

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

Многопрофильный колледж



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ОП.07 МЕТРОЛОГИЯ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ  
для обучающихся специальности  
09.02.01 Компьютерные системы и комплексы**

Магнитогорск, 2023

## **ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
«Информатики и вычислительной техники»  
Председатель Т.Б. Ремез  
Протокол № 6 от 25.01.2023 г.

Методической комиссией МпК  
Протокол № 4 от 08.02.2023 г.

### **Разработчик:**

преподаватель отделения №2 "Информационных технологий и транспорта" А. П. Иванченко  
Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «ОПЦ.07 Метрология и электротехнические измерения».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку студентов к освоению программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы и овладению профессиональными компетенциями.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ .....	4
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ .....	5
Практическое занятие №1 .....	5
Практическое занятие №2 .....	8
Практическое занятие №3 .....	9
Практическое занятие №4 .....	11
Практическое занятие № 5 .....	12
Практическое занятие № 6 .....	12
Лабораторное занятие №1 .....	13
Лабораторное занятие №2 .....	14
Лабораторное занятие №3 .....	16
Лабораторное занятие №4 .....	18
Лабораторное занятие №5 .....	19
Лабораторное занятие №6 .....	22
Лабораторное занятие №7 .....	23
Лабораторное занятие №8 .....	24

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов составляют практические и лабораторные занятия. Являясь частью изучения учебной дисциплины, они призваны экспериментально подтвердить теоретические положения и формировать общие и профессиональные компетенции, практические умения.

Состав и содержание практических и лабораторных работ 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).

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

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Метрология и электротехнические измерения» предусмотрено проведение практических и лабораторных работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

- классифицировать основные средства измерений;
- применять основные методы и принципы измерения;
- применять методы и средства обеспечения единства и точности измерений;
- применять аналоговые и цифровые измерительные приборы, измерительные генераторы.

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку студентов к освоению программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 1.4. Выполнять прототипирование цифровых систем, в том числе – с применением виртуальных средств;

ПК 3.1. Проводить контроль параметров, диагностику и восстановление работоспособности цифровых устройств компьютерных систем и комплексов.

А также формированию **общих компетенций:**

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

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

Выполнение студентами практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Метрология и электротехнические измерения» 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;
- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;
- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

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

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 1.1

### Стандартизация и сертификация

### Практическое занятие №1

Оформление перечня элементов на принципиальную электрическую схему

**Цель:** научиться оформлять перечень элементов и спецификацию в соответствии с требованиями действующего стандарта.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:* применять методы и средства обеспечения единства и точности измерений

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы требуется наличие специальной литературы, интернет-ресурсы.

**Порядок выполнения работы:**

Составить перечень элементов в виде таблицы и документ «Перечень элементов» формата А4 для схемы синхронного генератора импульсов (рис. 1)

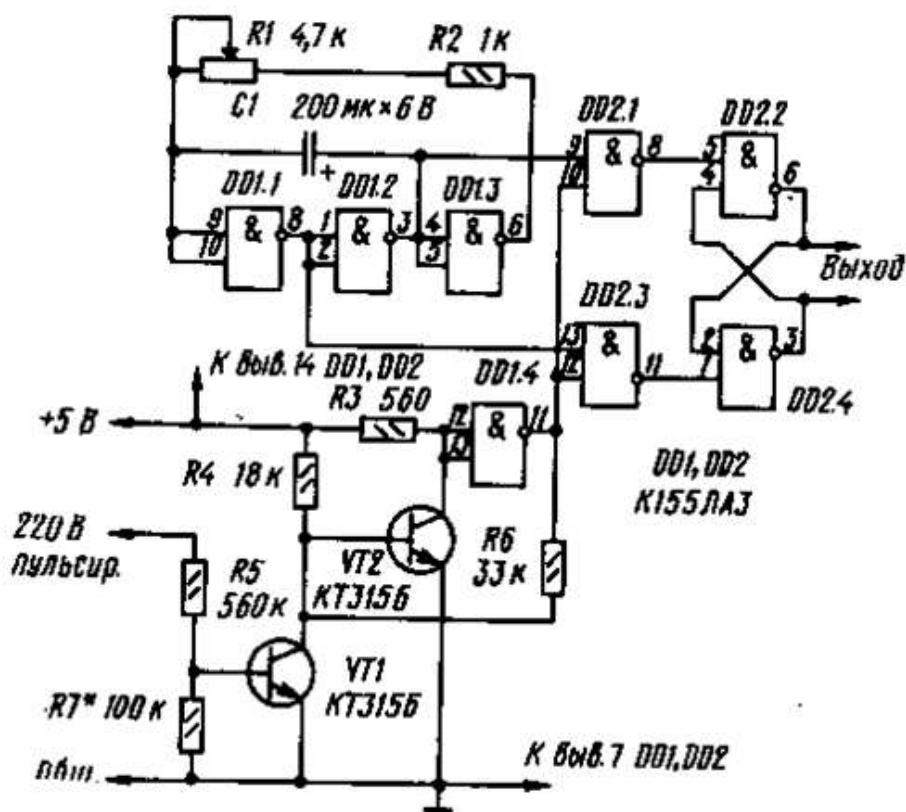


Рисунок 1 – Схема синхронного генератора импульсов

Пример выполнения задания: схема принципиальная электрическая приёмника прямого усиления (рис.2), таблица с перечнем элементов (рис. 3), форма по ГОСТ «Перечень элементов» (ри.4). Источник: Шишмарев, В.Ю.Метрология, стандартизация, сертификация,

Рисунок 2 – Схема

прямого усиления

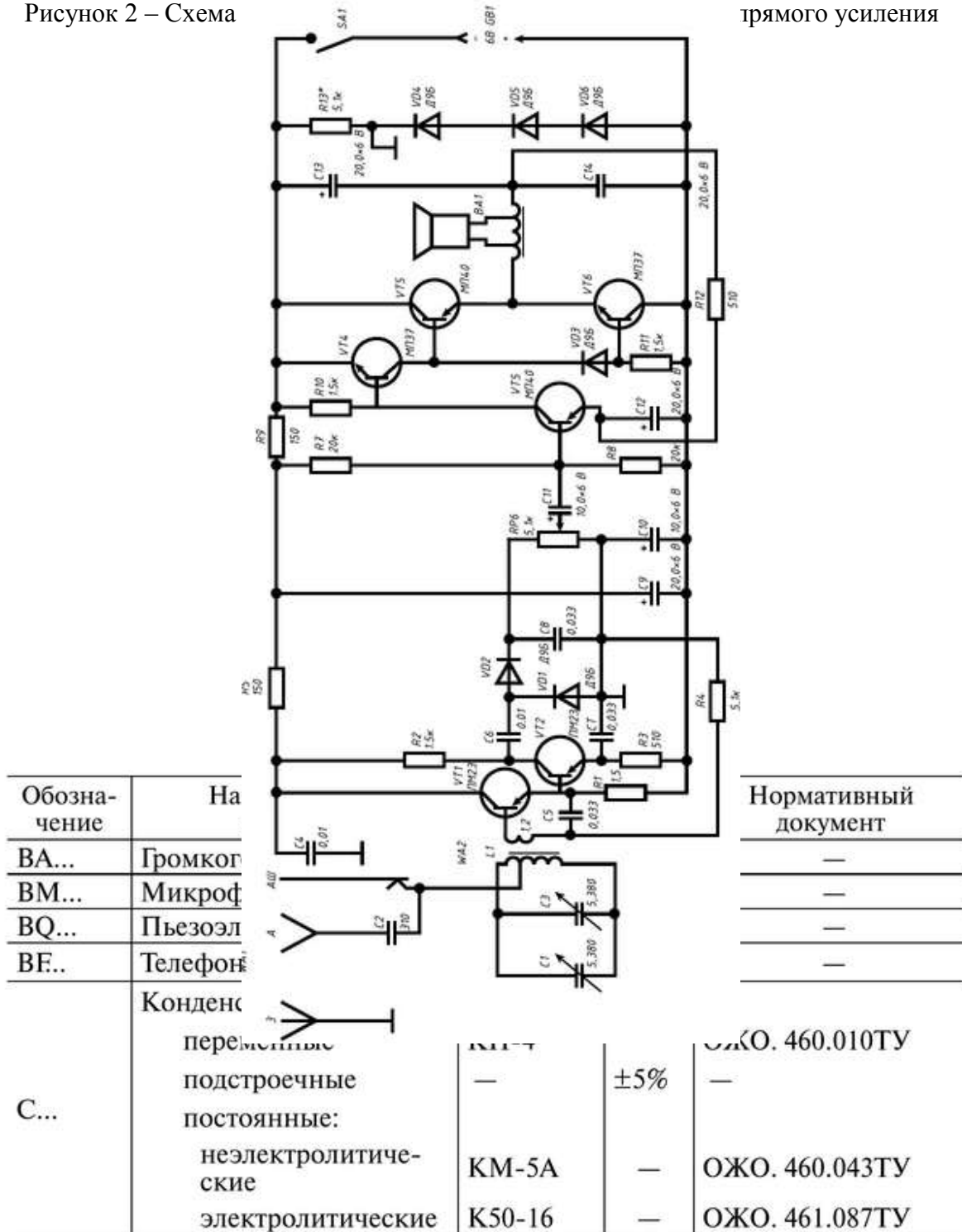


Рисунок 3 – Таблица с перечнем элементов

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание					
BA1	Громкоговоритель 0,125ГД19 Ом	1						
<b>Конденсаторы</b>								
C1	КП-4-12В-5/380±5% ОЖ0.460.010ТУ	1	переменный					
C2	КМ-5А-12В-310±5% ОЖ0.460.043ТУ	1						
C3	КП-4-12В-5/380±5% ОЖ0.460.043ТУ	1	переменный					
C4	КМ-5А-12В-0,01±5% ОЖ0.460.043ТУ	1						
C5	КМ-5А-12В 0,033±5% ОЖ0.460.043ТУ	1						
C6	КМ-5А-12В 0,01±5% ОЖ0.460.043ТУ	1						
C7, C8	К50-16-6В-0,033±5% ОЖ0.461.087ТУ	2						
C9	К50-16-6В-20,0±5% ОЖ0.461.087ТУ	1						
C10...C12	К50-16-6В-10,0±5% ОЖ0.461.087ТУ	3						
C13, C14	К50-16-6В-20,0±5% ОЖ0.461.087ТУ	2						
GB1	Источник питания 6В	1						
L1, L2	Катушки индуктивности	2						
<b>Резисторы</b>								
R1, R2	С2-23-0,125 Вт-1,5к±5% ОЖ0.467.099ТУ	2						
R3	С2-33-0,125 Вт-510±5% ОЖ0.467.099ТУ	1						
R4	С2-33-0,125 Вт 5,1к±5% ОЖ0.467.099ТУ	1						
R5	С2-23-0,125 Вт-150±5% ОЖ0.467.099ТУ	1						
RP6	СП5-36-0,125 Вт-5,1к±5% ОЖ0.468.539ТУ	1						
R7, R8	С2-33-0,125 Вт-20к±5% ОЖ0.467.099ТУ	2						
МТК.210306.15 04ПЭЗ								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<b>Приемник прямого усиления 15</b> <b>Перечень элементов</b>	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Мзговой И.В.			26.02.08		к	1	2
Пров.	Хрусталева			26.02.08		<b>Р-325</b>		
Н. Контр.								
Утв.								

Рисунок 4 – Перечень элементов

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) принципиальная электрическая схема;

- в) сведения об элементах в виде таблицы;
- г) документ «Перечень элементов» формата А4;
- д) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

**Тема 1.2**

**Основные понятия в области измерений**

**Практическое занятие №2**

**Условные обозначения на шкалах приборов**

**Цель:** научиться определять характеристики электроизмерительных приборов по знакам на шкале

**Выполнив работу, Вы будете:**

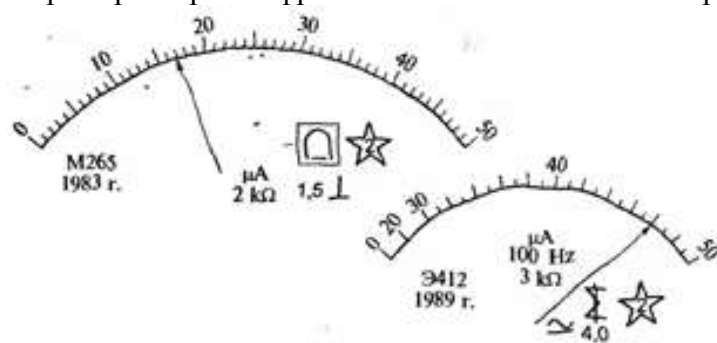
*уметь:*

- применять основные методы и принципы измерения.

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы требуется наличие специальной литературы, интернет-ресурсы.

**Порядок выполнения работы:**

Ознакомиться с примерами расшифровки знаков и символов на приборе (рис.5).



**Прибор М265:**  
 М — буквенный шифр магнитоэлектрической системы;  
 265 — номер разработки (модели);  
 1983 г. — год выпуска;  
 μА — микроамперметр;  
 2кΩ — внутреннее сопротивление 2 кОм;  
 — — предназначен для использования в цепях постоянного тока;  
 □ — графическое обозначение магнитоэлектрической системы, защищенной от действия внешних магнитных полей;  
 1,5 — класс точности;  
 ⊥ — рабочее положение вертикальное;  
 ☆ — измерительный механизм изолирован, и сопротивление изоляции испытано напряжением 2 кВ.

Рисунок 5 – Пример расшифровки знаков и символов



**Задание:**

1. Зарисуйте шкалы приборов (рис. 6).
2. Расшифруйте знаки и символы на шкале приборов:

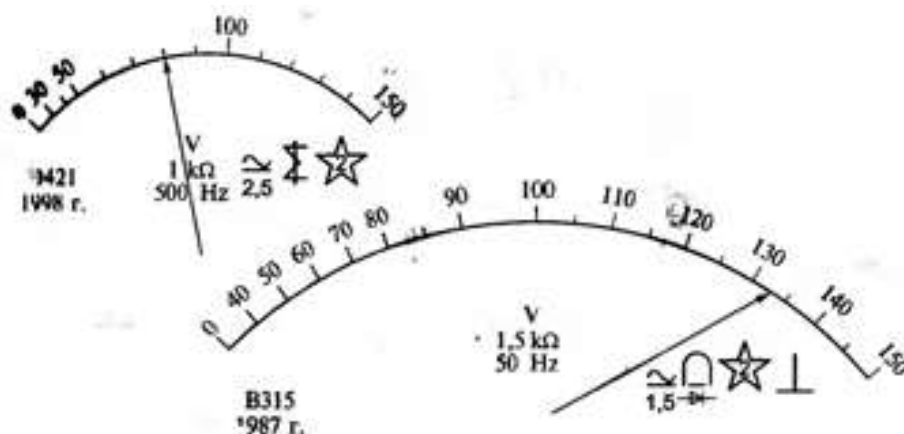


Рисунок 6 – Шкалы электроизмерительных приборов

3. Проведите сравнительный анализ приборов.

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) нарисованная шкала прибора;
- в) таблицы с параметрами приборов;
- г) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

**Тема 1.3**

**Методы и средства получения измерительной информации**

**Практическое занятие №3**

Изучение устройства приборов и определение их параметров

**Цель:** научиться определять метрологические характеристики электроизмерительных приборов

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- классифицировать основные средства измерений;
- применять аналоговые и цифровые измерительные приборы, измерительные генераторы.

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы требуется наличие специальной литературы, интернет-ресурсы.

**Порядок выполнения работы:**

1. Определите основные метрологические характеристики миллиамперметров, шкалы которых показаны на рисунке 7.

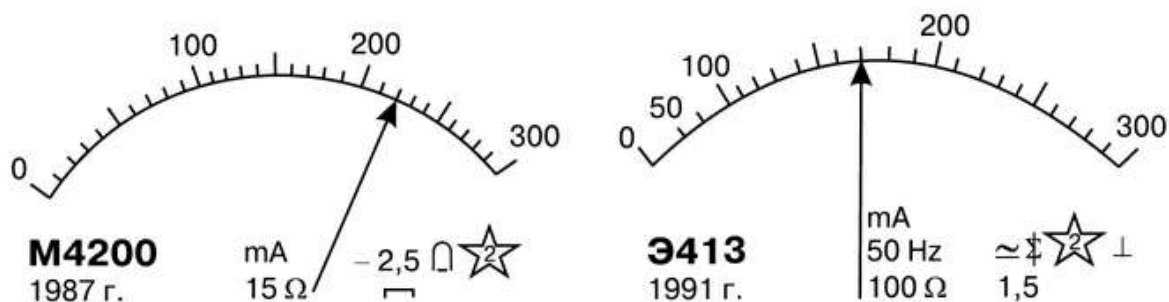


Рисунок 7 – Шкалы мультиметров

2. Заполните таблицу 1:

Таблица 1 – Метрологические характеристики приборов

Символическое обозначение системы	Шифр (тип) прибора	$I_n$ , мкА	$\gamma_{пр}$ , %	$R_A$ , Ом	$c$ , мкА/дел.	$s$ , дел./мкА	$P_A$ , мВт	$U_A$ , В	$D_F = F_{min} - F_{max}$ , Гц	$D_I = I_{min} - I_{max}$ , мкА
1										
2										

где  $I_n$  – номинальное значение тока;  
 $\gamma_{пр}$  – приведенная погрешность (класс точности);  
 $R_A$  – внутреннее сопротивление прибора;  
 $C$  – цена деления шкалы;  
 $S$  – чувствительность прибора  $S=1/C$ ;  
 $P_A$  – потребляемая мощность;  
 $U_A$  – падение напряжения на приборе;  
 $D_F$  – частотный диапазон;  
 $D_I$  – диапазон измерения силы тока.

#### Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) нарисованная шкала прибора;
- в) таблицы с характеристиками приборов;
- г) выводы по работе.

#### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## Тема 1.4 Метрологические показатели измерений

### Практическое занятие №4

Определение погрешности измерений и классов точности приборов

**Цель:** научиться рассчитывать погрешности измерений и определять класс точности приборов.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- применять методы и средства обеспечения единства и точности измерений;

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

**Задание:** решите задачи

- 1 Прибор показывает напряжение 9,9 В. Действительная величина напряжения 10 В. Определите абсолютную погрешность прибора.
- 2 Амперметр показал величину тока 5,9 А., а расчетное значение тока 6 А. Определите относительную погрешность измерения.
- 3 Амперметр показал 26А, а действительное значение тока 25А. Определите абсолютную и относительную погрешность измерений.
- 4 Истинное значение тока в цепи 5,23 А, измеренные значения тока, полученные с помощью двух амперметров, составили 5,3 и 5,2 А. Чему равны относительные и абсолютные погрешности измерения?
- 5 Какова основная приведенная погрешность прибора с верхним пределом измерения 5 А, если наибольшая погрешность при измерении составила 0,12 А?
- 6 Ток резистора, сопротивление которого 8 Ом, равен 2,4 А. При измерении напряжения на этом резисторе вольтметр показал напряжение 19,3 В. Определить абсолютную и относительную погрешности измерения сопротивления в данном случае.
- 7 При измерении напряжения потребителя, включенного в электрическую цепь, вольтметр показал 13,5 В. Найти абсолютную и относительную погрешности измерения, если сопротивление потребителя 7 Ом, ЭДС источника электрической энергии 14,2 В, его внутреннее сопротивление 0,1 Ом.
- 8 Определить класс точности амперметра с пределом измерения 10 А, если точкам шкалы 2, 4, 6, 8, 10 А соответствуют значения токов 2,041; 3,973; 6,015; 8,026; 9,976 А.

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

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

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## Практическое занятие № 5

### Поверка электроизмерительных приборов

**Цель:** ознакомиться с устройством технических и образцовых измерительных приборов. Получить практические навыки по определению погрешностей измерительных приборов.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- применять методы и средства обеспечения единства и точности измерений;

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы поверяемый амперметр и образцовый амперметр (мультиметр).

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием и записать их паспортные данные.
2. На стенде электрические цепи измерить значение тока в нескольких точках поверяемым амперметром и мультиметром;
3. Вычислить по результатам измерения абсолютную погрешность в нескольких точках шкалы поверяемого амперметра;
4. Вычислить основную приведенную погрешность поверяемого амперметра;
5. Сравнить основную приведенную погрешность поверяемого амперметра с классом точности, нанесенного на шкале поверяемого амперметра.

**Форма представления результата**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) результаты измерений амперметром и мультиметром;
- в) результаты расчётов;
- г) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## Тема 1.5

### Информационно-измерительные системы (ИИС)

## Практическое занятие № 6

### Виртуальные приборы

**Цель:** приобрести навыки измерения электрических величин в программной среде NI Multisim

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

– применять аналоговые и цифровые измерительные приборы, измерительные генераторы.

**Материальное обеспечение:** программная среда NI Multisim

### Порядок выполнения работы:

Изучите характеристики виртуальных приборов и правила их включения.

Соберите схему (рис. 8) в программной среде NI Multisim. Обратите внимание на включение виртуальных измерительных приборов: амперметра, вольтметра, ваттметра, осциллографа.

Измените параметры источников питания: установите ЭДС источника 48 В, частоту 50 Гц - и выполните измерения ещё раз. Результат представьте преподавателю

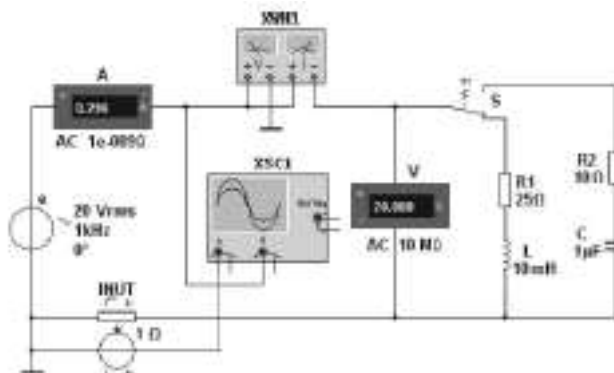


Рисунок 8 – Схема с виртуальными приборами в NI Multisim

### Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- характеристики виртуальных приборов;
- результаты измерений;
- выводы по работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## Тема 2.1

### Измерение напряжения и тока

#### Лабораторное занятие №1

#### Измерение напряжения и тока в цепях постоянного тока

**Цель:** приобретение навыков определения параметров элементов в цепях постоянного тока по результатам измерений, включения в цепь вольтметра и амперметра.

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- применять основные методы и принципы измерения;
- применять аналоговые и цифровые измерительные приборы, измерительные генераторы.

#### Материальное обеспечение:

Лабораторный стенд ЭЦ-МР-01

### Порядок выполнения работы

1. Собрать схему (рис. 9).
2. Выполнить измерения, занести результаты измерений в табл. 2.

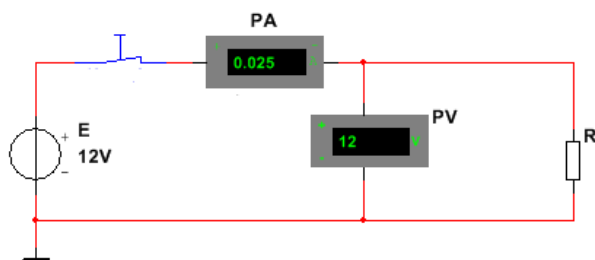


Рисунок 9 – Схема цепи постоянного тока

3. Рассчитать величину сопротивления  $R$  и мощности резистора  $P$ , результат записать в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты измерений и расчётов

U, В	I, А	R, Ом	P, Вт

#### Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) электрические схемы опытов;
- в) таблицы с результатами опытов и вычислений;
- г) расчетные соотношения;
- д) выводы по работе.

#### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

## Лабораторное занятие №2

### Измерение напряжения и тока в цепях переменного тока

**Цель:** приобретение навыков определения параметров элементов в цепях переменного тока по результатам измерений, включения в цепь вольтметра и амперметра, измерения тока и напряжения.

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- применять основные методы и принципы измерения;
- применять аналоговые и цифровые измерительные приборы, измерительные генераторы.

**Материальное обеспечение:**  
Лабораторный стенд ЭЦ-МР-01

**Порядок выполнения работы**

1. Собрать схему (рис. 10).
2. Выполнить измерения, занести результаты измерений в табл. 3.

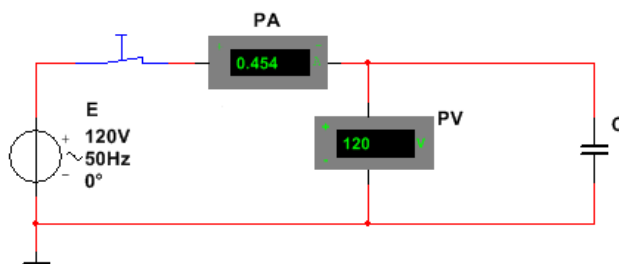


Рисунок 10 – Схема цепи переменного тока с конденсатором

Таблица 3 - Результаты измерений и расчётов

U, В	I, А	f, Гц	C, мкФ

3. Собрать схему (рис. 11).
4. Выполнить измерения, занести результаты измерений в табл. 4.

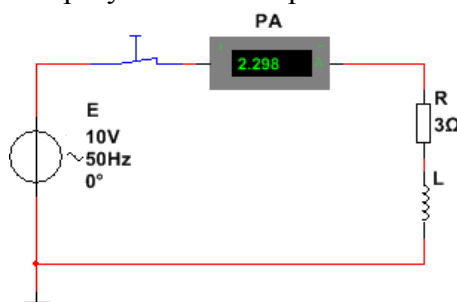


Рисунок 11 – Схема цепи переменного тока с катушкой индуктивности

Таблица 4 - Результаты измерений и расчётов

U, В	I, А	f, Гц	R, Ом	L, мГн
			3	

**Содержание отчета**

- Отчет по работе должен содержать:
- а) наименование работы и цель работы;
  - б) электрические схемы опытов;
  - в) таблицы с результатами опытов;
  - г) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если была допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

Тема 2.2  
Цифровые измерительные приборы (ЦИП). Мультиметр

**Лабораторное занятие №3**

Измерение параметров электрических цепей и элементов мультиметром

**Цель:** приобретение навыков измерения параметров электрических цепей и элементов с помощью цифрового мультиметра

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- применять основные методы и принципы измерений;
- применять аналоговые и цифровые измерительные приборы, измерительные генераторы;

**Материальное обеспечение:** мультиметр DT-830B

**Порядок выполнения работы**

1. Техника безопасности при работе с мультиметром

- не производите замеры во влажном помещении
- не переключайте пределы измерений в момент самих замеров
- не измеряйте напряжение и силу тока, если их величины больше тех, на которые рассчитан мультиметр

- используйте щупы с исправной изоляцией

2. Измерение переменного напряжения (рис. 12):

- Установите переключатель на мультиметре) в соответствующее положение - переключатель в положение ACV.

- Щупы вставьте в разъемы COM и V $\Omega$ mA.

- Начинайте измерение с максимального значения на приборе — 750V. Если на экране высветится значение гораздо меньше, а перед ним будет стоять цифра «0», это означает, что для более точного замера можно переключиться в другой режим, с меньшей шкалой уровня напряжения, которую позволяет измерять мультиметр.



Рисунок 12 - Измерение переменного напряжения

3. Измерение постоянного напряжения (рис. 13):

- Установите переключатель на мультиметре в соответствующее положение - переключатель в положение DCV.

- Начинайте замеры с наибольшей шкалы, постепенно понижая предел измерения.

- Для замеров напряжения подключать щупы нужно параллельно измеряемой цепи.

- Если на дисплее высветилось значение напряжения со знаком «минус», это означает, что необходимо изменить полярность.





Рисунок 13 - Измерение постоянного напряжения

4. Измерение тока (рис. 14):

- Прибором можно замерять только силу постоянного тока. Переключатель должен быть в положении – DCA.
- При измерении тока, если неизвестно, в каких пределах будет сила тока, лучше начать измерения, вставив щуп в разъем 10ADC, иначе замеряя ток более 200мА на разъеме VΩmA, можно легко спалить внутренний предохранитель.



Рисунок 14 - Измерение тока

5. Измерение сопротивления (рис. 15):

Выбирать нужное значение сопротивления нужно с самого большого.

Если измеряете сопротивление на работающем аппарате или проводе, рекомендуется отключить питание.

Если при измерении на дисплее у вас высветилось значение «1, OL» — это означает, что прибор перегружен и переключатель нужно поставить в больший диапазон замеров.

Если высвечивается «0» — то наоборот, уменьшите предел измерений



Рисунок 15 - Измерение сопротивления

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) правила включения прибора для измерения электрических величин и схематичное изображение подключения мультиметра;
- в) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

## Тема 2.3 Электронные и цифровые осциллографы

### Лабораторное занятие №4

Применение осциллографа для определения параметров сигнала

**Цель:** научиться определить параметры сигналов при помощи осциллографа

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- применять основные методы и принципы измерения;
- применять аналоговые и цифровые измерительные приборы, измерительные генераторы.

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

#### Порядок выполнения работы

1. Изучите примеры по формированию синусоидального и импульсного сигналов при помощи осциллографа С1-67 (рис.16).

**Пример.** Определить параметры синусоидального сигнала при следующих положениях переключателей и тумблера осциллографа С1-67: «Вольт/дел.» - 2; «Время/дел.» - 50 мс/дел; тумблер «Развертка» -  $\times 0,2$ .

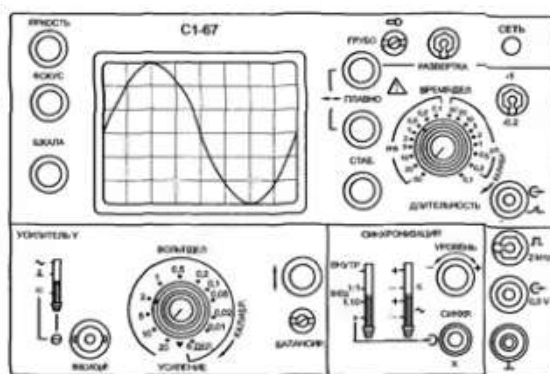


Рисунок 16 – Лицевая панель осциллографа С1-67

*Решение.* Исходя из синусоиды, показанной на экране осциллографа, амплитуда сигнала составляет 3 деления, а его период – 8 делений.

Заданный сигнал является синусоидальным с параметрами  $U_m$ ,  $U$ ,  $T$ ,  $F$ .

Амплитудное значение напряжения определяем по формуле:  $U_m = C_Y \cdot n_Y = (2 \text{ В/дел.}) \cdot (3 \text{ дел.}) = 6 \text{ В}$ .

Среднеквадратическое значение напряжения определяем из формулы:  $U = 0,707 \cdot 6 \text{ В} = 4,2 \text{ В}$ .

Период повторения сигнала определяем по формуле:  $T = C_X \cdot n_X = (50 \text{ мс/дел.}) \cdot (0,2 \cdot 8 \text{ дел.}) = 80 \text{ мс}$ .

Частоту повторения определяем по формуле:  $F = 1/T = 125 \text{ Гц}$ .

2. Выполните задания, используя изображение экрана осциллографа С1-67 (рис. 17).

**Задание 1.** Определить амплитуды импульсных сигналов, представленных на экране осциллографа С1-67, при положении переключателя «Вольт/дел.» - 20.

**Задание 2.** Определить длительность импульса у сигнала, представленных на экране осциллографа С1-67, при следующих положениях органов управления: положение переключателя «Время/дел.» - 50 мс, положение тумблера «Развертка» -  $\times 0,2$ .

**Задание 3.** Определить длительность импульса у сигнала, представленных на экране осциллографа С1-67, при следующих положениях органов управления: положение переключателя «Время/дел.» - 0,1 мс, положение тумблера «Развертка» -  $\times 1$ .

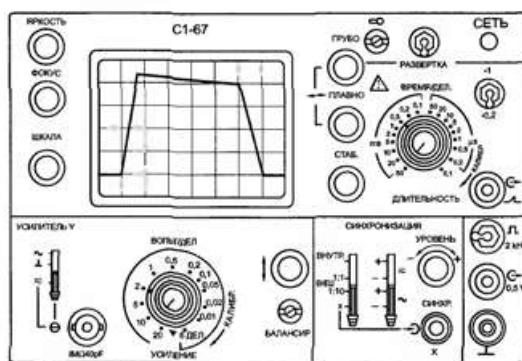


Рисунок 17 – Лицевая панель осциллографа С1-67

### Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- примеры по формированию синусоидального и импульсного сигналов при помощи осциллографа С1-67;
- результат выполнения заданий;
- выводы по работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведен, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведен, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

## Тема 2.4

### Измерительные генераторы

#### Лабораторное занятие №5

Применение измерительных генераторов для получения сигналов с заданными характеристиками

**Цель:** научиться формировать сигналы с помощью измерительного генератора

**Выполнив работу, Вы будете:**  
*уметь:*

- применять основные методы и принципы измерения;
- применять аналоговые и цифровые измерительные приборы, измерительные генераторы.

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

**Задание:**

1. Изучите примеры по формированию синусоидального и импульсного сигналов при помощи генератора ГЗ-109 (рис. 18).

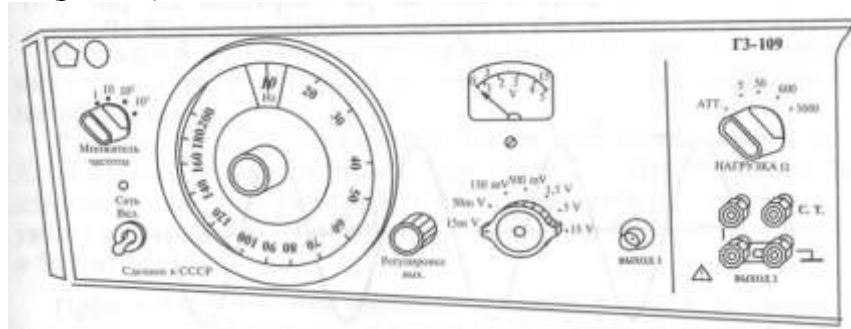


Рисунок 18 – Лицевая панель генератора ГЗ-109

**Пример 1.** Определить, какие органы управления в какое положения установить для получения на выходе генератора ГЗ-109 сигнала вида, представленного на рисунке 19.

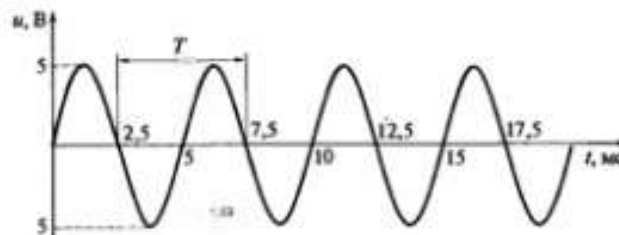


Рисунок 19 – Синусоидальный сигнал

*Решение.* Из рисунка определяем параметры синусоидального сигнала:  $U_m=5 \text{ В}$ . Тогда  $U=0,7U_m, \cdot U_m=3,5 \text{ В}$ .

Переключатель пределов вольтметра генератора установим на отметку 5 В, а стрелку вольтметра ручкой «Регулировка вых.» - по нижней шкале на отметку, соответствующую 3,5 В.

По рисунку 1 определим период повторения синусоидального сигнала

$$T = (7,5-2,5) \text{ мс} = 5 \text{ мс} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ с}.$$

Рассчитаем частоту повторения сигнала  $F = 1/T = 200 \text{ Гц}$ .

Следовательно, для получения требуемого сигнала визир плавной установки частоты следует совместить с цифрой 200, а переключатель «Множитель частоты» установить в положение 1.

**Пример 2.** Определить, какие органы управления в какое положение следует установить для получения на выходе генератора ГЗ-54 сигнала с заданными на рисунке 20 параметрами.

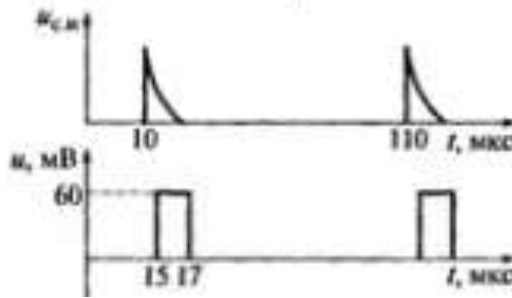


Рисунок 20 – Импульсный сигнал

*Решение.* По рисунку найдём значения всех заданных параметров:

$$U_m = 60 \text{ мВ}, t_u = (17-15) \text{ мкс}, T = (110 - 10) \text{ мкс} = 100 \text{ мкс}, t_z = (15 - 10) \text{ мкс} = 5 \text{ мкс}.$$

Для обеспечения на выходе генератора амплитудного напряжения 60 мВ необходимо ручкой «Ампл.» плавной регулировки  $U_m$  установить стрелку индикатора на значение 20, на блоке ступенчатого переключателя выходного напряжения нажать кнопку  $\times 0,03$  и снять сигнал с выходного разъёма 1:10.

Проверим правильность установки напряжения:

$$U_m = \frac{20 \text{ В} \cdot 0,03}{10} = 0,06 \text{ В} = 60 \text{ мВ}.$$

Для установки длительности импульса 2 мкс ручкой плавной регулировки следует совместить визир в белой части шкалы «Длительность  $\mu\text{s}$ » с цифрой 2 и нажать белую кнопку  $\times 1$ .

Для установки периода повторения импульсов 100 мкс следует рассчитать его частоту:

$$F = 1/T = 10000 \text{ Гц} = 10 \text{ кГц}.$$

Затем ручкой плавной регулировки импульсов следует совместить визир с цифрой 10 в чёрной части шкалы «Частота повторений Hz» и нажать чёрную кнопку  $\times 10^3$ .

Для установки заданного временного сдвига 5 мкс следует ручкой плавной регулировки совместить визир с цифрой 5 в чёрной части шкалы «Временной сдвиг  $\mu\text{s}$ » и нажать чёрную кнопку  $\times 1$ .

## 2. Выполните задания

1. Определить, какие органы управления в какое положение необходимо установить для получения на выходе прибора ГЗ-109 сигнала, показанного на рисунке 21.

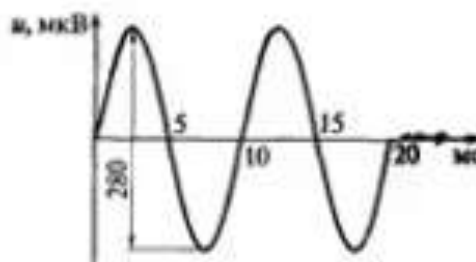


Рисунок 21 – Синусоидальный сигнал

2. Определить, какие органы управления в какое положение следует установить для получения на выходе 1:1 прибора Г5-54 сигнала, показанного на рисунке 22.

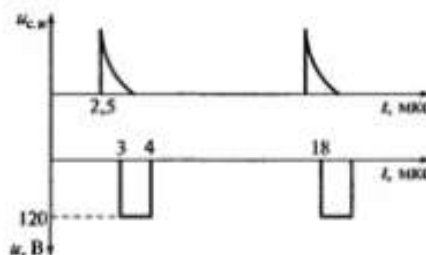


Рисунок 22 – Импульсный сигнал

### Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- результат выполнения заданий, оформленный, как в примере;
- выводы по работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## Тема 2.5

### Измерение параметров электрических цепей и компонентов

#### Лабораторное занятие №6

Измерение сопротивления, индуктивности и электроёмкости

**Цель:** приобретение навыков определения параметров элементов по результатам измерений, включения в цепь вольтметра и амперметра, измерения тока и напряжения

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- применять основные методы и принципы измерения;
- применять аналоговые и цифровые измерительные приборы, измерительные генераторы.

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

#### Порядок выполнения работы

Для определения величины емкости конденсатора использовать схему (рис. 23). Занести результаты измерений в табл. 5. Рассчитать величину емкости конденсатора  $C$ . Результат занести в табл. 5.

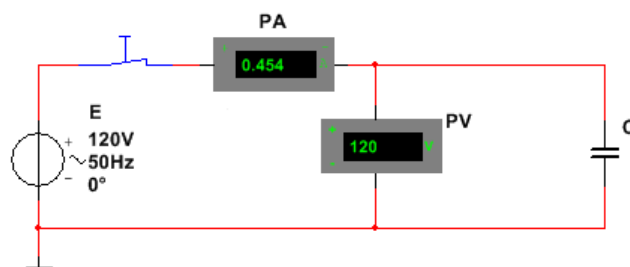


Рисунок 23 – Цепь переменного тока с конденсатором

Таблица 5 – Результаты измерений и расчётов

U, В	I, А	f, Гц	C, мкФ

4. Для определения величины индуктивности катушки использовать схему (рис. 24). Занести результаты измерений в табл. 6. Рассчитать величину индуктивности катушки  $L$ . Результат занести в табл. 6.

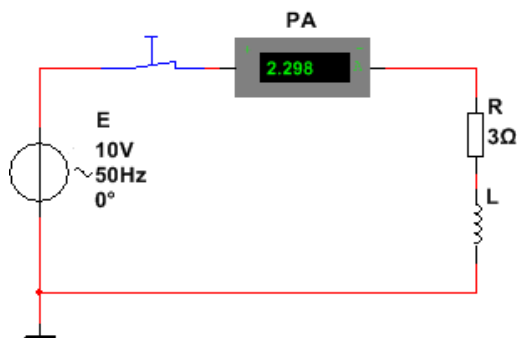


Рисунок 24 – Цепь переменного тока с индуктивностью

Таблица 6 – Результаты измерений и расчётов

U, В	I, А	f, Гц	R, Ом	L, мГн
			3	

### Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- электрические схемы опытов;
- таблицы с результатами опытов;
- выводы по работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

## Тема 2.6

### Измерение мощности и показателей качества электроэнергии

#### Лабораторное занятие №7

#### Измерение мощности и показателей качества электроэнергии

**Цель:** приобрести навыки измерения мощности и показателей качества электроэнергии в программной среде NI Multisim

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

–применять основные методы и принципы измерения;

**Материальное обеспечение:** программная среда NI Multisim

#### Порядок выполнения работы:

Изучите характеристики виртуальных приборов и правила их включения.

Соберите схему в программной среде NI Multisim (рис. 25). Обратите внимание на включение виртуальных измерительных приборов.

Измерьте активную мощность, частоту, отклонение частоты. Результаты представьте преподавателю.

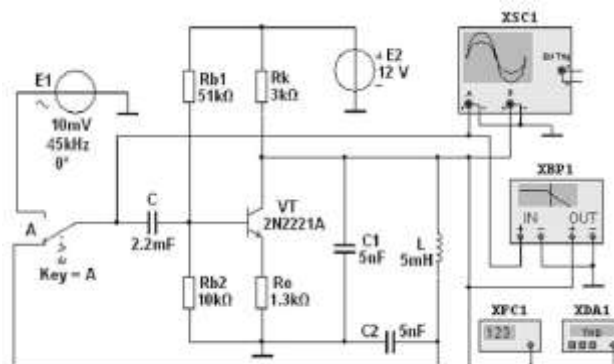


Рисунок 25 – Схема для измерения мощности, частоты, отклонение частоты

### Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- характеристики виртуальных приборов;
- результаты измерений;
- выводы по работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## Тема 2.7

### Измерение параметров полупроводниковых приборов и микросхем

#### Лабораторное занятие №8

#### Измерение параметров полупроводниковых приборов и микросхем

**Цель:** приобретение навыков измерения параметров электронных элементов с помощью цифрового мультиметра

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- применять основные методы и принципы измерения;
- применять аналоговые и цифровые измерительные приборы, измерительные генераторы.

**Материальное обеспечение:** мультиметр DT-830B

#### Порядок выполнения работы.

1. Пример применения испытателя Л2-41 (рис. 26) для составления программы испытаний и проверки микросхемы К561ЛА7.



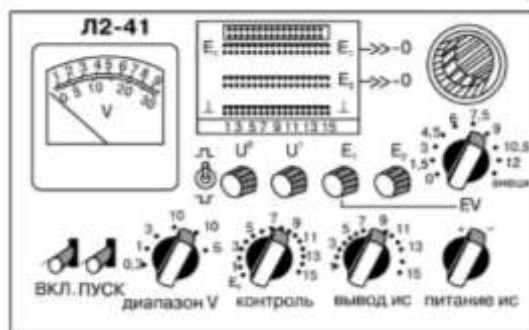


Рисунок 26 - Изображение лицевой панели испытателя Л1-42

Из справочника выписываем следующие сведения о микросхеме:

- напряжение источника питания  $U_{\text{ип}}=5 \text{ В} (\pm 5\%)$ ;
- напряжение логического нуля  $U^0 \leq 0,5 \text{ В}$ , логической единицы  $U^1 \geq 2,7 \text{ В}$ .

Условно-графическое обозначение приведено на рисунке 27.

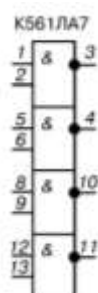


Рисунок 27 - Условно-графическое обозначение микросхемы К561ЛА7

Микросхема содержит четыре элемента 2И-НЕ, следовательно, программа проверки будет состоять из набора логических состояний, повторяемых четыре раза, но с разными номерами входов и выходов. Таблица состояний приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Таблица состояний

Входы		Выход 3 ( $Y_1$ )	Измеренное вольтметром напряжение $U_{\text{вых}}$ , В
1 ( $X_1$ )	2 ( $X_2$ )		
0	0	1	3,6
0	1	1	3,6
1	0	1	3,6
1	1	0	0,2

Подключенный к выходу «3» вольтметр показал напряжения, указанные в последней графе таблицы.

На основании сравнения ожидаемых уровней напряжения с измеренными делаем вывод об исправности логического элемента. Аналогично проверяются остальные три элемента микросхемы.

2. Составить программу испытания микросхем К561ЛЕ5, К561ЛА9, К561ЛЕ10 (аналогично п.1).

3. Используя справочные данные, определить годность диода КД103А, если в результате измерений получены следующие значения параметров:  $I_{\text{обр}} = 2 \text{ мкА}$ ,  $U_{\text{пр}} = 0,8 \text{ В}$ .

4. Определить годность транзистора КТ207В, если в результате измерения получены следующие значения параметров:  $h_{21Э} = 45$ ,  $I_{\text{кЭ0}} = 5 \text{ мА}$ .

5. Применение мультиметра. Прозвонка – проверка диодов, проверка целостности цепи, обнаружение обрыва. Режим прозвонки происходит при положении указателя – проверка диодов. Звуковой сигнал раздается при сопротивлении цепи не более 80 Ом.

Подготовка мультиметра для прозвонки диодов показана на рисунке 28.

6. По заданию преподавателя выполните проверку диодов.



Рисунок 28 – Мультиметр для проверки диодов

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) программу испытания микросхем;
- в) результат тестирования диода и транзистора (п.3 и 4);
- г) результаты тестирования диодов с помощью мультиметра;
- д) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если была допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.