**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И наукиСамарской области**

**государственное Бюджетное профессиональное   
образовательное учреждение самарской области**

**«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ   
ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

**ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ   
ВНЕАУДИТОРНОЙ РАБОТЫ**

**УЧЕБНАЯ ДИСЦИПЛИНА**

**ОП.05. ЭЛЕКТРОРАДИОИЗМЕРЕНИЯ**

***«профессиональный учебный цикл»***

***программы подготовки специалистов среднего звена  
по специальности***

***12.02.03 Радиоэлектронные приборные устройства***

**ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ**

**Самара, 2016**

|  |  |
| --- | --- |
| **ОДОБРЕНО**  Предметно-цикловой  (методической) комиссией  Автоматизации и радиотехники  Председатель  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Е.А. Решеткова  \_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2016 г. |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Составитель:** | Шевченко А.В., преподаватель ГБПОУ «ПГК». |
| **Рецензент:** | Гисматуллина Л. Н., методист ГБПОУ «ПГК». |

Методические рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся являются частью программы подготовки специалистов среднего звена ГБПОУ «Поволжский государственный колледж» по специальности 12.02.03. Радиоэлектронные приборные устройства в соответствии с требованиями ФГОС СПО третьего поколения.

Данное пособие содержит рекомендации по выполнению самостоятельной внеаудиторной работы, оформлению отчета о проделанной работе и описание порядка оценивания.

Методические рекомендации по организации самостоятельной внеаудиторной работы адресованы обучающимся очной формы обучения.

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ 3

СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ 5

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (для обучающихся). Требования к оформлению   
текстовых материалов 43

# ВВЕДЕНИЕ

**Уважаемый студент!**

Параллельно с посещением учебных занятий, изучением теоретического блока каждой темы, выполнением лабораторных работ и практических занятий Вам потребуется дома самостоятельно выполнить задания, приведенные в данных методических рекомендациях, их оформить и сдать преподавателю. Необходимо понимать, что выполнение всех работ обязательно!

Данные методические рекомендации по самостоятельной внеаудиторной работе подготовлены специально для Вас. Используя методические рекомендации, Вы сможете самостоятельно выполнить все домашние задания и подготовиться к текущему и итоговому контролю по дисциплине.

В ходе самостоятельной внеаудиторной работы Вам необходимо будет осуществлять поиск и работать с литературой, составлять отчеты по практическим заданиям.

При выполнении внеаудиторной самостоятельной работы Вам необходимо будет завести отдельную тетрадь. Выполненные в данной тетради работы подлежат проверке и являются основанием допуска Вас до экзамена по дисциплине.

В результате освоения дисциплины Вы должны уметь:

| **Код** | **наименование умения** |
| --- | --- |
| У 1 | Пользоваться измерительными средствами |
| У 2 | Производить контроль параметров объекта измерения |

В результате освоения дисциплины Вы должны знать:

| **Код** | **наименование знания** |
| --- | --- |
| Зн 1 | Методы технических измерений |
| Зн 2 | Cредства измерений |
| Зн.3 | Метрологическую аттестацию измерений |

В результате освоения дисциплины у Вас должны формироваться общие компетенции (ОК):

| **Код** | **наименование ОК** |
| --- | --- |
| ОК 2 | Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество |
| ОК 5 | Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности |
| ОК 9 | Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности |

В результате освоения дисциплины у Вас должны формироваться профессиональные компетенции (ПК):

| **Код** | **наименование ПК** |
| --- | --- |
| ПК 2.3 | Внедрять разработанный технологический процесс в производство и контролировать его выполнение |
| ПК 2.5 | Принимать участие в проведении испытаний и отработки изделий с последующим оформлением результатов испытаний на основе применения ИКТ |

**СОДЕРЖАНИЕ**

**САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ВНЕАУДИТОРНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

| **Наименование**  **разделов/тем** | **Тематика**  **самостоятельной**  **работы** | **Норма**  **времени на**  **выполнение**  **(в часах)** | **Код**  **образовательного**  **результата** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Раздел 1.** | **ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ И СИСТЕМЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ** | | |
| Тема 1.1. Государственные стандарты на электро и электронные измерительные приборы | Основные методы электрических измерений | 2 | Зн 3, ОК2, ОК5 |
| Тема 1.2. Аналоговые измерительные приборы | Системы измерительных приборов. | 2 | Зн 3, ОК5 |
| **РАЗДЕЛ 2.** | **ИЗМЕРЕНИЕ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ** | | |
| Тема 2.1. Измерение тока и напряжения | Значение амплитуд различной формы | 1 | Зн 3, ОК5 |
| Подготовка отчета по практическим занятиям | 2 | Зн 1, Зн 2, ОК2, ОК5, ОК9 |
| Тема 2.2. Измерение параметров цепей мостовым методом | Подготовка отчета по практическим занятиям | 1 | У1, У 2, Зн 1, Зн 2, ОК2, ОК5, ОК9 |
| Подготовка к ТРК | 2 | У1, У 2, Зн 1, Зн 2, Зн 3, ОК2, ОК5, ОК9 |
| **РАЗДЕЛ 3.** | **ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ** | | |
| Тема 3.1. Измерительные генераторы низких и высоких частот | Подготовка к практическим занятиям | 3 | Зн 1, Зн 2, ОК2, ОК5, ОК9 |
| Подготовка отчета по практическим занятиям | 2 | У1, У 2, Зн 1, Зн 2, ОК2, ОК5, ОК9 |
| Тема 3.2. Импульсные генераторы | Подготовка отчета по практическим занятиям | 1 | У1, У 2, Зн 1, Зн 2, ОК2, ОК5, ОК9 |
| Подготовка к ТРК | 2 | У1, У 2, Зн 1, Зн 2, Зн3, ОК2, ОК5, ОК9 |
| **РАЗДЕЛ 4.** | **ЭЛЕКТРОННЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ** | | |
| Тема 4.1. Назначение и классификация осциллографов | Подготовка отчета по практическим занятиям | 2 | У1, У 2, Зн 1, Зн 2, ОК2, ОК5, ОК9 |
| Тема 4.2. Полная структурная схема осциллографа | Подготовка к практическим занятиям | 2 | Зн 1, Зн 2, ОК2, ОК5, ОК9 |
| Подготовка отчета по практическим занятиям | 4 | У1, У 2, Зн 1, Зн 2, ОК2, ОК5, ОК9 |
| **РАЗДЕЛ 5.** | **ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛА** | | |
| Тема 5.1. Измерение частоты и угла сдвига фаз | Подготовка к практическим занятиям | 2 | Зн 1, Зн 2, ОК2, ОК5, ОК9 |
| Подготовка отчета по практическим занятиям | 4 | У1, У 2, Зн 1, Зн 2, ОК2, ОК5, ОК9 |
| **РАЗДЕЛ 6.** | **ЦИФРОВЫЕ ПРИБОРЫ И АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ** | | |
| Тема 6.1. Общие сведения о цифровых приборах | Подготовка отчета по практическим занятиям | 1 | У1, У 2, Зн 1, Зн 2, ОК2, ОК5, ОК9 |
| Подготовка к ТРК | 2 | У1, У 2, Зн 1, Зн 2, ОК2, ОК5, ОК9 |
|  | Всего | 35 |  |

# СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ И СИСТЕМЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Тема 1.1. Государственные стандарты на электро и электронные измерительные приборы

**Цель:** Изучить основные методы электрических измерений.

**Формулировка задания**

Записать основные методы электрических измерений.

**Для выполнения задания необходимо:**

1. Самостоятельно найти информацию о методах электроизмерений.
2. Изучите основные методы электроизмерений.
3. Найдите примеры использования различных методов измерений.
4. Составьте краткий конспект об основных методах электрических измерений.

**Норма времени на выполнение самостоятельной работы –** 2 часа

**Краткое содержание темы. Основные понятия.**

В зависимости от совокупности приемов использования принципов и средств измерений все методы делятся на метод непосредственной оценки и методы сравнения.

Сущность **метода непосредственной оценки** заключается в том, что о значении измеряемой величины судят по показанию одного (прямые измерения) или нескольких (косвенные измерения) приборов, заранее проградуированных в единицах измеряемой величины или в единицах других величин, от которых зависит измеряемая величина. Простейшим примером метода непосредственной оценки может служить измерение какой-либо величины одним прибором, шкала которого проградуирована в соответствующих единицах.

Вторая большая группа методов электрических измерений объединена под общим названием **методов сравнения**. К ним относятся все те методы электрических измерений, при которых измеряемая величина сравнивается с величиной, воспроизводимой мерой. Таким образом, отличительной чертой методов сравнения является непосредственное участие мер в процессе измерения.

**Методы сравнения делятся на следующие: нулевой, дифференциальный, замещения и совпадения.**

**Нулевой метод** — это метод сравнения измеряемой величины с мерой, при котором результирующий эффект воздействия величин на индикатор доводится до нуля. Таким образом, при достижении равновесия наблюдается исчезновение определенного явления, например тока в участке цепи или напряжения на нем, что может быть зафиксировано при помощи служащих для этой цели приборов — нуль-индикаторов. Вследствие высокой чувствительности нуль-индикаторов, а также потому, что меры могут быть выполнены с большой точностью, получается и большая точность измерений. Примером применения нулевого метода может быть измерение электрического сопротивления мостом с полным его уравновешиванием.

При **дифференциальном методе**, так же как и при нулевом, измеряемая величина сравнивается непосредственно или косвенно с мерой, а о значении измеряемой величины в результате сравнения судят по разности одновременно производимых этими величинами эффектов и по известной величине, воспроизводимой мерой. Таким образом, в дифференциальном методе происходит неполное уравновешивание измеряемой величины, и в этом заключается отличие дифференциального метода от нулевого.

Дифференциальный метод сочетает в себе часть признаков метода непосредственной оценки и часть признаков нулевого метода. Он может дать весьма точный результат измерения, если только измеряемая величина и мера мало отличаются друг от друга. Например, если разность этих двух величин равна 1 % и измеряется с погрешностью до 1 %, то тем самым погрешность измерения искомой величины уменьшается до 0,01%, если не учитывать погрешности меры. Примером применения дифференциального метода может служить измерение вольтметром разности двух напряжений, из которых одно известно с большой точностью, а другое является искомой величиной.

**Метод замещения** заключается в поочередном измерении искомой величины прибором и измерении этим же прибором меры, воспроизводящей однородную с измеряемой величину. По результатам двух измерений может быть вычислена искомая величина. Вследствие того что оба измерения делаются одним и тем же прибором в одинаковых внешних условиях, а искомая величина определяется по отношению показаний прибора, в значительной мере уменьшается погрешность результата измерения. Так как погрешность прибора обычно неодинакова в различных точках шкалы, наибольшая точность измерения получается при одинаковых показаниях прибора.

**Метод совпадений** — это такой метод, при котором разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, измеряют, используя совпадение отметок шкал или периодических сигналов. Этот метод широко применяется в практике неэлектрических измерений. Примером может служить измерение длины [штангенциркулем с нониусом](http://electricalschool.info/main/drugoe/1302-shtangencirkuli.html). В электрических измерениях в качестве примера можно привести измерение частоты вращения тела стробоскопом.

**Форма контроля самостоятельной работы:**

Выполненная работа представляется преподавателю в лекционной тетради на следующий урок.

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ И СИСТЕМЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Тема 1.2. Аналоговые измерительные приборы

**Цель:** Изучить особенности систем измерительных приборов.

**Формулировка задания**

Записать основные виды и особенности систем измерительных приборов.

**Для выполнения задания необходимо:**

1. Самостоятельно найти информацию о системах измерительных приборов.
2. Изучите особенности систем измерительных приборов.
3. Составьте краткий конспект об основных особенностях систем измерительных приборов.

**Норма времени на выполнение самостоятельной работы –** 2 часа

**Краткое содержание темы. Основные понятия.**

Различают следующие виды измерительных систем:

[**Магнитоэлектрическая с подвижной рамкой**](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC#.D0.9C.D0.B0.D0.B3.D0.BD.D0.B8.D1.82.D0.BE.D1.8D.D0.BB.D0.B5.D0.BA.D1.82.D1.80.D0.B8.D1.87.D0.B5.D1.81.D0.BA.D0.B8.D0.B9_.D0.BC.D0.B5.D1.85.D0.B0.D0.BD.D0.B8.D0.B7.D0.BC) — [вращательный момент](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%80%D0%B0%D1%89%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BC%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82) создаётся между неподвижным постоянным [магнитом](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82) и подвижной рамкой с намотанной на ней проводом, по которому при подключения источника ЭДС протекает ток. Вращательный момент, создаваемый в таком приборе описывается [законом Ампера](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D0%90%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0). Шкала магнитоэлектрического прибора является равномерной. Аналогом такой системы является двигатель постоянного тока нормального исполнения с возбуждением от постоянных магнитов.

**Магнитоэлектрическая с подвижным магнитом** — вращательный момент создаётся между неподвижной рамкой с током и подвижным постоянным магнитом. Эта система является аналогом магнитоэлектрической с подвижной рамкой, имеет низкий [класс точности](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%81_%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8) — 4,0 и ниже, менее распространена и применяется для указательных приборов транспортных средств, благодаря своей стойкости к внешним механическим воздействиям. Аналогом этой системы является [двигатель постоянного тока](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%B0) обращённого исполнения с возбуждением от постоянных магнитов.

**Электромагнитная** — вращательный момент создаётся между неподвижной катушкой с током и подвижного ферромагнитного сердечника.

Теоретическая основа данного прибора — это закон взаимодействия тока и ферромагнитной массы. Особенностью электромагнитной системы является квадратичная зависимость вращающего момента от тока в катушке, откуда следует возможность применения таких систем для измерения как постоянных так и переменных токов, а также неравномерная шкала. Аналогом такой системы является [реактивный двигатель](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C), работающий в соответствии с [законом сохранения импульса](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D1%81%D0%BE%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%B8%D0%BC%D0%BF%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%B0).

**Электродинамическая** — вращательный момент создаётся между двумя катушками с током: подвижной и неподвижной. Вращательный момент пропорционален произведению токов в катушках. Электродинамическое усилие основано на взаимодействии обоих токов с полями (закон Ампера). Аналогов такой системы в двигателях не существует, в связи с малыми вращающими моментами.

**Ферродинамическая система** подобна электродинамической, но для увеличения вращательного момента в конструкции предусматривается сердечник из ферромагнитного материала. Аналогом такой системы является двигатель постоянного тока нормального исполнения.

Электродинамические и ферродинамические системы применяют в [вольтметрах](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80) и [амперметрах](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80), но чаще всего в — [ваттметрах](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D1%82%D1%82%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80) и [варметрах](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D1%80%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80).

**Индукционная** — вращающий момент создаётся между бегущим полем неподвижных катушек (для создания бегущего поля в катушках токи должны быть сдвинуты по фазе)и токами, наводимыми во вращающемся неферромагнитном диске (обычно алюминиевом). В индукционной системе индицирование может осуществляться количеством оборотов диска, которое отображается через счётный механизм. Тормозной момент в этом случае создаётся взаимодействием магнитного поля постоянного магнита и токов, наводимых в диске. Иногда индицирование индукционной системе может производится с помощью стрелки — в таком случае тормозной момент создаётся пружиной. Вращающий момент в индукционной системе равен произведению потоков катушек и зависит от угла сдвига между их фазами. Аналогом этой системы является [асинхронный двигатель](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%81%D0%B8%D0%BD%D1%85%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C) с короткозамкнутым ротором.

Индукционную систему чаще всего применяют для [счётчиков электрической энергии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%87%D1%91%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B8).

**Электростатическая** — вращающий момент создаётся между подвижным и неподвижным электродами, несущими на себе электрический заряд. Вращательный момент создаётся согласно [закону Кулона](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D0%9A%D1%83%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%B0).

[**Логометрическая**](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80) — система отличается от предыдущих принципом создания тормозного момента — здесь тормозной момент создаётся с помощью специальной обмотки. Логометрическая система подразделяется по принципу создания вращательного момента: магнитоэлектрический логометр, электромагнитный логометр, электродинамический логометр, ферродинамический логометр. Особенностью логометров является безразличное положение стрелки до момента подключения прибора.

**Вибрационная** — система, в которой используются другой принцип измерения, не основанный на равенстве вращательного и момента сопротивления. В вибрационных приборах используется эффект электромеханического [резонанса](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D1%81). Для этого в приборе устанавливаются несколько разной длины язычков из ферромагнитного материала, охваченных одной катушкой. При подаче переменного тока в катушку язычки начинают колебаться с разной амплитудой. Амплитуда язычка с наиболее близкой собственной резонансной максимальна — что индицирует примерную частоту тока в катушке. Это свойство используется в [частотомерах](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80) промышленной частоты.

**Тепловая** — электрический ток, протекая через проводник, вызывает его нагревание и удлинение, которое регистрируется измерительным механизмом. За счёт тепловой инерции усредняются быстрые изменения тока. Примеры: [автомобильные](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D1%8C" \o "Автомобиль)приборы, предназначенные для измерения уровня [топлива](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BE) в [топливном баке](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B1%D0%B0%D0%BA), температуры охлаждающей жидкости в [двигателе внутреннего сгорания](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%B2%D0%BD%D1%83%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D0%B3%D0%BE_%D1%81%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F), автомобильные [манометры](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80), показывающие давление [моторного масла](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%BB%D0%B0) в [системе смазки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D0%BB%D1%8F%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%84%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80) двигателя.

**Форма контроля самостоятельной работы:**

Выполненная работа представляется преподавателю в лекционной тетради на следующий урок.

РАЗДЕЛ 2. ИЗМЕРЕНИЕ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

Тема 2.1. Измерение тока и напряжения

**Цель:** Изучить особенности амплитуд различных форм.

**Формулировка задания**

Изучить и законспектировать значения и особенности амплитуд различной формы.

**Для выполнения задания необходимо:**

1. Самостоятельно найти информацию о различных формах сигналов и их амплитуд.
2. Изучите особенности определения различных форм амплитуд.
3. Составьте краткий конспект об основных амплитудах и их особенностях.

**Норма времени на выполнение самостоятельной работы –** 1 час

**Краткое содержание темы. Основные понятия.**

Мгновенное значение — это значение сигнала в определённый момент времени. Мгновенные значения медленно изменяющегося сигнала можно определить с помощью малоинерционного [вольтметра](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80) постоянного тока или шлейфового [осциллографа](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D1%86%D0%B8%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84), для периодических быстротекущих процессов используется электронно-лучевой или цифровой [осциллограф](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D1%86%D0%B8%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84).

Амплитудное (пиковое) значение, иногда называемое просто «[амплитуда](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B0)» — наибольшее мгновенное значение напряжения или силы тока за период. Пиковое значение напряжения измеряется с помощью импульсного вольтметра или осциллографа.

Среднеквадратичное значение (устар. действующее, эффективное) — корень квадратный из среднего значения квадрата сигнала. реднеквадратичные значения являются самыми распространёнными, т. к. они наиболее удобны для практических расчётов, поскольку в линейных цепях с чисто активной нагрузкой переменный ток с действующими значениями I и U совершает ту же работу, что и постоянный ток с теми же значениями тока и напряжения. Например, лампа накаливания или кипятильник, включённые в сеть с переменным напряжением с действующим значением 220 В, работают (светят, греют) точно так же, как и будучи подключенными в сеть постоянного напряжения того же значения. Когда говорят просто о напряжении или силе тока, то по умолчанию имеются в виду именно их среднеквадратичные значения. В среднеквадратичных значениях проградуированы [показывающие устройства](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D1%8B%D0%B2%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B5%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE) всех вольтметров и амперметров переменного тока, однако большинство приборов дают правильные показания для этих значений только при форме тока близкой к синусоидальной, некритичны к форме сигнала только приборы с термопреобразователем, специальным устройством, возводящим мгновенное значение в квадрат с последующим усреднением во времени (квадратичным детектором) или [АЦП](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%A6%D0%9F), возводящим в квадрат.

Квадрат среднеквадратичного значения напряжения, выраженного в вольтах, численно равен средней рассеиваемой мощности в ваттах на [резисторе](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80) с сопротивлением 1 Ом.

Среднее значение (смещение) — постоянная составляющая напряжения или силы тока. В электротехнике используется редко, но сравнительно часто используется в радиотехнике ([ток смещения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BA_%D1%81%D0%BC%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_(%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) и [напряжение смещения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BF%D1%80%D1%8F%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%81%D0%BC%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F)). Геометрически это разность площадей под и над осью времени, делённая на период. Для синусоидального сигнала смещение равно нулю.

Средневыпрямленное значение — среднее значение модуля сигнала. На практике используется редко, однако большинство измерительных приборов переменного тока - магнитоэлектрической системы (т. е., в которых ток перед измерением выпрямляется) фактически измеряют именно эту величину, хотя их шкала проградуирована по среднеквадратичным значениям для синусоидальной формы сигнала. Если сигнал заметно отличается от синусоидального, показания приборов магнитоэлектрической системы имеют систематическую ошибку. В отличие от приборов магнитоэлектрической системы, приборы электромагнитной, электродинамической и тепловой систем измерения всегда реагируют на действующее значение, независимо от формы электрического тока.

**Форма контроля самостоятельной работы:**

Выполненная работа представляется преподавателю в лекционной тетради на следующий урок.

РАЗДЕЛ 2. ИЗМЕРЕНИЕ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

Тема 2.1. Измерение тока и напряжения

**Цель:** Научиться анализировать данные, полученные в результате выполнения практических работ.

**Формулировка задания**

Составить отчет по данным, полученным в результате выполнения практических занятий.

**Для выполнения задания необходимо:**

1. Проанализировать данные, полученные во время выполнения практической работы.
2. В рабочей тетради написать цель работы и привести список оборудования, которое использовалось во время работы.
3. Пользуясь полученными данными, посчитать погрешности приборов.
4. Записать результаты измерений в тетрадь и оформить их в виде таблицы.
5. Написать вывод по проделанной работе.

**Норма времени на выполнение самостоятельной работы –** 2 часа

**Краткое содержание темы. Основные понятия.**

Примерное содержание отчета

**Цель работы:**

1. Ознакомиться с техническими характеристиками прибора.

2. Отработать навыки практического применения прибора.

3. Проверить его основные технические данные.

**Оборудование:**

1. Электронный вольтметр В3–38.

2. Генератор сигналов Г3–109.

3. Кабель коаксиальный.

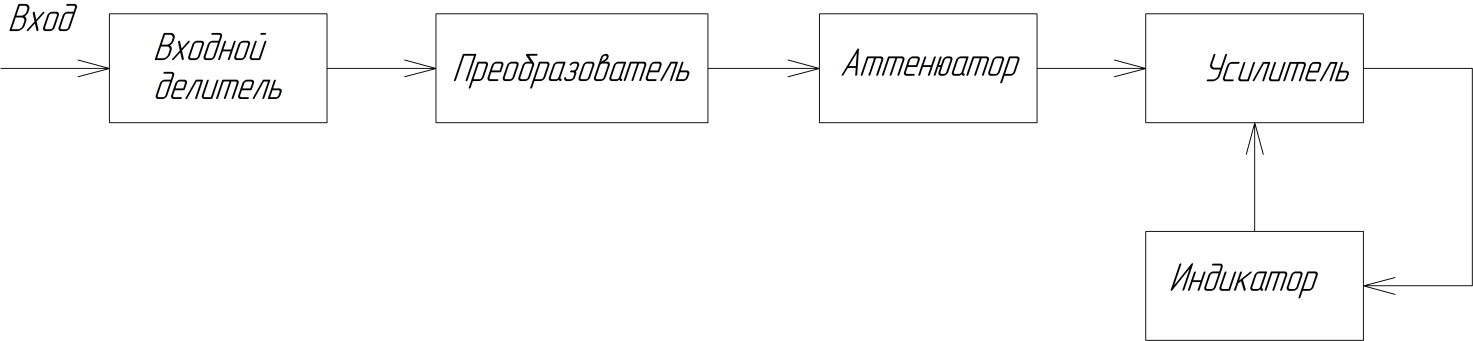


Рисунок 1 – структурная схема вольтметра

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f = 100Гц | Предел генератора | Напряжение на генераторе | Предел измерения прибора | Измеренное значение напряжения | Погрешности | |
| № | абсолютная | относительная |
| 1 | 15 mV | 10 mV | 30 mV | 9.8 mV | 0.2 | 2% |
| 2 | 50 mV | 30 mV | 100 mV | 30 mV | 0 | 0% |
| 3 | 150 mV | 100 mV | 300 mV | 101 mV | 1 | 1% |
| 4 | 500 mV | 300 mV | 1000 mV | 302 mV | 2 | 0.7% |
| 5 | 1.5 V | 1 V | 3 V | 0.98 V | 0.02 | 2% |
| 6 | 5 V | 3 V | 10 V | 3.1 V | 0.1 | 3.2% |
| 7 | 15 V | 10 V | 30 V | 10 V | 0 | 0% |

**Вывод:** Ознакомились с техническими характеристиками прибора и отработали навыки его практического применения. Проверили его основные технические данные. Наибольшая абсолютная погрешность составила 2, а наибольшая относительная погрешность составила 3.2%, что свидетельствует о полной исправности прибора.

**Форма контроля самостоятельной работы:**

Выполненная работа представляется преподавателю на проверку в тетради для практических занятий в течение одной учебной недели.

РАЗДЕЛ 2. ИЗМЕРЕНИЕ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

Тема 2.2. Измерение параметров цепей мостовым методом.

**Цель:** Научиться анализировать данные, полученные в результате выполнения практических работ.

**Формулировка задания**

Составить отчет по данным, полученным в результате выполнения практических занятий.

**Для выполнения задания необходимо:**

1. Проанализировать данные, полученные во время выполнения практической работы.
2. В рабочей тетради написать цель работы и привести список оборудования, которое использовалось во время работы.
3. Пользуясь полученными данными, посчитать погрешности приборов.
4. Записать результаты измерений в тетрадь и оформить их в виде таблицы.
5. Написать вывод по проделанной работе.

**Норма времени на выполнение самостоятельной работы –** 1 час

**Краткое содержание темы. Основные понятия.**

Примерное содержание отчета

**Цель работы:**

1. Ознакомиться с техническими характеристиками прибора.

2. Отработать навыки практического применения прибора.

3. Проверить его основные технические данные.

**Оборудование:**

1. Электронный вольтметр В3–38.

2. Генератор сигналов Г3–109.

3. Кабель коаксиальный.

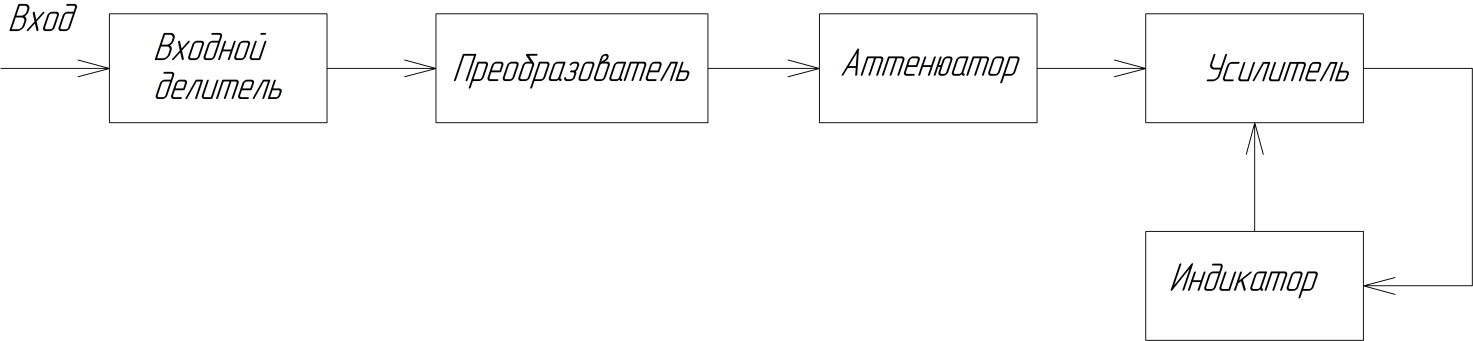


Рисунок 1 – структурная схема вольтметра

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f = 100Гц | Предел генератора | Напряжение на генераторе | Предел измерения прибора | Измеренное значение напряжения | Погрешности | |
| № | абсолютная | относительная |
| 1 | 15 mV | 10 mV | 30 mV | 9.8 mV | 0.2 | 2% |
| 2 | 50 mV | 30 mV | 100 mV | 30 mV | 0 | 0% |
| 3 | 150 mV | 100 mV | 300 mV | 101 mV | 1 | 1% |
| 4 | 500 mV | 300 mV | 1000 mV | 302 mV | 2 | 0.7% |
| 5 | 1.5 V | 1 V | 3 V | 0.98 V | 0.02 | 2% |
| 6 | 5 V | 3 V | 10 V | 3.1 V | 0.1 | 3.2% |
| 7 | 15 V | 10 V | 30 V | 10 V | 0 | 0% |

**Вывод:** Ознакомились с техническими характеристиками прибора и отработали навыки его практического применения. Проверили его основные технические данные. Наибольшая абсолютная погрешность составила 2, а наибольшая относительная погрешность составила 3.2%, что свидетельствует о полной исправности прибора.

**Форма контроля самостоятельной работы:**

Выполненная работа представляется преподавателю на проверку в тетради для практических занятий в течение одной учебной недели.

РАЗДЕЛ 2. ИЗМЕРЕНИЕ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

Тема 2.2. Измерение параметров цепей мостовым методом.

**Цель:** Закрепить пройденный материал.

**Формулировка задания**

Повторить пройденный материал и подготовиться к ТРК.

**Для выполнения задания необходимо:**

1. Повторить лекционный материал.
2. Провести анализ результатов практических занятий.
3. Подготовиться к ТРК.

**Норма времени на выполнение самостоятельной работы –** 2 часа

**Краткое содержание темы. Основные понятия.**

1. Общие понятия об измерениях
2. Система СИ
3. Методы измерений
4. Погрешности измерений
5. Погрешности приборов
6. Эталоны и образцовые средства
7. Токовые весы
8. Аналоговые приборы. Общие сведения
9. Классификация аналоговых приборов
10. Условные обозначения, наносимые на приборы
11. Моменты в аналоговых приборах
12. Основные узлы измерительных приборов
13. Отсчетные устройства приборов
14. Успокоители приборов.
15. Измерение постоянного тока
16. Измерение постоянного напряжения
17. Вольтметр в цепи переменного тока
18. Комбинированные приборы
19. Структурные схемы электронных вольтметров на постоянном токе.
20. Структурные схемы электронных вольтметров на переменном токе.
21. Мост постоянного тока и условиеравновесия.
22. Мост переменного тока и условие равновесия

**Форма контроля самостоятельной работы:**

Выполненная работа подлежит проверке на следующем уроке в форме ТРК.

РАЗДЕЛ 3. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ

Тема 3.1. Измерительные генераторы низких и высоких частот

**Цель:** Научиться поиску и анализу информации о различных измерительных приборах

**Формулировка задания**

Изучить характеристики и принцип работы прибора и подготовиться к практическим занятиям.

**Для выполнения задания необходимо:**

1. Самостоятельно изучить основные характеристики и принцип работы измерительных приборов.
2. Изучить основные органы управления приборов.
3. Научиться проводить калибровку прибора.

**Норма времени на выполнение самостоятельной работы –** 3 часа

**Краткое содержание темы. Основные понятия.**

Генератор Г3-109 предназначен для регулировки, испытания и ремонта различных радиотехнических устройств в телевидении, радиовещании, акустике, технике связи. Применяется генератор Г3-109 в лабораторных и цеховых условиях. Измерительный генератор сигналов низкой частоты Г3-109 имеет функцию памяти на сохранение настроек. Это позволяет сэкономить время, затрачиваемое на настройку прибора. Симметричный и несимметричный выходы, рассчитанные на подключение ряда согласованных нагрузок, и повышенная выходная мощность обеспечивают универсальность генератора. Выходное напряжение стабилизировано.

**Форма контроля самостоятельной работы:**

Выполненная работа подлежит устной защите на следующем учебном занятии.

РАЗДЕЛ 3. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ

Тема 3.1. Измерительные генераторы низких и высоких частот

**Цель:** Научиться анализировать данные, полученные в результате выполнения практических работ.

**Формулировка задания**

Составить отчет по данным, полученным в результате выполнения практических занятий.

**Для выполнения задания необходимо:**

1. Проанализировать данные, полученные во время выполнения практической работы.
2. В рабочей тетради написать цель работы и привести список оборудования, которое использовалось во время работы.
3. Пользуясь полученными данными, посчитать погрешности приборов.
4. Записать результаты измерений в тетрадь и оформить их в виде таблицы.
5. Написать вывод по проделанной работе.

**Норма времени на выполнение самостоятельной работы –** 2 часа

**Краткое содержание темы. Основные понятия.**

Примерное содержание отчета

**Цель работы:**

1. Ознакомиться с техническими характеристиками прибора.

2. Отработать навыки практического применения прибора.

3. Проверить его основные технические данные.

**Оборудование:**

1. Электронный вольтметр.

2. Генератор сигналов Г3–109.

3. Кабель коаксиальный.

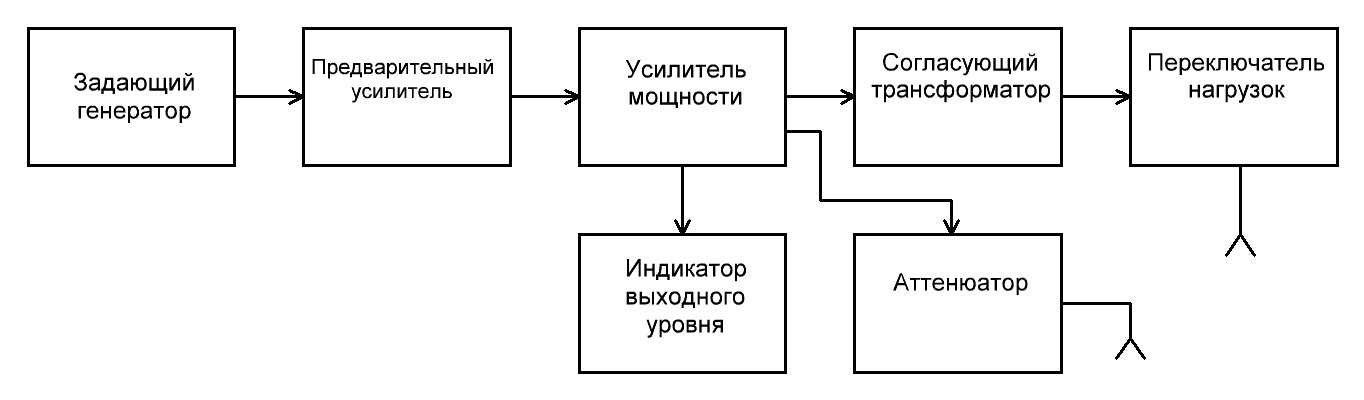


Рисунок 1 – Структурная схема генератора

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Fг, кГЦ | 0,02 | 0,2 | 0,5 | 1 | 5 | 10 | 50 | 100 | 150 | 200 |
| Uизм, В | 7,7 | 7,8 | 7,8 | 7,8 | 7,8 | 7,7 | 7,7 | 7,8 | 7,6 | 7,9 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f = 100Гц | Напряжение на генераторе, В | Предел измерения прибора, В | Цена деления | Измеренное значение напряжения, В | Погрешности | |
| № | абсолютная | Относительная, % |
| 1 | 1 | 1 | 0,03 | 0,9 | 0.1 | 10 |
| 2 | 3 | 3 | 0,01 | 2,8 | 0,2 | 6,67 |
| 3 | 5 | 10 | 0,3 | 5,1 | 0,1 | 2 |
| 4 | 7 | 10 | 0,3 | 6,9 | 0,1 | 1,3 |
| 5 | 9 | 10 | 0,3 | 8,6 | 0,4 | 8,6 |
| 6 | 11 | 30 | 1 | 10,8 | 0,2 | 1,2 |
| 7 | 13 | 30 | 1 | 13,2 | 0,2 | 0,8 |
| 8 | 15 | 30 | 1 | 14,9 | 0,1 | 0,5 |

**Вывод:** Ознакомились с техническими характеристиками прибора и отработали навыки его практического применения. Проверили его основные технические данные. Наибольшая абсолютная погрешность составила 0,4, а наибольшая относительная погрешность составила 10%, что свидетельствует о полной исправности прибора.

**Форма контроля самостоятельной работы:**

Выполненная работа представляется преподавателю на проверку в тетради для практических занятий в течение одной учебной недели.

РАЗДЕЛ 3. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ

Тема 3.2. Импульсные генераторы

**Цель:** Научиться анализировать данные, полученные в результате выполнения практических работ.

**Формулировка задания**

Составить отчет по данным, полученным в результате выполнения практических занятий.

**Для выполнения задания необходимо:**

1. Проанализировать данные, полученные во время выполнения практической работы.
2. В рабочей тетради написать цель работы и привести список оборудования, которое использовалось во время работы.
3. Пользуясь полученными данными, посчитать погрешности приборов.
4. Записать результаты измерений в тетрадь и оформить их в виде таблицы.
5. Написать вывод по проделанной работе.

**Норма времени на выполнение самостоятельной работы –** 1 час

**Краткое содержание темы. Основные понятия.**

Примерное содержание отчета

**Цель работы:**

1. Ознакомиться с техническими характеристиками прибора.

2. Отработать навыки практического применения прибора.

3. Проверить его основные технические данные.

**Оборудование:**

1. Частотомер Ч3-33.

2. Генератор сигналов Г4-54.

3. Кабель коаксиальный.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Длительность импульса, мкс | Частота повторения | | Частота повторения, Гц | Частота измеренная, Гц | Погрешности | |
| Множитель | Шкала | абс | отн, % |
| 1 | 1 | Х10 | 1 | 10 | 8 | 2 | 20 |
| 2 | 1,2 | 1 | 8,3 | 3,7 | 30,8 |
| 3 | 1,4 | 14 | 10,7 | 3,3 | 23,6 |
| 4 | 1,6 | 16 | 12 | 4 | 25 |
| 5 | 1,8 | 18 | 14 | 4 | 22 |
| 6 | 1 | Х10 | 2,1 | 21 | 16,7 | 4,3 | 20,5 |
| 7 | 2,3 | 23 | 18,1 | 4,9 | 21,3 |
| 8 | 2,5 | 25 | 19,6 | 5,4 | 21,6 |
| 9 | 2,7 | 27 | 20,7 | 6,3 | 23,3 |
| 10 | 3 | 30 | 22,4 | 7,6 | 25,3 |
| 11 | 10 | Х10 | 4 | 40 | 36,5 | 3,5 | 8,75 |
| 12 | 4,5 | 45 | 40,8 | 4,2 | 9,3 |
| 13 | 5 | 50 | 45,2 | 4,8 | 9,6 |
| 14 | 5,5 | 55 | 50 | 5 | 9,03 |
| 15 | 6 | 60 | 54,6 | 5,4 | 9 |
| 16 | 10 | Х10 | 6,5 | 65 | 58,8 | 6,2 | 9,5 |
| 17 | 7 | 70 | 63,5 | 6,5 | 9,3 |
| 18 | 7,5 | 75 | 68,1 | 6,9 | 9,2 |
| 19 | 9 | 90 | 80,1 | 9,9 | 11 |
| 20 | 10 | 100 | 90,8 | 9,2 | 9,2 |
| 21 | 10 | Х102 | 1 | Самост. |  |  |  |
| 22 | 1,2 |  |  |  |  |
| 23 | 9 |  |  |  |  |
| 24 | 10 |  |  |  |  |
| 25 | 100 | Х103 | 1 |  |  |  |  |
| 26 | 1,2 |  |  |  |  |
| 27 | 9 |  |  |  |  |
| 28 | 10 |  |  |  |  |
| 29 | 100 | Х104 | 1 |  |  |  |  |
| 30 | 1,2 |  |  |  |  |
| 31 | 9 |  |  |  |  |
| 32 | 10 |  |  |  |  |

**Вывод:** Ознакомились с техническими характеристиками прибора и отработали навыки его практического применения. Проверили его основные технические данные. Наибольшая абсолютная погрешность составила 9,9, а наибольшая относительная погрешность составила 30,8%

**Форма контроля самостоятельной работы:**

Выполненная работа представляется преподавателю на проверку в тетради для практических занятий в течение одной учебной недели.

РАЗДЕЛ 3. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ

Тема 3.2. Импульсные генераторы

**Цель:** Закрепить пройденный материал.

**Формулировка задания**

Повторить пройденный материал и подготовиться к ТРК.

**Для выполнения задания необходимо:**

1. Повторить лекционный материал.
2. Заново проанализировать результаты практических занятия.
3. Подготовиться к ТРК.

**Норма времени на выполнение самостоятельной работы –** 2 часа

**Краткое содержание темы. Основные понятия.**

1. Генераторы. Общие сведения.
2. Принцип действия генераторов.
3. Переходной процесс в генераторе. Самовозбуждение и установившийся режим.
4. Упрощенная схема LC – генератора.
5. LC – генератор с кварцевой стабилизацией.
6. RC – генератор с мостом Вина.
7. RC – генератор с кварцевой стабилизацией.
8. RC – генератор с фазосдвигающей цепью.
9. RC – генератор с нелинейной обратной связью.
10. СВЧ генераторы.
11. Генераторы прямоугольных импульсов.
12. Генераторы импульсов на специализированных ИС.

**Форма контроля самостоятельной работы:**

Выполненная работа подлежит проверке на следующем уроке в форме ТРК.

РАЗДЕЛ 4. ЭЛЕКТРОННЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ

Тема 4.1. Назначение и классификация осциллографов

**Цель:** Научиться анализировать данные, полученные в результате выполнения практических работ.

**Формулировка задания**

Составить отчет по данным, полученным в результате выполнения практических занятий.

**Для выполнения задания необходимо:**

1. Проанализировать данные, полученные во время выполнения практической работы.
2. В рабочей тетради написать цель работы и привести список оборудования, которое использовалось во время работы.
3. Пользуясь полученными данными, посчитать погрешности приборов.
4. Записать результаты измерений в тетрадь и оформить их в виде таблицы.
5. Написать вывод по проделанной работе.

**Норма времени на выполнение самостоятельной работы –** 2 часа

**Краткое содержание темы. Основные понятия.**

Примерное содержание отчета

**Цель работы:**

1. Ознакомиться с техническими характеристиками прибора.

2. Отработать навыки практического применения прибора.

3. Проверить его основные технические данные.

**Оборудование:**

1. Электронный осциллограф универсальной группы С1-65А.

Балансировка

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Положение аттенюатора Y | 0,005 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1 | 2 | 5 | 10 |
| Отклонение луча (дел.) | 0 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,2 |
| Относит погрешность (%) | 0 | 10 | 8 | 10 | 5 | 0 | 10 | 5 | 4 | 6 | 8 |

Калибровка коэффициента отклонения Y

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Значение калиброванного сигнала | | Относительная погрешность |
| Ожидаемое | Измеренное | 6,2 % |
| 5 | 4,8 |

Калибровка длительности развертки

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Значение калиброванного сигнала при множителе развертки | | |
| Ожидаемое | Х 1 | Х 0,1 |
| 10 в 1 | 1 в 10 |
| Измеренное | 10 в 1 | 1 в 10 |
| Относительная погрешность, % | 0 | 0 |

**Вывод:** Ознакомились с техническими характеристиками прибора и отработали навыки его практического применения. Выполнили калибровку осциллографа. Наибольшая относительная погрешность составила 10%, что свидетельствует о полной исправности прибора.

**Форма контроля самостоятельной работы:**

Выполненная работа представляется преподавателю на проверку в тетради для практических занятий в течение одной учебной недели.

РАЗДЕЛ 4. ЭЛЕКТРОННЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ

Тема 4.2. Полная структурная схема осциллографа

**Цель:** Научиться поиску и анализу информации о различных измерительных приборах

**Формулировка задания**

Изучить характеристики и принцип работы прибора и подготовиться к практическим занятиям.

**Для выполнения задания необходимо:**

1. Самостоятельно изучить принцип работы измерительных приборов.
2. Изучить основные органы управления приборов.
3. Научиться проводить калибровку прибора.

**Норма времени на выполнение самостоятельной работы –** 2 часа

**Краткое содержание темы. Основные понятия.**

Осциллограф С1–65А предназначен для исследования формы электрических сигналов путем визуального наблюдения и измерения их амплитудных (25 мв - 300 В) и временных (25 нс - 0,5 с) параметров в цеховых, лабораторных и полевых условиях. Имеет более широкую полосу пропускания, большую рабочую часть экрана, повышенную надежность.

**Форма контроля самостоятельной работы:**

Выполненная работа подлежит устной защите на следующем учебном занятии.

РАЗДЕЛ 4. ЭЛЕКТРОННЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ

Тема 4.2. Полная структурная схема осциллографа

**Цель:** Научиться анализировать данные, полученные в результате выполнения практических работ.

**Формулировка задания**

Составить отчет по данным, полученным в результате выполнения практических занятий.

**Для выполнения задания необходимо:**

1. Проанализировать данные, полученные во время выполнения практической работы.
2. В рабочей тетради написать цель работы и привести список оборудования, которое использовалось во время работы.
3. Пользуясь полученными данными, посчитать погрешности приборов.
4. Записать результаты измерений в тетрадь и оформить их в виде таблицы.
5. Написать вывод по проделанной работе.

**Норма времени на выполнение самостоятельной работы –** 4 часа

**Краткое содержание темы. Основные понятия.**

Примерное содержание отчета

**Цель работы:**

1. Ознакомиться с техническими характеристиками прибора.

2. Отработать навыки практического применения прибора.

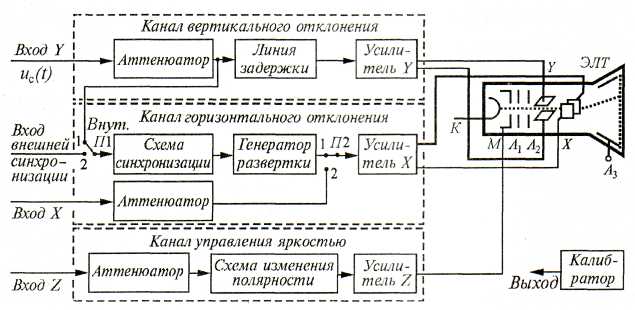
3. Проверить его основные технические данные.

**Оборудование:**

1. Осциллограф С1-65.

2. Генератор сигналов Г3–109.

3. Кабель коаксиальный.

Рисунок 1 – Структурная схема осциллографа

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Uг | Uм | S | U | Относит. погрешность |
| 1 | 1 | 1,1 | 1 | 1,1 | 10 |
| 2 | 3 | 3 | 1 | 3 | 0 |
| 3 | 5 | 4,8 | 1 | 4,8 | 8 |
| 4 | 10 | 2,4 | 5 | 12 | 6 |
| 5 | 15 | 3,1 | 5 | 15,5 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Fг | Tp | L | n | f | Относит. погрешность |
| 1 | 1 кГц | 0,5 | 10 | 5 | 1 | 0 |
| 2 | 1,2 кГц | 0,5 | 10 | 6 | 1,2 | 0 |
| 3 | 1,4 кГц | 0,5 | 10 | 7 | 1,4 | 0 |
| 4 | 1,6 кГц | 0,5 | 10 | 8 | 1,6 | 0 |
| 5 | 1,8 кГц | 0,5 | 10 | 9 | 1,8 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Fг | Tp | L | n | f | Относит. погрешность |
| 1 | 1 кГц | 0,5 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| 2 | 1,2 кГц | 0,5 | 1.3 | 0.65 | 0.83 | 21.7 |
| 3 | 1,4 кГц | 0,5 | 1.2 | 0.6 | 0.71 | 15.5 |
| 4 | 1,6 кГц | 0,5 | 1.1 | 0.55 | 0.63 | 12.7 |
| 5 | 1,8 кГц | 0,5 | 1 | 0.5 | 0.56 | 3.36 |

**Вывод:** Ознакомились с техническими характеристиками прибора и отработали навыки его практического применения. Проверили его основные технические данные. Наибольшая относительная погрешность при измерении напряжения составила 10%, при измерении частоты – 0%, при измерении периода – 21,7%, что свидетельствует о полной исправности прибора.

**Форма контроля самостоятельной работы:**

Выполненная работа представляется преподавателю на проверку в тетради для практических занятий в течение одной учебной недели.

РАЗДЕЛ 5. ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛА

Тема 5.1. Измерение частоты и угла сдвига фаз

**Цель:** Научиться поиску и анализу информации о различных измерительных приборах

**Формулировка задания**

Изучить характеристики и принцип работы прибора и подготовиться к практическим занятиям.

**Для выполнения задания необходимо:**

1. Самостоятельно изучить принцип работы измерительных приборов.
2. Изучить основные органы управления приборов.
3. Научиться проводить калибровку прибора.

**Норма времени на выполнение самостоятельной работы –** 2 часа

**Краткое содержание темы. Основные понятия.**

**Частотомер электронно-счетный Ч3-33** предназначен для:

– измерения частоты электрических колебаний;

– измерения периода электрических колебаний;

– измерения отношения двух частот;

– измерения интервалов времени;

– измерения длительности импульсов;

– счета числа электрических импульсов;

– скорости вращения исследуемого объекта в комплекте с фотоэлектрическим преобразователем скорости вращения.

**Форма контроля самостоятельной работы:**

Выполненная работа подлежит устной защите на следующем учебном занятии.

РАЗДЕЛ 5. ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛА

Тема 5.1. Измерение частоты и угла сдвига фаз

**Цель:** Научиться анализировать данные, полученные в результате выполнения практических работ.

**Формулировка задания**

Составить отчет по данным, полученным в результате выполнения практических занятий.

**Для выполнения задания необходимо:**

1. Проанализировать данные, полученные во время выполнения практической работы.
2. В рабочей тетради написать цель работы и привести список оборудования, которое использовалось во время работы.
3. Пользуясь полученными данными, посчитать погрешности приборов.
4. Записать результаты измерений в тетрадь и оформить их в виде таблицы.
5. Написать вывод по проделанной работе.

**Норма времени на выполнение самостоятельной работы –** 4 часа

**Краткое содержание темы. Основные понятия.**

Примерное содержание отчета

**Цель работы:**

1. Ознакомиться с техническими характеристиками прибора.

2. Отработать навыки практического применения прибора.

3. Проверить его основные технические данные.

**Оборудование:**

1. Осциллограф универсальный.

2. Генератор сигналов Г4–102.

3. Генератор Г3–109

4. Кабель коаксиальный.

Метод линейной развертки

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Мг, % | А | В | Mu | дМ | Относит. погрешность |
| 1 | 30 | 1,8 | 5,2 | 21 | 3 | 10 |
| 2 | 50 | 5,4 | 1,4 | 58 | 8 | 8 |
| 3 | 70 | 4,8 | 1,2 | 60 | 10 | 7 |
| 4 | 90 | 5,4 | 0,8 | 74 | 16 | 4 |
| 5 | 0 |  |  |  |  |  |

Метод вращающейся трапеции

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Мг, % | А | В | Mu | дМ | Относит. погрешность |
| 1 | 30 | 6,4 | 3,4 | 30 | 0 | 0 |
| 2 | 50 | 7,4 | 2,6 | 48 | 2 | 4 |
| 3 | 70 | 4 | 0,6 | 73 | 3 | 4 |
| 4 | 90 | 4,4 | 0,4 | 83 | 7 | 7 |
| 5 | 0 |  |  |  |  |  |

**Вывод:** Ознакомились с техническими характеристиками прибора и отработали навыки его практического применения. Проверили его основные технические данные. Наибольшая относительная погрешность измерения модуляции методом линейной развертки составила 10%, а методом вращающейся трапеции – 7%, что свидетельствует о полной исправности прибора.

**Форма контроля самостоятельной работы:**

Выполненная работа представляется преподавателю на проверку в тетради для практических занятий в течение одной учебной недели.

РАЗДЕЛ 6. ЦИФРОВЫЕ ПРИБОРЫ И АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Тема 6.1. Общие сведения о цифровых приборах

**Цель:** Научиться анализировать данные, полученные в результате выполнения практических работ.

**Формулировка задания**

Составить отчет по данным, полученным в результате выполнения практических занятий.

**Для выполнения задания необходимо:**

1. Проанализировать данные, полученные во время выполнения практической работы.
2. В рабочей тетради написать цель работы и привести список оборудования, которое использовалось во время работы.
3. Пользуясь полученными данными, посчитать погрешности приборов.
4. Записать результаты измерений в тетрадь и оформить их в виде таблицы.
5. Написать вывод по проделанной работе.

**Норма времени на выполнение самостоятельной работы –** 1 час

**Краткое содержание темы. Основные понятия.**

Примерное содержание отчета

**Цель работы:**

1. Ознакомиться с техническими характеристиками прибора.

2. Отработать навыки практического применения прибора.

3. Проверить его основные технические данные.

**Оборудование:**

1. Частотомер Ч3-33

2. Генератор импульсов Г4–54.

3. Кабель коаксиальный.

Самоконтроль

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Частота | Время измерения | Показания | Относительная погрешность |
| 100 кГц | 10мс | 0000100,0 | 0 % |
| 100мс | 000100,00 | 0 % |
| 1с | 00100,000 | 0 % |
| 10с | 0100,0000 | 0 % |
| 1 МГц | 10мс | 0001000,0 | 0 % |
| 100мс | 001000,00 | 0 % |
| 1с | 01000,000 | 0 % |
| 10с | 1000,0000 | 0 % |
| 10 МГц | 10мс | 0010000,0 | 0 % |
| 100мс | 010000,00 | 0 % |
| 1с | 10000,000 | 0 % |
| 10с | 0000,0000 | 0 % |

Измерение частоты и периода

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Частота повторения, Гц | Частота измеренная, Гц | Период уст., мкс | Период измеренный, мкс | F, абс. погрешность | F, отн. погрешность | T, абс. погрешность | T, отн. погрешность |
| 30 | 29,1 | 33 | 34 | 0,1 | 1 | 1 | 7% |
| 40 | 39 | 25 | 25 | 1 | 0,3 | 0 | 0 |
| 50 | 49,1 | 20 | 20 | 0,9 | 0,8 | 0 | 0 |
| 70 | 69,1 | 14 | 14 | 0,9 | 0,7 | 0 | 0 |
| 100 | 96,5 | 10 | 10 | 3,5 | 2,6 | 0 | 0 |
| 300 | 291 | 3,3 | 3,4 | 9 | 4 | 0,1 | 2% |
| 400 | 393,8 | 2,5 | 2,5 | 6,2 | 6,8 | 0 | 0 |
| 500 | 491 | 2 | 2 | 9 | 12,7 | 0 | 0 |
| 700 | 687 | 1,4 | 1,4 | 13 | 34,9 | 0 | 0 |
| 1000 | 958,7 | 1 | 1 | 41,3 | 40 | 0 | 0 |
| 3000 | 2895,8 | 0,33 | 0,34 | 104,2 | 38,4 | 0,01 | 0,3% |
| 4000 | 3941,9 | 0,25 | 0,25 | 58,1 | 42,3 | 0 | 0 |
| 5000 | 4901,8 | 0,2 | 0,2 | 98,2 | 26,9 | 0 | 0 |
| 7000 | 6828,6 | 0,14 | 0,14 | 171,4 | 44,2 | 0 | 0 |
| 10000 | 9553,8 | 0,1 | 0,1 | 446,2 | 49,6 | 0 | 0 |
| 30000 | 29403 | 0,033 | 0,034 | 597 | 52,1 | 0,001 | 0,1% |
| 40000 | 39551 | 0,025 | 0,025 | 449 | 57,3 | 0 | 0 |
| 50000 | 49141 | 0,02 | 0,02 | 859 | 59,8 | 0 | 0 |
| 70000 | 68085 | 0,014 | 0,014 | 1915 | 70,3 | 0 | 0 |
| 100000 | 94363 | 0,01 | 0,01 | 5637 | 74,5 | 0 | 0 |

**Вывод:** Ознакомились с техническими характеристиками прибора и отработали навыки его практического применения. Проверили его основные технические данные и выполнили самоконтроль, в результате чего проверили его работоспособность. При измерении частоты наблюдается, что чем выше частота, тем больше погрешность измерений. На погрешность при измерении периода увеличение частоты не влияет.

**Форма контроля самостоятельной работы:**

Выполненная работа представляется преподавателю на проверку в тетради для практических занятий в течение одной учебной недели.

РАЗДЕЛ 6. ЦИФРОВЫЕ ПРИБОРЫ И АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Тема 6.1. Общие сведения о цифровых приборах

**Цель:** Закрепить пройденный материал.

**Формулировка задания**

Повторить пройденный материал и подготовиться к ТРК.

**Для выполнения задания необходимо:**

1. Повторить лекционный материал.
2. Заново проанализировать результаты практических занятия.
3. Подготовиться к ТРК.

**Норма времени на выполнение самостоятельной работы –** 2 часа

**Краткое содержание темы. Основные понятия.**

1. Осциллографы. Общие сведения.
2. Универсальные осциллографы. Схема и принцип действия.
3. Виды разверток.
4. Двухканальные и двухлучевые осциллографы.
5. Измерение частоты и интервалов времени.
6. Цифровые методы измерения частоты.
7. Измерение фазового сдвига.
8. Измерение модуляции
9. Измерительные системы. Общие сведения.
10. Информационно-измерительные системы.
11. Измерительно-вычислительные комплексы.
12. Компьютерно-измерителные системы.

**Форма контроля самостоятельной работы:**

Выполненная работа подлежит проверке на следующем уроке в форме ТРК.

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Требования к оформлению текстовых материалов

# Требования к оформлению текстовых материалов

**1. Оформление текстового материала**

Текстовая часть работы должна быть исполнена в компьютерном варианте на бумаге формата А4. Шрифт – Times New Roman, размер шрифта – 14, полуторный интервал, абзацный отступ первой строки – 1,25, выравнивание по ширине. Страницы должны иметь поля: нижнее – 2,5; верхнее – 2; левое – 3; правое – 1,5. Все страницы работы должны быть пронумерованы: нумерация автоматическая, сквозная, в нижнем колонтитуле, по центру, арабскими цифрами, размер шрифта – 12 пт.

Для того чтобы сделать текст понятным и выразительным, в тексте документа используют автоматические нумерованные и маркированные списки.

*Пример 1 нумерованного списка:*

* 1. Невозможно испытывать твердые материалы свыше НВ=450, т.е. закаленные металлы.
  2. Метод дает грубый (большой) отпечаток, что не всегда допустимо.
  3. Нельзя испытывать материал тоньше 2-х мм, т.к. шарик будет продавливать тонкий слой металла.

*Пример 2 нумерованного списка:*

1. Нагрузка пресса на образец - 3000; 1000; 750; 250; 187; 5; 62,5; 15,6 кг.
2. Диаметры шариков - 10; 5 и 2,5 мм.
3. Выдержки под нагрузкой - 10; 30 и 60 сек.
4. Наибольшая высота испытуемого изделиям - 250 мм.
5. Габаритные размеры пресса: 840х700х250 мм.

*Пример маркированного списка:*

* способ расклада;
* способ деления;
* табличный способ.

Не допускается использовать в качестве маркеров различные картинки, значки, галочки и т.д. Рекомендуемый маркер: «–».

В тексте работы (за исключением формул, таблиц и рисунков) не допускается:

* применять математический знак «минус» (–), а перед отрицательными значениями величин следует писать слово «минус»;
* применять знак ∅ для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»);
* применять без числовых значений математические знаки, например >, ≥, <, ≤*,* ≠, а также знаки №, %;
* применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

**2. Оформление содержания**

Содержание работы размещается на отдельной пронумерованной странице, снабжается заголовком «СОДЕРЖАНИЕ», записанным по центру, не нумеруется как раздел и включается в общее количество страниц текста работы.

В содержание включаются номера структурных элементов текста: разделов, подразделов, пунктов и подпунктов, имеющих заголовок, номера и наименования приложений и номера страниц, с которых они начинаются.

Заголовки в содержании должны точно повторять заголовки в тексте. Нельзя сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности и соподчиненности по сравнению с заголовками в тексте.

Заголовки, включенные в содержание, записываются строчными буквами. Прописными буквами должны записываться заглавные буквы и аббревиатуры.

Рекомендуется формировать автоматическое оглавление (Ссылки → Оглавление), предварительно применяя стили к наименованиям разделов и подразделов (Заголовок 1, Заголовок 2…).

*Пример содержания к реферату на тему «Устройство компьютера»:*

