

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»  
Многопрофильный колледж

  
УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
/ С.А. Махновский  
«09» февраля 2022г

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

по учебной дисциплине  
ОПЦ.05 Материаловедение

для студентов специальности  
13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и  
электромеханического оборудования (по отраслям)  
(базовой подготовки)

Магнитогорск, 2022

**ОДОБРЕНО:**

Предметно -цикловой комиссией  
«Монтажа и эксплуатации  
электрооборудования»

Председатель \_\_\_\_\_ /С.Б.Меняшева  
Протокол № 5 от 19.01. 2022г

Методической комиссией МпК

Протокол №1 от 09.02.2022г

**Составитель:**

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» МпК      Максим Михайлович Лыгин

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Материаловедение».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на формирование универсальных учебных действий, подготовку обучающихся к освоению программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям) и овладению профессиональными компетенциями

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	
Практическая работа 1	6
Практическая работа 2	8
Практическая работа 3	9
Практическая работа 4	11
Практическая работа 5	12
Лабораторная работа 1	14
Лабораторная работа 2	17
Лабораторная работа 3	19

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений, необходимых в последующей учебной деятельности.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

У1 Определять характеристики материалов по справочникам;

У2 Выбирать материалы по их свойствам и условиям эксплуатации.

У3 Подбирать конструкционные материалы по их назначению и условиям эксплуатации.

У4 Выбирать электротехнические материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения.

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 1.1. Выполнять наладку, регулировку и проверку электрического и электромеханического оборудования.

ПК 1.2. Организовывать и выполнять техническое обслуживание и ремонт электрического и электромеханического оборудования.

ПК 1.3. Осуществлять диагностику и технический контроль при эксплуатации электрического и электромеханического оборудования.

ПК 2.1. Организовывать и выполнять работы по эксплуатации, обслуживанию и ремонту бытовой техники.

ПК 2.2. Осуществлять диагностику и контроль технического состояния бытовой техники.

ПК 2.3. Прогнозировать отказы, определять ресурсы, обнаруживать дефекты электробытовой техники.

ПК 5.1 Проводить ремонт и обслуживание кабельных линий.

ПК 5.2 Проводить ремонт и обслуживание электрической части технологического оборудования.

А также формированию **общих компетенций:**

ОК.01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК.02 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК.03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.

ОК.04 Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК.05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09 Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

Выполнение обучающихся практических и/или лабораторных работ по учебной дисциплине «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

Практические и лабораторные занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема: Основные характеристики электротехнических материалов

#### Практическая работа № 1

#### Определение видов металлов по внешним признакам и макроструктуре

**Цель:** формирование умений определять виды металлов по их внешним признакам

**Выполнив работу, Вы будете уметь:** определять виды металлов и сплавов по макроструктуре;

**Материальное обеспечение:** образцы видов металлов; технические весы; разновесы; штангенциркуль; карандаши цветные; справочная таблица; формула.

**Задание:** Определите вид металла, из которого изготовлены образцы по внешним признакам (вес, цвет, оттенки) и сделайте вывод, определив удельный вес металлов опытным путем.

#### Порядок выполнения работы:

1. Изучите задание.
2. Определите визуально и подтвердите опытным путем (через определение удельного веса) вид металла, из которого изготовлен каждый образец.
3. Результаты оформите в виде таблицы.

#### Ход работы:

1. Рассмотрите предложенные образцы. Определите визуально вид металла по внешним признакам (вес, цвет, оттенки, степень блеска).
2. Цветными карандашами зарисуйте образцы металлов (сплавов).
3. Взвесьте образцы металлов на технических весах с точностью до 0,01 гр.
4. Определите объем образца с помощью штангенциркуля по формуле:  $V=ахbхh=$  (см<sup>3</sup>).  
Полученные данные занесите в таблицу
5. Определите расчетным путем удельный вес металла P1, разделив массу (в граммах) на объем (в см<sup>3</sup>)
6. Сравните полученный результат с табличным значением P2 (таблица 1) удельного веса определенного веса металлов (сплавов). Полученные данные занесите в таблицу 2.

Таблица 1

№ п\п	Название металлов	Символ	Удельный вес г/см <sup>3</sup>	Температура плавления С <sup>0</sup>	Коэффициент линейного расширения
1	Алюминий	Al	2,7	660	0,000024
2	Вольфрам	W	19,3	3200	0,000004
3	Железо	Fe	7,8	1530	0,000012
4	Кобальт	Co	8,9	1480	0,000012
5	Магний	Mg	1,7	651	0,000026
6	Марганец	Mn	7,5	1250	0,000023
7	Медь	Cu	8,9	1083	0,000017
8	Никель	Ni	8,9	1452	0,000014
9	Олово	Sn	7,3	232	0,000023
10	Свинец	Pb	11,3	327	0,000029

11	Сурьма	Sb	6,7	630	0,000010
12	Цинк	Zn	7,1	419	0,000032
13	Хром	Cr	6,9	1700	0,000008

Таблица 2

Вид металла (сплава)	Эскиз	Цвет (оттенки)	Объем, см <sup>3</sup>	Вес P1, кг	Погрешность определения удельного веса металлов P <sub>1</sub> -P <sub>2</sub>

#### Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) таблицы по заданию;
- в) результаты расчетов;
- г) выводы по работе.

#### Критерии оценки:

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении практических заданий;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;
- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении практических заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;
- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;
- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;
- студент умеет применять полученные знания при решении простых задач по готовому алгоритму;
- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;
- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует;

## Тема: Проводниковые материалы высокой проводимости

### Практическая работа № 2

#### Определение степени изменения объема металлов при нагревании

**Цель:** формирование умений определять степени изменения объема металлов при нагревании.

**Выполнив работу, Вы будете уметь:** определять степень изменения объема металлов при нагревании.

**Материальное обеспечение:** образцы металлов, таблицы, формулы, ГОСТ.

**Задание:** Определить степень изменения объема металлов при нагревании на определённые температуры

#### Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретический материал по теме.
2. Произвести расчёты согласно заданию.
3. Результаты оформите в виде таблицы.

#### Ход работы:

1. Изучите краткие теоретические сведения для выполнения работы.
2. Используя данные таблицы 3, определите длину металлического стержня при нагреве на температуру по формуле:  $L = L_0 (1 + \alpha t)$   
где  $\alpha$  — коэффициент линейного расширения,  $L_0$  — длина образца до нагрева  $t$ .
3. Рассчитайте первоначальный объем стержня круглого сечения диаметром 2 мм до нагревания и объем стержня после нагрева.
4. Определите степень изменения первоначального объема металла при изменении температуры на  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
5. Результаты расчетов занесите в таблицу 3.
6. Сформулируйте и запишите вывод о том, какие факторы определяют степень изменения линейных размеров и объема материалов при нагревании.

Таблица 3

№ Наименование металла	Длина металлического стержня до нагревания, м	Объем $V$ , мм <sup>3</sup>	Коэффициент линейного расширения	Длина металла после нагрева на температуру, С			Объем стержня после нагревания, мм <sup>3</sup>			Степень увеличения объема материала, мм
				25	30	45	25	30	45	
1. Сталь 20	2,8		0,00009							
2. Алю- миний	15		0,000024							
3. Желез/б	2,3		0,000012							
4. Медь	5,6		0,000017							

5. Свинец	8,0		0,000029							
6. Олово	6,4		0,000023							

### Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) результаты расчетов;
- в) выводы по работе.

### Критерии оценки:

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении практических заданий;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;
- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении практических заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;
- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;
- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;
- студент умеет применять полученные знания при решении простых задач по готовому алгоритму;
- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;
- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует;

**Тема: Обмоточные и установочные провода. Монтажные провода и кабели.**

### Практическая работа № 3 Конструкции и маркировки проводов и кабелей

**Цель:** формирование умений определять конструкцию, назначение и маркировку проводниковых изделий (проводов и кабелей).

**Выполнив работу, Вы будете уметь:** определять характеристику и область применения проводов и кабелей по их маркировке.

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал; образцы кабелей и проводов

**Задание:** Согласно номеру своего варианта расшифровать маркировку проводов и кабелей, указать область их применения и зарисовать конструкцию.

**Порядок выполнения работы:**

1. Определите номер своего варианта по таблице.
2. Выполните задания.
3. Оформите результаты в форме таблицы в тетради.

**Ход работы:**

1. Изучите образцы проводов и кабелей согласно номеру варианта.
2. Выполните эскиз образцов в таблице 4, форма которой приведена ниже.
3. Выпишите маркировки, соответствующие своему варианту.
4. Дайте характеристику проводниковых изделий, согласно их маркировке.
5. Расшифруйте маркировку.
6. Ответьте на контрольные вопросы:
  - a) какими механическими свойствами должны обладать проводниковые изделия?
  - b) для каких целей применяются кабели?
  - c) почему монтажные провода выпускают с лужеными медными жилами?
  - d) запишите марку алюминиевого провода с резиновой изоляцией.

Таблица 4

Вариант №...			
№п/п	Эскиз образца провода (кабеля)	Марка	Область применения
1			
2			
3			

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- a) наименование работы и цель работы;
- b) результаты расчетов;
- v) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении практических заданий;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;
- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении практических заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;
- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;
- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;
- студент умеет применять полученные знания при решении простых задач по готовому алгоритму;
- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;
- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует;

## **Тема: Свойства полупроводниковых материалов**

### **Практическая работа № 4**

#### **Выбор марки припоя и определение его назначения и химического состава**

**Цель:** получить практические навыки по выбору, определению назначения и химического состава припоя.

**Выполнив работу, Вы будете уметь:** - определять химический состав припоя по его марке; -выбирать марку припоя в зависимости от требований к пайке деталей.

**Материальное обеспечение:** справочные таблицы.

**Задание:** 1. Определите химический состав и назначение припоя по его марке.  
2. Выберите марку припоя, необходимого для пайки деталей.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить теоретический материал по теме.
2. Произвести расчёты согласно заданию.
3. Результаты оформите в виде таблицы.

#### **Ход работы:**

1. Используя краткие теоретические сведения, определите вид (легкоплавкий или твердый), химический состав и назначение припоев:
  - а) ПСР-25;
  - б) ПМЦ-42;
  - в) П-250;
  - г) ПОС-40
  - д) ПОСВ-33.
2. Укажите вид и марку припоя, необходимого для:
  - 1) пайки меди и бронзы;
  - 2) пайки деталей, при которой требуется большая прочность, гибкость и легкая обрабатываемость шва; температура плавления припаиваемого металла 740°C;
  - 3) пайки деталей, при которой требуется высокая прочность шва; температура плавления припаиваемого металла 870°C;
  - 4) пайка микросхем, когда требуется особо низкая температура плавления припоя.
3. Какие припои нельзя использовать при контакте их с пищей, человеком? Обоснуйте ответ. Перечислите требования к припою.

#### **Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) выполненная работа в тетради;
- в) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении практических заданий;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;
- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении практических заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;
- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;
- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;
- студент умеет применять полученные знания при решении простых задач по готовому алгоритму;
- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;
- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует;

**Тема: Электропроводимость и пробой твёрдых, жидких и газообразных диэлектриков**

**Практическая работа № 5****Определение электрической прочности жидких диэлектриков**

**Цель:** ознакомить со схемой аппарата АМИ-60 для испытания жидких диэлектриков, сформировать умения рассчитывать электрическую прочность жидких диэлектриков

**Выполнив работу, Вы будете уметь:** определять электрическую прочность жидких диэлектриков

**Материальное обеспечение:** конспект лекций, формулы, схемы.

**Задание:**

1. Дать краткое описание и изобразить схему аппарата АМИ-60

2. Ответить на вопросы:

По какой формуле определяется электрическая прочность?

Какие факторы влияют на электрическую прочность трансформаторного масла?

Какими способами повышают электрическую прочность трансформаторного масла.

В каких электрических аппаратах используется трансформаторное масло?

От каких факторов зависит величина пробивного напряжения?

Заполните таблицу 5, произведя необходимые расчеты:

Таблица 5

№ п/п	Жидкий диэлектрик	Епр (кВ/мм)	h (мм)	U (кВ)
1	трансформаторное масло	75	1	
			1,5	
			2	
			2,5	
			3	
			3,5	
			4	
			4,5	
			5	
2	кабельное масло	17	1	
			1,5	
			2	
			2,5	
			3	
			3,5	
			4	
			4,5	
			5	
3	конденсаторное масло	27	1	
			1,5	
			2	
			2,5	
			3	
			3,5	
			4	
			4,5	
			5	

4. Начертить зависимость напряжения, при котором происходит пробой от толщины испытываемого слоя жидкого диэлектрика.

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить теоретический материал по теме.
2. Произвести расчёты согласно заданию.
3. Результаты оформите в виде таблицы.

**Ход работы:**

Произвести расчёт по формуле  $E_{пр} = U_{пр}/h$  (кВ/мм)

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) результаты расчетов;
- в) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении практических заданий;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;

- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении практических заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;

- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;

- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;

- студент умеет применять полученные знания при решении простых задач по готовому алгоритму;

- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;

- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует;

**Тема: Твёрдые диэлектрики****Лабораторная работа № 1****Измерение диэлектрической проницаемости и угла диэлектрических потерь твёрдых диэлектриков.**

**Цель:** ознакомиться с образцами диэлектрических материалов, определить их диэлектрическую проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь, сравнить полученные результаты со справочными данными.

**Выполнив работу, Вы будете уметь:** определять диэлектрическую проницаемость диэлектрических материалов.

**Материальное обеспечение:** "Измеритель RLC", минимодули "Диэлектрическая проницаемость бумаги", "Диэлектрическая проницаемость полиэтилентерефталата", соединительные проводники.

**Задание:**

1. Изучить тему «Твёрдые диэлектрики», содержание данной лабораторной работы и быть готовым ответить на все контрольные вопросы преподавателя.
2. Произвести необходимые измерения.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с лабораторным стендом
2. Подготовиться к выполнению лабораторной работы.
3. Получить данные с лабораторного стенда.
4. Оформить полученные данные.

**Ход работы:**

1. Изучить теоретический материал, достаточный для выполнения лабораторной работы. В данной лабораторной работе производится измерение ёмкости конденсаторов прямым методом – измерителем RLC.

2. Подключить минимодуль "Диэлектрическая проницаемость" к измерителю RLC, как указано на рисунке 1.

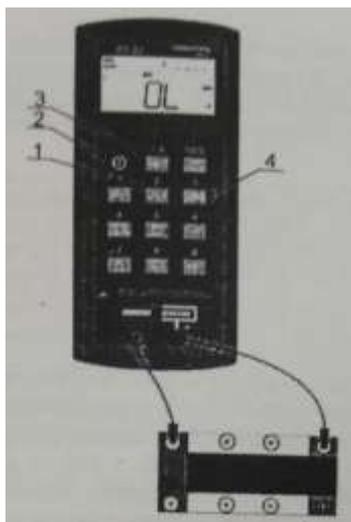


Рис. 1. Соединение измерителя RLC и минимодуля "Диэлектрическая проницаемость": 1 – кнопка выбора режима измерения основного параметра, 2 – кнопка включения прибора, 3 – кнопка выбора частоты тест-сигнала, 4 – кнопка выбора режима измерения дополнительного параметра

После проверки правильности соединения схемы преподавателем, подать напряжение питания на комплект, включением автоматического выключателя и УЗО модуля "Модуль питания и USB-осциллограф".

Включить измеритель RLC, нажав кнопку 2, нажатием кнопки 1 установить режим измерения ёмкости, о чём будет свидетельствовать значок "F" – фарады в нижнем правом углу дисплея. Установить частоту тест-сигнала 120 Гц нажатием кнопки 3, частота тест-сигнала отображается в правой части дисплея "120Hz". Установить режим измерения диэлектрических потерь кнопкой 4, данный режим измерения индицирует символ "D" в верхней части дисплея.

В правой верхней части дисплея отображается тангенс угла диэлектрических потерь. Занести показания измерителя RLC в таблицу 6.

3. Не отключая измеритель RLC, заменить минимодуль на другой из набора и занести ёмкость и угол диэлектрических потерь в таблицу 6. Повторить измерения для всех выданных образцов.

Таблица 6

№ п/п	f, Гц	$\xi$	Измерителем RLC		$\xi$	d, м	S, м <sup>2</sup>	C <sub>0</sub>
			tg δ	C <sub>x</sub>				
1-й образец								
2-й образец								
...								

4. Рассчитать диэлектрическую проницаемость образцов. Для минимодулей "Диэлектрическая проницаемость" площадь обкладок измерить на опытном образце, толщина диэлектрика указана на минимодуле.

5. Сравнить полученные результаты со справочными.

6. По полученным данным построить гистограммы и сравнить диэлектрики по величине тангенса диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости. Сделать вывод о целесообразности применения диэлектрика в том или ином случае.

После оформления отчёта и проверки результатов преподавателем необходимо разобрать схему, представить комплект в полном составе и исправности преподавателю.

#### Форма представления результата:

- наименование работы и цель работы;
- схемы экспериментов и таблицы полученных экспериментальных данных;
- результаты расчетов;
- выводы по работе.

#### Критерии оценки:

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении лабораторных заданий;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;
- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении лабораторных заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;
- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;
- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;
- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- лабораторная работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;
- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует;

**Тема: Твёрдые диэлектрики**

## Лабораторная работа № 2

### Измерение зависимости угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости от температуры

**Цель:** ознакомиться с образцами диэлектрических материалов; определить тангенс угла диэлектрических потерь и диэлектрическую проницаемость представленных диэлектриков, сравнить полученные результаты со справочными данными.

**Выполнив работу, Вы будете уметь:** определять диэлектрическую проницаемость материалов от температуры.

**Материальное обеспечение:** модуль "Функциональный генератор", модуль "Магнитомягкие материалы. Температурный коэффициент сопротивления / ёмкости", модуль "Модуль питания и USB-осциллограф", минимодуль "ТКЕ конденсаторов", модуль "Измеритель RLC", модуль "Мультиметры", соединительные проводники.

#### Задание:

1. Изучить тему «Твёрдые диэлектрики», содержание данной лабораторной работы и быть готовым ответить на все контрольные вопросы преподавателя.
2. Произвести необходимые измерения.

#### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с лабораторным стендом
2. Подготовиться к выполнению лабораторной работы.
3. Получить данные с лабораторного стенда.
4. Оформить полученные данные.

#### Ход работы:

1. Изучить теоретический материал, достаточный для выполнения лабораторной работы.
2. Согласно рисунку 2 выполнить электрические соединения модулей для измерения тангенса диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости твёрдых диэлектриков. Монтаж схемы производить при отключенном питании.

В качестве источника питания, для нагрева опытного образца, использовать нерегулируемый выход "+15В" модуля питания. В качестве P1 использовать измеритель RLC, в качестве P2 – мультиметр в режиме измерения температуры "С". Подключить выводы термопары минимодуля "ТКЕ конденсаторов" к контактам "TEMP" мультиметра.

3. После проверки правильности соединений схемы преподавателем подать напряжение питания на комплект, включением автоматического выключателя и УЗО модуля "Модуль питания и USB-осциллограф". Включить измеритель RLC, нажав кнопку 2, нажатием кнопки 1 установить режим измерения ёмкости, о чём будет свидетельствовать символ "F" – фарады в нижнем правом углу дисплея. Установить частоту тест-сигнала 1 кГц нажатием кнопки 3, частота тест сигнала отображается в правой части дисплея "120 Hz".

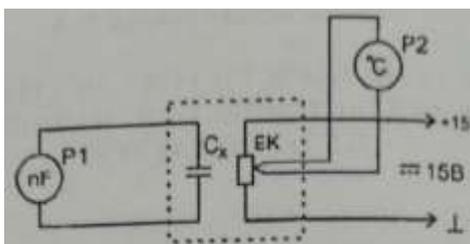


Рис. 2. Схема электрических соединений типового комплекта для измерения зависимости диэлектрической проницаемости и угла диэлектрических потерь от температуры

Установить режим измерения диэлектрических потерь кнопкой 4, данный режим измерения индицирует символ "D" в верхней части дисплея.

4. Для начала эксперимента необходимо соединить общий проводник модуля и нагревательного элемента минимодуля.

Занести значение емкости и тангенса угла диэлектрических потерь в таблицу 7 через каждые 5 градусов. Измерения проводить до 100 градусов.

5. Повторить измерения для всех выданных образцов. Результаты занести в таблицу 7.

6. Рассчитать диэлектрическую проницаемость образцов.

Таблица 7

№ п/п	$t^0, ^\circ C$	$tg\delta$	$C_x$	$\xi$
Конденсатор 1				
Конденсатор 2				

7. Построить зависимость  $tg\delta$  и  $\xi$  от температуры.

8. Сравнить диэлектрики, основываясь на полученных температурных зависимостях тангенса диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости. Сделать вывод о целесообразности применения диэлектрика в том или ином случае.

9. После оформления отчёта и проверки результатов преподавателем необходимо разобрать схему, предоставить комплект в полном составе и исправности преподавателю.

#### **Форма представления результата:**

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы экспериментов и таблицы полученных экспериментальных данных;
- в) результаты расчетов;
- г) выводы по работе.

#### **Критерии оценки:**

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении лабораторных заданий;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;
- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении лабораторных заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;
- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;
- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;
- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- лабораторная работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;

- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует;

## Тема: Твёрдые диэлектрики

### Лабораторная работа № 3

#### Измерение диэлектрической проницаемости и угла диэлектрических потерь активных диэлектриков

**Цель:** ознакомиться с образцами диэлектрических материалов, определить тангенс угла диэлектрических потерь и электрическую проницаемость представленного диэлектрика, сравнить полученные результаты со справочными данными.

**Выполнив работу, Вы будете уметь:** определять тангенс диэлектрических потерь и электрическую проницаемость активных диэлектриков.

**Материальное обеспечение:** модуль "Функциональный генератор", модуль "Модуль питания и USB-осциллограф", модуль "Прямой и обратный пьезоэффект. Наборное поле", модуль "Измеритель RLC", соединительные проводники.

#### Задание:

1. Изучить тему «Электрические Твёрдые диэлектрики», содержание данной лабораторной работы и быть готовым ответить на все контрольные вопросы к ней.
2. Произвести необходимые измерения.

#### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с лабораторным стендом
2. Подготовиться к выполнению лабораторной работы.
3. Получить данные с лабораторного стенда.
4. Оформить полученные данные.

#### Ход работы:

1. Изучить теоретический материал, достаточный для выполнения лабораторной работы.
2. Соединить RLC-метр и диэлектрик HF модуля "Прямой и обратный пьезоэффект. Наборное поле" согласно рисунку 3, где P1 – "Измеритель RLC".

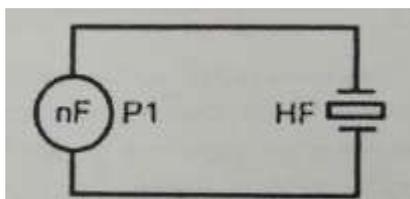


Рис.3. Схема электрическая соединений типового комплекта для измерения диэлектрической проницаемости и угла диэлектрических потерь в активных диэлектриках

3. После проверки правильности соединения схемы преподавателем подать напряжение питания на комплект, включением автоматического выключателя и УЗО модуля "Модуль питания и USB-осциллограф".

Включить измеритель RLC, нажав кнопку 2, нажатием кнопки 1 установить режим измерения ёмкости, о чём будет свидетельствовать значок "F" – фарады в нижнем правом углу

дисплея. Установить частоту тест-сигнала 1 кГц нажатием кнопки 3, частота тест сигнала отображается в правой части дисплея "1 kHz". Установить режим измерения диэлектрических потерь кнопкой 4, данный режим измерения индицирует символ "D" в верхней части дисплея.

4. Рассчитать диэлектрическую проницаемость образцов. Занести ёмкость и тангенс угла диэлектрических потерь в таблицу 8.

Таблица 8

№ п/п	$tg\delta$	$C_x, мкФ$	$C_0$	$\xi$
1-й образец				
2-й образец				

5. Сравнить полученные данные со справочными.

6. После оформления отчёта и проверки результатов преподавателем необходимо разобрать схему, предоставить комплект в полном составе и исправности преподавателю.

**Форма представления результата:**

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы экспериментов и таблицы полученных экспериментальных данных;
- в) результаты расчетов;
- г) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении лабораторных заданий;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;
- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении лабораторных заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;
- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;
- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;
- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- лабораторная работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;
- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует