Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение

«Краснокаменский горно-промышленный техникум»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Согласовано на заседании ПЦК мастеров п/о и преподавателей дисциплин ПЦ Председатель ПЦК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.Б. Батура  |  | Утверждаю: Директор ГАПОУ «КГПТ» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.Н. Епифанцева«\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г. |

 **ОП 11**  **ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ**

**Методические рекомендации по выполнению контрольных работ**

**для студентов заочной формы обучения,**

**обучающихся по программе среднего профессионального образования по специальности**

**27.02.04 Автоматические системы управления**

**Краснокаменск, 2020**

 Контрольная работа и методические указания по выполнению контрольных работ составлены в соответствии с рабочей программой по дисциплине

 **Электротехнические измерения**

 Для специальности СПО

27.02.04 автоматические системы управления

**Составитель**: Предунова В.Г. – преподаватель дисциплин профессионального цикла

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение
2. Тематический план
3. Содержание учебной дисциплины
4. Методические указания к выполнению контрольной работы прилагаются
5. Контрольная работа
6. Список предлагаемой литературы
7. Перечень лабораторно-практических работ

# ВВЕДЕНИЕ

 Электротехнические измерения играют существенную роль в развитии современной техники. Это касается не только таких отраслей, как электроэнергетика, радиоэлектроника, вычислительная техника, но и многих других, поскольку электронные измерительные приборы применяются для измерения любых электрических и неэлектрических величин. Создание информационно-измерительных систем (комплексов измерительной аппаратуры, объединенных с ЭВМ ) позволило автоматизировать сложные технологические процессы и функционирование различных систем.

 Внедрение в измерительную технику микропроцессоров облегчило дальнейшее совершенствование средств измерений, создание нового поколения программируемых измерительных приборов с повышенными метрологическими характеристиками.

 Предполагается, что в результате изучения дисциплины “Электротехнические измерения” студенты должны: знать методы измерения основных электротехнических и радиотехнических величин, понимать принципы построения современных измерительных схем и приборов, знать область их применения, усвоить теорию и методы расчёта погрешностей, а также пути их уменьшения, приобрести навыки эксплуатации радиоизмерительных приборов основных типов (главным образом в процессе лабораторных занятий ).

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

 Рабочая программа учебной дисциплины "Электротехнические измерения" предназначена для реализации государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по техническим специальностям среднего профессионального образования и является единой для всех форм обучения. Учебная дисциплина "Электротехнические измерения" является общепрофессиональной и предусматривает изучение основных методов измерения электрических и радиотехнических величин, выбор измерительных средств, что является необходимой базой для изучения специальных дисциплин.

 Базовыми дисциплинами для изучения "Электротехнических измерений" являются "Электротехника", "Электронная техника".

 В результате освоения программы дисциплины студентдолжен**:**

**уметь:**

- пользоваться контрольно-испытательной и измерительной аппаратурой;

- составлять измерительные схемы,

- подбирать по справочным материалам измерительные средства и измерять с заданной точностью физические величины;

**знать:**

- основные понятия об измерениях;

- методы и приборы электротехнических измерений

Для улучшения усвоения учебного материала его изложение необходимо

проводить с применением технических и аудиовизуальных средств обучения. Для проверки знаний студентов в рабочей программе рекомендуется указывать, по окончании изучения каких разделов следует проводить рубежный контроль. Форму и сроки проведения контроля по дисциплине определяет образовательное учреждение.

Материал, изучаемый по учебнику, необходимо конспектировать.

Основные термины и определения следует подчёркивать, формулы выделять (обводить). Электрические схемы должны вычерчиваться в условных обозначениях, соответствующих действующим ГОСТом и ЕСКД. После проработки какой-либо темы необходимо без помощи учебника вывести доказательства формул. Нельзя ничего оставлять непонятным при изучении дисциплины; если самому преодолеть затруднения не удаётся, необходимо обратиться за консультацией к преподавателю. Серьёзное внимание должно быть уделено задачам и вопросам для самопроверки, а также разбору решения типовых примеров, помещённых в учебнике и настоящем пособии.

СОДЕРЖАНИЕУЧЕБНОЙДИСЦИПЛИНЫ**.**

Введение**.**

 Цель и задача предмета. Краткие сведения из истории развития электрических измерений.

 Роль и значение электроизмерительной техники (ЭИТ) в народном хозяйстве. Краткая характеристика современного состояния ЭИТ.

 Краткая характеристика современного состояния радиоизмерительной техники. Основные направления интенсивного развития электрорадиоизмерительной техники. Студент должен:

 иметьпредставление*:*

* о роли и месте знаний по дисциплине в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы по специальности и в сфере деятельности техника;
* о новейших достижениях и перспективах развития электрорадиоизмерений;
* о значении и содержании дисциплины "Электрорадиоизмерения" и связи ее с другими общепрофессиональными и специальными дисциплинами;
* о значении измерений в системе обеспечения качества продукции, истории развития измерений, о новейших достижениях и перспективах развития в области создания и совершенствования современных измерительных средств.

Раздел 1. Основные понятия об электрических измерениях

**Тема 1.1.** Виды и методы электрических измерений

Студент должен:

знать*:*

* единицы физических величин;
* основные виды средств измерений;
* основные методы измерений;
* систему обозначения измерительных приборов.

Основные метрологические понятия и определения. Общие понятия об измерениях. Измерение- как основное средство познания природы и различных процессов, происходящих в ней.

Методы измерения, классификация их и характеристика.

Эталоны, образцовые и рабочие меры и измерительные приборы.

Погрешности измерительного прибора и измерений. Классификация и характеристика погрешностей.

Абсолютная и относительная погрешности. Классы точности измерительных приборов. зависимость погрешности измерения от класса точности измерительного прибора и правильности выбранного предела измерения. Закономерности проявления погрешностей: систематическая, случайная (промах), грубая погрешности.

Понятие о вариации показания прибора. Основная и дополнительная погрешности измерительного прибора.

Возможные способы уменьшения или исключения отдельных видов погрешностей

**Тема 1.2.** Измерения в цепях постоянного тока и переменного тока низкой частоты

Студент должен:

знать*:*

* технические характеристики средств измерения;
* методику расчета и определения класса точности прибора;

уметь*:*

* определять погрешности прибора и измерений;
* применять ЭВМ для определения случайных погрешностей.

Государственные стандарты на электро- и электронные измерительные приборы. Основные нормативные требования к прибора.

Проверка приборов на соответствие требованиям государственных стандартов, государственная обязательная и периодическая.

Государственные контрольные лаборатории Госстандарта СССР, их функции и права.

 .

Контрольныевопросы**.**

1. Дайте определение измерение.
2. Что такое единство измерений ? Какое значение оно имеет для развития науки, техники и народного хозяйства ?
3. Каковы задачи, решаемые метрологией ?
4. Какова структура метрологической службы СССР ?
5. Что такое эталон и какие функции он выполняет ?
6. Какие типы эталонов Вам известны ?
7. Какие меры электрических величин Вы знаете ? Какими свойствами должны обладать образцовые меры ?

Раздел 2 Преобразователи токов и напряжений

 **Тема 2.1.** Шунты и добавочные резисторы

Студент должен:

 иметьпредстовление*:*

* + о среднем, амплитудном и среднеквадратичном значениях тока;

знать*:*

* + правила включения амперметра в измерительную цепь;
	+ назначение шунтов; уметь*:*
	+ подбирать амперметры для измерения постоянного и переменного тока;

Измерение постоянного тока. Понятие о входном (внутреннем) сопротивлении прибора. Расширение пределов измерения токов. Шунты, расчет шунта, особенности их применения.

Измерение переменного тока. Особенность измерения тока промышленной частоты, низких и высоких частот. Термоэлектрические приборы, устройство и принцип работы.

 **Тема 2.2.** Измерительные трансформаторы

Студент должен:

знать*:*

* правила включения вольтметров в измерительную цепь;
* назначение добавочных резисторов и их расчет;
* особенности электронных аналоговых и цифровых вольтметров;

уметь*:*

* подбирать амперметры для измерения постоянного и переменного тока;
* измерять переменное напряжение различными вольтметрами;
* определять погрешности приборов и измерений;

Методы измерения постоянного напряжения. Расширение пределов измерения по направлению. Расчет и включение добавочных сопротивлений.

Влияние внутреннего (входного) сопротивления вольтметра на режим измеряемой цепи и на погрешность измерения.

Измерения напряжения промышленной, звуковой и высокой частоты.

Вольтметры выпрямительной системы с одно- и двухполупериодной схемой выпрямления; принцип работы, область применения прибора.

Технические данные, порядок подготовки и применения для различных измерений комбинированных по назначению и универсальных по роду тока электроизмерительных приборов типа Ц.

Особенности измерения мощности. Измерение мощности в цепях постоянного и переменного тока.

Аналоговые электронные вольтметры; назначение, область применения. Классификация электронных вольтметров.

Технические данные, структурная схема, назначение и взаимодействие блоков, элементы управления, выведенные на переднюю панель; область применения: порядок подготовки и включение электронных вольтметров третьей подгруппы.

Контрольныевопросы**.**

1. Какие требования предъявляются к выходному сопротивлению вольтметра ?
2. Объясните необходимость применения выносных пробников .
3. Поясните принцип действия амплитудного преобразователя с открытым и закрытым входом.
4. Объясните принцип действия электронного вольтметра средневыпрямленных значений.
5. Назовите основные принципы построения цифровых вольтметров.
6. Как влияет форма сигнала на показания вольтметров различных систем.

**РАЗДЕЛ 3.** Измерительные механизмы

 **Тема 3.1.** Магнитоэлектрические механизмы

|  |  |
| --- | --- |
| Студент должен: - знать*:*  |  |
| -  | типы задающих генераторов и их особенности ;  |
| -  | структурную схему ГНЧ и назначение элементов; |
| - уметь*:*  | панель управления генератора и назначение органов управления; |

 - настраивать генератор на заданный режим работы;

Назначение и классификация измерительных генераторов.

Требования, предъявляемые к измерительным генераторам.

Технические данные, структурная схема, назначение и взаимодействие блоков; элементы управления, выведенные на переднюю панель измерительных генераторов третьей подгруппы. Порядок подготовки и применения генераторов звуковой и ультразвуковой частоты.

Тема **3.2.** Электродинамические и ферродинамические механизмы

Студент должен знать

* классификацию ВЧ-генераторов;
* панель управления и ее состав;
* последовательность настройки и регулировки ВЧ-генератора.

уметь*:*

* настраивать ВЧ-генератор на заданный режим работы.

Классификация ВЧ генераторов. Требования, предъявляемые к ним.

Технические данные, структурная схема, назначение, взаимодействие блоков, элементы управления, выведенные на переднюю панель; порядок подготовки и применения генераторов четвертой подгруппы.

**Тема 3.3.** Механизмы электромагнитной системы

Студент должен:

Иметьпредставление*:*

* о параметрах импульсных сигналов знать

метрологические характеристики генераторов импульсных сигналовуметь*:*

* настраивать генератор на заданный режим работы.

Назначение, область применения импульсных генераторов. Требования, предъявляемые к ним.

Технические данные, структурная схема, назначение и взаимодействие блоков, элементы управления, выведенные на переднюю панель; порядок подготовки и применения импульсных генераторов пятой подгруппы.

Назначение и область применения генераторов шумовых сигналов.

Контрольныевопросы**.**

1. По каким признакам классифицируются измерительные генераторы ?
2. Какие параметры генератора нормируются ?
3. Каковы особенности построения генераторов низкой частоты ?
4. Какие виды модуляции применяются в генераторах высокой частоты ?
5. По каким классам точности выпускаются генераторы высокой частоты ? Как обозначаются классы точности генераторов ВЧ ?
6. Какие типы задающих генераторов используются для построения генераторов СВЧ ?

**РАЗДЕЛ 4.** Регистрирующие приборы

Тема 4.1 Регистрирующие приборы

Студент должен:

* + знать*:*
	+ структурную схему осциллографа и назначение функциональных узлов;
	+ назначения разверток и их виды;
	+ виды и назначения синхронизации;
	+ органы управления осциллографом и включение его в измерительную цепь.

уметь*:*

* + получать изображения исследуемых сигналов на экране осциллографа;
	+ производить измерения временных и амплитудных параметров сигналов;

Технические данные, структурная схема, назначение и взаимодействие блоков, выведенных на переднюю панель электронного осциллографа:

а) канал вертикального отклонения, входное устройство, линия задержки, особенности усилительных каскадов, требования к ним;

б) канал горизонтального отклонения, генераторы непрерывной и ждущей линейной разверток, усилители канала горизонтального отклонения, назначение и сущность синхронизации, виды синхронизации;

в) калибраторы амплитуды и длительности, их назначение;

г) канал управления яркостью и его назначение.

Порядок подготовки электронного осциллографа к включению.

Калибровка и балансировка канала вертикального отклонения по обоим входам (закрытому и открытому).

Калибровка канала горизонтального отклонения по обоим масштабам развертки.

Контрольныевопросы**.**

1. Перечислите требования, предъявляемые к генератору непрерывной развёртки осциллографа.
2. Объясните назначение и область применения ждущей развёртки.
3. Объясните назначение линии задержки в канале вертикального отклонения осциллографа.
4. Как получить на экране осциллографа круговую развёртку ? Как превратить круговую развёртку в спиральную ?Чем определяется время одного оборота луча ЭЛТ по окружности ?

**РАЗДЕЛ 5.** Цифровые измерительные приборы и аналого-цифровые преобразователи

**Тема 5.1.** Цифровые измерительные приборы и аналого-цифровые преобразователи

Студент должен: знать*:*

* + методику измерения параметров компонентов с сосредоточенными постоянными уметь*:*
	+ производить выбор измерительных средств;
	+ производить измерения параметров компонентов электрических цепей с сосредоточенными постоянными;
	+ определять погрешности измерений.

Сущность мостового метода. Условие равновесия моста постоянного и переменного тока. Технические данные, порядок подготовки и применения универсального моста для измерения активного сопротивления на постоянном и переменном токе; емкости, тангенса угла потерь, индуктивности.

Понятие об автоматических мостах переменного тока с цифровым отсчетом.

Контрольныевопросы**.**

1. Напишите уравнение для вращающего момента логометра.
2. Чем оределяется систематическая погрешность метода вольтметра-амперметра, как её уменьшить ?
3. Напишите основное уравнение баланса моста.
4. Приведите методы измерения добротности контура.
5. Почему с помощью коиетра или генераторными методами измеряется не истинное

**РАЗДЕЛ 6.** Раздел 6. Измерение электрических величин

**Тема 6.**1 Измерение токов и напряжений

Студент должен: знать*:*

- методику измерения параметров четырехполюсников по АЧХ;

Исследование амплитудно-частотных и переходных характеристик.

Принцип получения на экране осциллографа изображения амплитудно-частотной характеристики. Упрощенная структурная схема измерителя АЧХ; принцип работы прибора и назначение элементов схемы.

Принцип получения на экране осциллографа изображения переходной характеристики. Самостоятельнаяработа**.** Раздел №6 изучать самостоятельно.

Контрольныевопросы**.**

1. Чем будут отличаться кривые на экране измерителя АЧХ, если развёртку ( изменение частоты ) проводить не линейно изменяющимся напряжением, а синусоидальным ?
2. Какие основные требования предъявляются к ЧМ – генератору (генератор качающейся частоты) ?
3. Составьте функциональную схему двухканального измерителя АЧХ.
4. Каково назначение детектора в траке приёма измерителя АЧХ ? Нарисуйте вид сигнала на экране ЭЛТ, если бы напряжение с выхода исследуемого 4-полюсника поступало непосредственно на *Y*-пластины.

**Указания к выполнению контрольных работ**

Контрольная работа по Электротехническим измерениям является домашней работой. Контрольное задание составлено в десяти вариантах. Номер варианта соответствует последней цифре шифра студента.

Контрольная работа выполняется синими или чёрными чернилами и сопровождается графическим материалом.

Графический материал выполняется аккуратно с соблюдением правил ЕСКД.

Решение задач сопровождается пояснительным текстом, сокращение слов не допускается.

На страницах тетради необходимо оставлять поля для замечаний преподавателя.

Аналитическое вычисление производится по общепринятым правилам, т.е. отдельно записывается формула, затем подставляются числовые значения и записывается результат с указанием размерности.

Вычисления производятся до третьего знака после запятой.

В конце работы должна быть подпись студента, дата выполнения работы и список используемой литературы.

Выполнение работы высылается на проверку в колледж, в сроки, установленные учебным графиком.

Получив проверенную работу, студент должен проработать все замечания преподавателя, сделать необходимые исправления и дополнения.

При сдаче экзамена студент предъявляет экзаменатору проверенную контрольную работу.

## **Контрольная работа №1**

***Задача №1***

1. Определить абсолютную и относительную номинальную и действительную погрешности измерения, а также наибольшую абсолютную погрешность прибора. Сравните наибольшую допустимую погрешность измерения, сделать вывод о целесообразности использования прибора указанной точности. Укажите, какой системы прибор целесообразно использовать для данных измерений и поясните почему. Даннеы приборов и измерений приведены в таблице №1.

Таблица1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант  | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| Измеряемая величина  | ~U  | ~I  | ~P  | ~U  | -I  | ~I  | ~U  | ~P  | -I  | ~U  |
| Верхний предел измерений  | 300 В  | 5 А  | 750 Вт  | 15 В  | 250 мА  | 0,5 А  | 150 мА  | 250 Вт  | 100 мА  | 1 В  |
| Класс точности  | 1  | 2,5  | 2,5  | 1,5  | 0,5  | 1  | 0,2  | 1,5  | 0,5  | 2,5  |
| Действительное значение  | 200 В  | 4 А  | 600 Вт  | 10 В  | 220 мА  | 0,3 А  | 120 мА  | 200 Вт  | 70 мА  | 0,8 В  |
| Измеренное значение  | 215 В  | 3,5 А  | 570 Вт  | 9 В  | 200 мА  | 0,25 А  | 100 мА  | 180 Вт  | 65 мА  | 0,75 В  |

Для решения данной задачи необходимо проработать материал [2], с. 6-12, 23-24; [3] c. 13-16 и методические указания по предмету “Электротехнические измерения” [1], раздел 2. Кроме того, разберите задачу 1.1. помещённую в [2], с 12.

Значение максимальной абсолютной погрешности определяется из формулы допустимой приведённой погрешности, численно равной классу точности прибора “Р”.

Для измерения следует выбрать ту шкалу прибора, на которой получается действительная относительная погрешность меньше.

## ***Задача №2***

Имеется электроизмерительный прибор, у которого ток полного отклонения Iн, внутреннее сопротивление Rн и число делений L (таблица 2).

Рассчитать сопротивление шунтов к прибору, чтобы расширить его пределы измерения до 1; 3 и 10 мА.

Определить цену деления и чувствительность прибора на каждой шкале измерения.

Начертить схему миллиамперметра с тремя однопредельными шунтами.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант |  0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| Iн, мА  | 200  | 100  | 200  | 100  | 300  | 100  | 500  | 100  | 500  | 300  |
| Rн, Ом  | 800  | 850  | 900  | 2000  | 800  | 900  | 800  | 480  | 400  | 2000  |
| L, делений | 100   | 150  | 150  | 100  | 100  | 150  | 200  | 75  | 300  | 200  |

Методические указания

Для решения данной задачи необходимо проработать [2], с. 32-35; [5], c. 80-92. Шунты применяются для расширения предела измерения прибора по току представляют собой включённый в измерительную цепь резистор, параллельно которому присоединяется измерительный прибор.

Принцип расширения пределов измерения прибора по току заключается в том, что большую часть измерительного тока I пропускают через шунт, а меньшую Iн через измерительный прибор. Расширение пределов измерения тока при помощи шунта характеризуется коэффициентом шунтирования “Р”.

*I*

 *P* =

*I*н

*R*н

Сопротивление шунта Rш определяется так: *R*ш = *P*−1

Шунт снабжается двумя парами зажимов: токовыми зажимами Т и потенциальными зажимами П.

Такое включение уменьшает погрешность измерения тока (рис. 1).

## ***Задача №3***

Определить номинальное амплитудное и действующее значение синусоидального тока, измеряемого при помощи выпрямительного миллиамперметра, имеющего однополупериодную схему выпрямления и индикатор магнитоэлектрической системы с номинальными токами Iн. Аналогические расчеты произвести для мостовой схемы выпрямительного миллиамперметра.

Начертить обе схемы измерения и графики токов. Данные для решения задачи приведены в табл. 1.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант  | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| Iи, мкА | 50  | 100  | 300  | 20  | 10  | 200  | 500  | 250  | 30  | 150  |

 ИМ

I

I

н

П

П

R

ш

U

ш

 Т Т

Рис.1

***Задача № 4***

Определить число импульсов n, прошедших на счетчик за цикл измерения напряжения электронным цифровым вольтметров, если коэффициент нарастания компенсирующего

3 напряжения к =5\*10 В/с. значение частоты опорных импульсов f и величина измеряемого напряжения u приведены в табл. 2.

Приведите структурную схему цифрового вольтметра с время - импульсным кодированием и временные диаграммы, поясняющие его работу.

Опишите принцип действия прибора.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант  | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| U, В f, Гц  | 15 410 | 0,5 610 | 1,75 510 | 0,2 6 5\*10 | 9,3 45\*10  | 0,25 55\*10  | 17 52\*10  | 24 410  | 1,1 510  | 12 43\*10  |

## ***Задача №5***

Письменно выполнить следующие задания.

Вариант 0.

1. Объяснить назначение основных узлов структурной схемы электронного осциллографа. Начертить структурную схему прибора.
2. Перечислить и пояснить основные требования, предъявляемые к измерительным генераторам.

Вариант 1.

1. Перечислить и объяснить требования к ждущей линейной развёртке в электронном осциллографе.
2. Начертить структурную схему измерительного генератора низкой частоты основного типа и пояснить принцип работы.

Вариант 2.

1. Начертить чертёж прибора магнитоэлектрической системы. Пояснить принцип действия прибора (указать достоинства и недостатки).
2. Перечислить основные технические характеристики электронного осциллографа, указать достоинства и область применения прибора. Вариант 3.
3. Пояснить измерение частоты осциллографическим методом (с применением круговой и синусоидальной развёрток).
4. Перечислить основные типы измерительных генераторов низкой частоты, пояснить достоинства и недостатки каждого типа генератора. Вариант 4.
5. Перечислить и пояснить требования к непрерывной линейной развёртки электронного осциллографа.
6. Начертить структурную схему цифрового частотомера, пояснить принцип действия.

Вариант 5.

1. Начертить структурную схему цифрового вольтметра, пояснить принцип действия прибора.
2. Описать назначение калибраторов амплитуды и длительности в схеме электронного осциллографа.

Вариант 6

1. Пояснить получение осциллограммы на экране электронного осциллографа.
2. Пояснить, что называется классом точности измерительных приборов какие классы точности приборов существуют.

Вариант 7

1. Пояснить, какова классификация измерительных генераторов промышленного типа в зависимости от формы выходного сигнала и от диапазона частот.
2. Объяснить назначение и устройство электронно-лучевой трубки в электронном осциллографе.

Вариант 8

1. Начертить структурную схему импульсного генератора и объяснить принцип действия.
2. Пояснить, что называется развёрткой изображения и какие виды развёрток применяются в электронном осциллографе.

Вариант 9

1. Перечислить и пояснить методы измерения низких и высоких частот.
2. Начертить структурную схему генератора высокой частоты. Пояснить принцип работы прибора.

**Литература.**

 ***Нормативные документы***

ГОСТ 16263-70. Метрология. Термины и определения.

ГОСТ 16465-70. Сигналы радиотехнические измерительные. Термины и определения.

ГОСТ 22261-81. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.

ГОСТ 23217-78. Условные обозначения, наносимые на электроизмерительные приборы и вспомогательные части.

ГОСТ 15094-86. Средства измерений электронные. Наименования и обозначения.

***Основная литература:***

1. Шишмарёв В.Ю. Средства измерений. Учебник. – М.: Академия, 2018.
2. Шишмарёв В.Ю. Электротехнические измерения. Учебник. – М.: Академия, 2018.
3. Шишмарёв В.Ю. Технические измерения и приборы. Учебник.-М.: Академия, 2016.
4. Шишмарёв В.Ю. Электротехнические измерения. Электронный учебник.- М.: Академия, 2018

***Интернет-ресурсы:***

 Сайт «Клуб студентов “Технарь”» [Электронный ресурс]

<http://c-stud.ru/work_html/>