X$  с использованием цифрового вольтметра, встроенного в лабораторную установку.

Напряженность внешнего электрического поля, приложенная к сегнетоэлектрическому образцу определяется по формуле:

$$E = \frac{U_x}{d} = \frac{K_x \cdot X}{d} \quad (3.2)$$

На вход  $Y$  сигнал подается также через резистивный делитель, но встроенный в осциллограф. В данном случае значения коэффициента чувствительности оси  $Y$   $K_y$  определяются подписями около ручки ВОЛЬТ/ДЕЛ оси  $Y$  осциллографа (**ручка ПЛАВНО VOLT VAR. при этом должна быть повернута до упора по часовой стрелке**).

Для модуля вектора электрического смещения можно получить следующую формулу:

$$D = \frac{U_y \cdot C_0}{S_g} = \frac{K_y \cdot Y \cdot C_0}{S_g} \quad (3.3)$$

Из вышеизложенного следует вывод, что на экране осциллографа будет воспроизводиться зависимость  $D=f(E)$ , то есть петля гистерезиса сегнетоэлектрика.

### ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЁТОВ

Емкость эталонного конденсатора  $C_0 = 10$  мкФ  $= 10^{-5}$  Ф

Площадь пластины конденсатора с сегнетоэлектриком  $S_g = 1,23 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>

Расстояние между обкладками (толщина слоя сегнетоэлектрика)  
 $d = 3 \cdot 10^{-4}$  м

#### 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. 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 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  $\sim 220$  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 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»

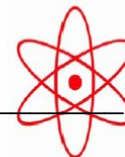
Заказчик:

\_\_\_\_\_

«    » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Исполнитель:

Панков С. Е.



«    » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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