

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
(ФГАОУ ВО «СПбПУ»)
Институт среднего профессионального образования

СОГЛАСОВАНО:

Работодатель

Инженер 2 категории

отдела технического контроля

ОАО «Завод «Реконд»

_____ С.В. Милов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ УП.02.01
«Электрорадиоизмерительная»
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ ПМ.02.
«Осуществление метрологической экспертизы средств
измерений, испытаний и контроля»**

для специальности

27.02.06 Контроль работы измерительных приборов

Год начала подготовки по УП 2023

На базе основного общего образования

Санкт-Петербург
2025

РАССМОТРЕНА:
предметной (цикловой)
комиссией «ИИТ»
Протокол № 9 от 23 апреля 2025 г.
Председатель ПЦК

Р.В. Цветков _____

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИСПО

_____ Р.А. Байбиков

«___» _____ 2025 г.

Рабочая программа учебной практики УП.02.01 «Электрорадиоизмерительная» профессионального модуля ПМ.04 «Осуществление метрологической экспертизы средств измерений, испытаний и контроля» разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности СПО 27.02.06 Контроль работы измерительных приборов и в соответствии с учебным планом Института среднего профессионального образования ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».

Организация-разработчик: Институт среднего профессионального образования ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».

Разработчик:
Васильева И.Н., преподаватель ИСПО.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	стр. 4
2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ	5
3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ	6
4. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	20
5. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ	20

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1. Основная характеристика программы

Учебная практика УП.02.01 «Электрорадиоизмерительная» входит в состав профессионального модуля ПМ.02. «Осуществление метрологической экспертизы средств измерений, испытаний и контроля» и реализуется на 3 курсе для обучающихся по специальности 27.02.06 «Метрология». Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта для СПО по специальности 27.02.06 «Контроль работы измерительных приборов», утвержденным приказом Минобрнауки РФ от 09.12.2016 г. № 1570, и действующими учебными планами ИСПО СПбПУ.

Программа практики предусматривает изучение методик выполнения измерений метрологическими техническими средствами.

1.2. Цели и задачи учебной практики:

С целью овладения видом профессиональной деятельности «Осуществление метрологической экспертизы средств измерений, испытаний и контроля» по специальности «Контроль работы измерительных приборов» обучающийся в ходе освоения учебной практики должен

иметь практический опыт:

- эксплуатации метрологических технических средств, устройств и вспомогательного оборудования.

1.3. Количество часов на освоение учебной практики: 108 часов.

1.4. Требования к результатам учебной практики.

В результате прохождения учебной практики по ВПД обучающийся должен освоить:

ВПД	Профессиональные компетенции
Осуществление метрологической экспертизы средств измерений, испытаний и контроля»	ПК 2.1 Проводить поверку (регулировку) средств измерений для обеспечения единства измерений в соответствии с требованиями нормативной и технической документации; ПК 2.3. Выполнять точные и особо точные измерения для определения действительных значений контролируемых параметров.

1. 5. Формы контроля:

Дифференцированный зачет по УП.02.01

1.6. Содержательная характеристика программы

Программа учебной практики УП.02.01 для специальности 27.02.06 состоит из 8 тем и проводится 108 часов:

Тема 1. Расширение пределов измерения амперметра и вольтметра;
Тема 2. Цифровые приборы;
Тема 3. Комбинированные приборы;
Тема 4. Выбор места включения приборов;
Тема 5. Генератор сигналов сложной формы;
Тема 6. Многократные равноточные измерения;
Тема 7. Измерение режимов и параметров электрорадиотехнических устройств;

Тема 8. Измерение напряжений различной формы.

Основными формами занятий по предмету являются практические занятия, проводимые в комплексной лаборатории практик ИСПО.

Перед началом выполнения практической работы проводится устный опрос по порядку проведения работы.

Учет текущей успеваемости обучающихся по учебной практике УП 02.01 проводится ежедневно, оценка защиты выполненной работы проводится по пятибалльной системе.

2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

УП 02.01 «Электрорадиоизмерительная» для специальности
27.02. 06 «Контроль работы измерительных приборов»

Наименование разделов и тем	Максимальная учебная нагрузка студента (час)	Количество аудиторных часов при очной форме обучения			Самостоятельная работа студента
		Всего	Лаб работы	Практич. работы	
Тема 1. Расширение пределов измерения амперметра и вольтметра	12	12		12	
Тема 2. Цифровые приборы;	18	18		18	
Тема 3. Комбинированные приборы	6	6		6	
Тема 4 Выбор места включения приборов	12	12		12	
Тема 5. Генератор сигналов сложной формы	6	6		6	
Тема 6. Многократные равноточные измерения	6	6		6	
Тема 7. Измерение режимов и параметров электрорадиотехнических устройств	36	36		36	
Тема 8. Измерение напряжений	6	6		6	

различной формы					
Дифференцированный зачет по УП.02.01	6	6		6	
Итого:	108	108		108	

3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ УП 02.01 «Электрорадиоизмерительная»

Состоит из 8 тем, по которым проводятся 17 практических работ. Для каждой работы разработано методическое пособие с описанием порядка ее проведения.

Тема 1 Расширение пределов измерения амперметра и вольтметра.

По данной теме проводится 2 практические работы:

Тема 1.1 Назначение шунтов. Методика расчёта шунта. Исследование микроамперметра с подключёнными шунтами

Обучающийся должен:

Знать:

- методику расчета сопротивления шунта для нового предела измерения амперметра;
- правила подключения шунта к прибору в режиме амперметра;
- технические и метрологические характеристики применяемых приборов: микроамперметра М265, цифрового вольтметра В7-22 и вспомогательного оборудования: магазина сопротивлений Р 4834 и источника питания 15В.

Уметь:

Выполнять наладку и регулировку:

- прибора М265 в режиме измерения тока;
- цифрового вольтметра В7-22 в режиме измерения тока и сопротивления;
- вспомогательного оборудования: магазина сопротивлений Р 4834 и источника питания 15В.

Производить монтаж схемы подключения сопротивления шунта и источника питания к прибору М 265.

Эксплуатировать используемые приборы и вспомогательное оборудование:

- применять прибор В7-22 в режиме омметра для контроля правильности установки сопротивления шунта на магазине сопротивлений Р 4834;
- подбирать на источнике питания значение напряжения, вызывающее полное отклонение стрелки прибора М 265;
- контролировать прибором В7-22 в режиме амперметра величину тока нового предела измерения.

Осуществлять обработку результатов измерений:

- рассчитывать абсолютную и относительную и погрешность измерения тока нового предела исследуемого прибора М 265.

Контролировать техническое состояние: микроамперметра М265 и цифрового вольтметра В7-22 во время проведения измерений тока.

Виды работ: практическое занятие

Контроль при проведении практической работы: наблюдение за выполнением студентом практической работы правильно, в полном объеме и в установленные сроки.

Тема 1.2 Назначение добавочных сопротивлений. Методика расчёта добавочного сопротивления. Исследование микроамперметра с подключёнными добавочными сопротивлениями

Обучающийся должен

Знать:

- методику расчета добавочного сопротивления для нового предела измерения напряжения;
- правила подключения добавочного сопротивления к прибору в режиме вольтметра;
- технические и метрологические характеристики применяемых приборов: микроамперметра М265, цифрового вольтметра В7-22 и вспомогательного оборудования: магазина сопротивлений Р 4834 и источника питания 15В.

Уметь:

Выполнять наладку и регулировку:

- микроамперметра М265 в режиме измерения напряжения;
- цифрового вольтметра В7-22 в режиме измерения напряжения и сопротивления;
- вспомогательного оборудования: магазина сопротивлений Р 4831 и источника питания 15В.

Производить монтаж схемы подключения добавочного сопротивления и источника питания к прибору М 265.

Эксплуатировать используемые приборы и вспомогательное оборудование:

- применять прибор В7-22 в режиме омметра для контроля правильности установки добавочного сопротивления на магазине сопротивлений Р 4834;
- подбирать на источнике питания значение напряжения, вызывающее полное отклонение стрелки прибора М 265;
- контролировать прибором В7-22 в режиме вольтметра величину напряжения нового предела измерения.

Осуществлять обработку результатов измерений:

- рассчитывать абсолютную и относительную и погрешность измерения напряжения нового предела исследуемого прибора М 265;

Контролировать техническое состояние: микроамперметра М265 и цифрового вольтметра В7-22 во время проведения измерений напряжения

Виды работ: практическое занятие

Контроль при проведении практической работы: наблюдение за выполнением студентом практической работы правильно, в полном объеме и в установленные сроки.

Тема 2 Цифровые приборы

По данной теме проводится 3 практические работы:

Тема 2.1 Исследование режимов работы и параметры АЦП цифрового вольтметра ВР 11

Обучающийся должен:

Знать:

- назначение и принцип действия аналого-цифрового преобразователя (АЦП) цифрового вольтметра ВР-11;
- технические и метрологические характеристики применяемых приборов: вольтметра ВР-11, осциллографа С1-220 и вспомогательного оборудования - источника питания Б5-44А.

Уметь:

Выполнять наладку и регулировку:

- цифрового вольтметра ВР-11 для измерения постоянного напряжения;
- электронного осциллографа С1-220 в двухканальном режиме;
- вспомогательного оборудования: источника питания Б5-44А.

Эксплуатировать приборы и вспомогательное оборудование:

- измерять цифровым вольтметром ВР-11 различные уровни постоянного напряжения, устанавливаемые на источнике питания Б5-44А;
- подключать электронный осциллограф С1-220 в двухканальном режиме к различным точкам схемы АЦП и зарисовывать осциллограммы напряжений;

Осуществлять обработку результатов измерений:

- проводить анализ по осциллограммам правильности работы АЦП при различных значениях измеряемого напряжения;

Контролировать техническое состояние: вольтметра ВР-11 и осциллографа С1-220 во время проведения измерений.

Виды работ: практическое занятие

Контроль при проведении практической работы: наблюдение за выполнением студентом практических работ правильно, в полном объеме и установленные сроки

Тема 2.2 Исследование режимов работы и параметры УПТ цифрового вольтметра

Обучающийся должен:

Знать:

- назначение и принцип действие усилителя постоянного тока (УПТ) цифрового вольтметра В7-27;

- технические и метрологические характеристики применяемых приборов: мультиметра U3606A, цифрового вольтметра В7-27А/1, осциллографа С1- 220 и вспомогательного оборудования – источников питания $\pm 10\text{В}$.

Уметь:

Выполнять наладку и регулировку:

- цифрового вольтметра В7-27 для измерения постоянного напряжения;
- электронного осциллографа С1-220 для работы в одноканальном режиме;
- цифрового мультиметра U3036A в режиме источника питания;
- источников питания $\pm 10\text{В}$.

Эксплуатировать приборы и вспомогательное оборудование:

- подключать источники питания (+10В) и (-10В) к схеме УПТ;
- подключать напряжение (+1В) источника питания мультиметра U3606A на вход схемы УПТ;
- измерять цифровым вольтметром В7-27А/1 значения постоянного напряжения на входах и выходах функциональных узлов схемы УПТ;
- подключать электронный осциллограф С1-220 к входам и выходам функциональных узлов схемы УПТ и зарисовывать осциллограммы.

Осуществлять обработку результатов измерений:

- по результатам измерений провести анализ работы схемы УПТ по постоянному току;
- по осциллограммам определить амплитуду и период сигналов;

Контролировать техническое состояние цифрового вольтметра В7-27А/1 и осциллографа С1-220 во время проведения измерений.

Виды работ: практическое занятие

Контроль при проведении практической работы: наблюдение за выполнением студентом практических работ правильно, в полном объеме и установленные сроки.

Тема 2.3 Исследование режимов работы и параметры функциональных схем цифроаналогового преобразователя

Обучающийся должен:

Знать:

- назначение и принцип действие основных функциональных узлов цифро-аналогового преобразователя (ЦАП);
- технические и метрологические характеристики мультиметра АРРА 205 и источника питания БП-5.

Уметь:

Выполнять наладку и регулировку:

- мультиметра АРРА 205 в режиме измерения постоянного напряжения;
- источника питания БП-5.

Эксплуатировать приборы и вспомогательное оборудование:

- подключать источник питания БП-5 к схеме ЦАП;
- измерять мультиметром АРРА 205 значения постоянного напряжения на входах и выходах функциональных узлов ЦАП.

Осуществлять обработку результатов измерений:

- присваивать высокому уровню напряжения значение логической «1», а низкому – значение логического «0» и заносить их в таблицы истинности;
- анализировать по таблицам истинности правильность работы функциональных узлов ЦАП.

Контролировать техническое состояние мультиметра АРРА 205 во время проведения измерений.

Виды работ: практическое занятие

Контроль при проведении практической работы: наблюдение за выполнением студентом практических работ правильно, в полном объеме и установленные сроки

Тема 3 Комбинированные приборы

По данной теме проводится 1 практическая работа.

Тема 3.1 Исследование режимов работы и параметры источника питания комбинированными приборами

Обучающийся должен:

Знать:

- назначение и принцип действия стабилизированного источника питания;
- технические и метрологические характеристики комбинированных приборов: аналогового вольтметра В7-26, цифрового мультиметра U3401A, тестера Ц 4380М и вспомогательного оборудования: автотрансформатора ЛАТРа СИИП-3.

Уметь:

Выполнять наладку и регулировку приборов и вспомогательного оборудования:

- комбинированных приборов В7-26, U3401A и Ц4380М в режимах измерения постоянного и переменного напряжения;
- комбинированных приборов U3401A и Ц4380М в режимах измерения постоянного тока;
- вспомогательного оборудования – автотрансформатора (ЛАТР).

Эксплуатировать приборы и вспомогательное оборудование:

- измерять приборами В7-26, U3401A и Ц4380 переменное напряжение на выходах вторичных обмоток трансформатора при различных значениях напряжения сети (180В, 220В и 240В), получаемых при помощи ЛАТРа;
- измерять приборами В7-26, U3401A и Ц4380 постоянное напряжение на входах и выходах различных функциональных узлов источника питания при различных значениях напряжения сети (180В, 220В и 240В), получаемых при помощи ЛАТРа;

- измерять приборами U3401A и Ц4380 постоянный ток стабилизатора при различных значениях напряжения сети (180В, 220В и 240В), получаемых при помощи ЛАТРа.

Осуществлять обработку результатов измерений

- рассчитывать относительную погрешность измерения постоянного и переменного напряжения приборов В7-26 и Ц4380М и погрешность измерения тока Ц4380М.

Контролировать техническое состояние комбинированных приборов В7-26, U 3401A, Ц4380М во время проведения измерений.

Виды работ: практическое занятие

Контроль при проведении практической работы: наблюдение за выполнением студентами практической работы правильно, в полном объеме и в установленные сроки.

Тема 4 Выбор места включения приборов

По данной теме проводится 2 практические работы.

Тема 4.1 Определение принципов выбора места подключения электроизмерительных приборов в режиме амперметра

Обучающийся должен:

Знать:

- принцип действия электрической схемы макета мультивибратора с усилителем;
- принцип выбора места подключения к электронным схемам электроизмерительных приборов в режиме амперметра;
- требование к значению входного сопротивления прибора в режиме амперметра;
- технические и метрологические характеристики применяемых приборов: цифрового мультиметра U3401A, тестера Ц4380М и вспомогательного оборудования: источника питания 15В.

Уметь:

Выполнять наладку и регулировку приборов и вспомогательного оборудования:

- приборов U3401A и Ц4380М в режимах измерения постоянного тока;
- вспомогательного оборудования: источника питания 15В.

Эксплуатировать приборы и вспомогательное оборудование:

- измерять приборами U3401A и Ц4380М постоянный ток в цепях базы, эмиттера и коллектора транзистора выходного усилителя при различных значениях напряжения питания (+ 5,5 В и 6,5 В), подаваемых от источника питания;

Осуществлять обработку результатов измерений

- рассчитывать относительную погрешность измерения постоянного тока прибором Ц4380М.

Контролировать техническое состояние приборов U 3401A, Ц4380М во время проведения измерений постоянного тока.

Виды работ: практическое занятие

Контроль при проведении практической работы: наблюдение за выполнением студентами практической работы правильно, в полном объеме и в установленные сроки.

Тема 4.2 Определение принципов выбора места подключения электроизмерительных приборов в режиме вольтметра

Обучающийся должен:

Знать:

- принцип действия электрической схемы макета мультивибратора с усилителем;
- принцип выбора места подключения к электронным схемам электроизмерительных приборов в режиме вольтметра;
- требование к значению входного сопротивления прибора в режиме вольтметра;
- технические и метрологические характеристики применяемых приборов: аналогового вольтметра В3-38, цифрового мультиметра U3401A, тестера Ц 4380М, осциллографа С1-220 и вспомогательного оборудования: источника питания 15В.

Уметь:

Выполнять наладку и регулировку приборов и вспомогательного оборудования:

- приборов В3-38, U3401A и Ц4380М в режимах измерения переменного напряжения;
- приборов U3401A и Ц4380М в режимах измерения постоянного напряжения;
- осциллографа С1-220 в одноканальном режиме;
- источника питания 15В.

Эксплуатировать приборы и вспомогательное оборудование:

- измерять приборами В3-38, U3401A и Ц4380М переменное напряжение на входах и выходах элементов электронной схемы при различных значениях напряжения питания (+ 5,5В и 6,5В), подаваемых от источника питания;
- измерять приборами U3401A и Ц4380М постоянное напряжение на входах и выходах элементов электронной схемы при различных значениях напряжения питания (+ 5,5В и 6,5В), подаваемых от источника питания;
- подключать осциллограф С1-220 к входам и выходам функциональных узлов мультивибратора и усилителя и зарисовывать осциллограммы.

Осуществлять обработку результатов измерений

- рассчитывать относительную погрешность измерения постоянного напряжения прибора Ц4380М;

- рассчитывать относительную погрешность измерения переменного напряжения приборов ВЗ-38 и Ц4380М;
- по осциллограммам определить амплитуду, период и длительность импульса входных и выходных сигналов мультивибратора и усилителя.

Контролировать техническое состояние приборов ВЗ-38, У 3401А, Ц4380М во время проведения измерений постоянного и переменного напряжения.

Виды работ: практическое занятие

Контроль при проведении практической работы: наблюдение за выполнением студентами практической работы правильно, в полном объеме и в установленные сроки.

Тема 5 Генератор сигналов сложной формы

По данной теме проводится 1 практическая работа.

Тема 5.1 Исследование сигналов сложной формы осциллографом и цифровым мультиметром

Обучающийся должен:

Знать:

- назначение и принцип действия генератора сигналов сложной формы Г6-45/1;
- технические и метрологические характеристики генератора Г6-45/1, цифрового мультиметра У3401А и осциллографа С1-220.

Уметь:

Выполнять наладку и регулировку приборов и вспомогательного оборудования:

- генератора Г6-45/1 в режиме генерирования 4-х нормированных форм сигналов;
- генератора Г6-45/1 в режиме генерирования ненормированных форм сигналов;
- мультиметра У3401А в режиме измерения переменного напряжения;
- осциллографа С1-220 в одноканальном режиме.

Эксплуатировать приборы и вспомогательное оборудование:

- провести автокалибровку генератора Г6-45/1;
- задавать частоту и амплитуду для каждой из 4-х видов нормированных форм сигналов с помощью органов управления на лицевой панели генератора Г6-45/1;
- зарисовать осциллограммы для каждой из 4-х видов нормированных форм сигналов;
- измерять У3401А среднеквадратическое значение переменного напряжения для каждой из 4-х видов нормированных форм сигналов;
- задавать коды для 3-х видов форм ненормированных сигналов и зарисовывать их осциллограммы.

Осуществлять обработку результатов измерений

- рассчитывать коэффициент амплитуды для каждого из 4-х видов нормированных форм сигналов и сравнивать его значение с табличными для каждой формы;

- по осциллограммам для каждого из 4-х видов нормированных форм сигналов определить период, рассчитать по нему частоту и сравнивать ее значение с установленными для каждой формы.

Контролировать техническое состояние генератора Г6-45/1, мультиметра U3401A, осциллографа С1-220 во время проведения измерений.

Виды работ: практическое занятие

Контроль при проведении практической работы: наблюдение за выполнением студентами практической работы правильно, в полном объеме и в установленные сроки.

Тема 6 Многократные равноточные измерения

По данной теме проводится 1 практическая работа.

Тема 6.1 Обработка результатов многократных равноточных измерений

Обучающийся должен

Знать:

- назначение и принцип действия макета генератора случайных чисел;
- методику обработки многократных равноточных измерений;
- технические и метрологические характеристики мультиметра APPA 205 и осциллографа С1-220.

Уметь:

Выполнять наладку и регулировку приборов и вспомогательного оборудования:

- мультиметра APPA 205 в режиме измерения постоянного напряжения;
- мультиметра APPA 205 в режиме измерения частоты;
- осциллографа С1-220 в одноканальном режиме.

Эксплуатировать приборы и вспомогательное оборудование:

- измерять мультиметром APPA 205 постоянное напряжение на входах и выходах функциональных узлов генератора случайных чисел;
- подключать осциллограф к входам и выходам функциональных узлов генератора случайных чисел и зарисовывать осциллограммы;
- подключая поочередно сначала 12, затем 20 конденсаторов, измерять мультиметром APPA 205 частоту на выходе генератора случайных чисел.

Осуществлять обработку результатов измерений:

- по 20-ти измерениям определить число попаданий в каждый из 9-ти интервалов, расположенных между минимальным и максимальным значениями измеренных частот;
- построить гистограмму числа попаданий и определить по ней закон распределения вероятностей;
- рассчитать для 12-ти и 20-ти измерений среднеарифметическое значение частоты;
- рассчитать для 12-ти и 20-ти измерений среднеквадратическое отклонение от среднего арифметического;
- определить с вероятностью 0,67 значение частоты для числа измерений 12 и 20;
- рассчитать для 12-ти и 20-ти измерений погрешность ряда измерений и построить график его зависимости от числа измерений.

Контролировать техническое состояние мультиметра APPA 205, осциллографа С1-220 во время проведения измерений.

Виды работ: практическое занятие

Контроль при проведении практической работы: наблюдение за выполнением студентами практической работы правильно, в полном объеме и в установленные сроки.

Тема 7 Измерение режимов и параметров электрорадиотехнических устройств

По данной теме проводится 6 практических работ.

Тема 7.1 Исследование режимов работы и параметров различных выпрямительных схем

Обучающийся должен

Знать:

- принцип действия электрической схемы макета 5-ти типов выпрямительных схем;
- технические и метрологические характеристики применяемых приборов: аналоговых вольтметров ВЗ-38 и В7-17, цифрового вольтметра В7-27А/1, осциллографа С1-117/1 и вспомогательного оборудования: автотрансформатора ЛАТР-1,25.

Уметь:

Выполнять наладку и регулировку приборов и вспомогательного оборудования:

- приборов ВЗ-38 и В7-27А/1 в режимах измерения переменного напряжения;
- приборов В7-17 и В7-27А/1 в режимах измерения постоянного напряжения;
- осциллографа С1-117/1 в одноканальном режиме;

- вспомогательного оборудования: ЛАТР – 1,25.

Эксплуатировать приборы и вспомогательное оборудование:

- измерять приборами В3-38 и В7-27А/1 переменное напряжение на входах и выходах 5-ти типов выпрямительных схем при различных значениях напряжения питания (180В, 220В, 240В), подаваемых от ЛАТР – 1,25;

- измерять приборами В7-17 и В7-27А/1 постоянное напряжение на выходах 5-ти типов выпрямительных схем при различных значениях напряжения питания (180 В, 220 В, 240 В), подаваемых от ЛАТР – 1,25;

- подключать осциллограф С1- 117/1 к выходам 4-ти типов выпрямительных схем и зарисовывать осциллограммы.

Осуществлять обработку результатов измерений

- определить по осциллограммам амплитуду и период выходных сигналов 4-х типов выпрямительных схем;

Контролировать техническое состояние вольтметров В7-17, В3-38, В7-27А/1, осциллографа С1- 117/1 во время проведения измерений.

Виды работ: практическое занятие

Контроль при проведении практической работы: наблюдение за выполнением студентами практической работы правильно, в полном объеме и в установленные сроки.

Тема 7.2 Исследование режимов работы и параметры усилительных каскадов низкой и высокой частоты радиоприемника

Обучающийся должен

Знать:

- принцип действия электрической схемы макета радиоприемника;
- технические и метрологические характеристики применяемых приборов: аналоговых вольтметров В3-38 и В7-17, цифрового вольтметра В7-27А/1, осциллографа С1-117/1, генератора Г4-102 и вспомогательного оборудования: источника питания 15В.

Уметь:

Выполнять наладку и регулировку приборов и вспомогательного оборудования:

- приборов В3-38 и В7-27А/1 в режимах измерения переменного напряжения;

- приборов В7-17 и В7-27А/1 в режимах измерения постоянного напряжения;

- осциллографа С1-117/1 в одноканальном режиме;

- генератора Г4-102 в режиме внутренней модуляции ВЧ сигнала;

- вспомогательного оборудования: источника питания 15В.

Эксплуатировать приборы и вспомогательное оборудование:

- устанавливать на выходе генератора требуемое значение ВЧ частоты, глубины модуляции, вида модуляции и величины напряжения;

- измерять приборами В3-38 и В7-27А/1 переменное напряжение на входах и выходах усилительных каскадов высокой и низкой частоты радиоприемника при различных значениях напряжения питания (10В и 15В), подаваемых от источника питания 15В;

- измерять приборами В7-17 и В7-27А/1 постоянное напряжение на входах и выходах усилительных каскадов высокой и низкой частоты радиоприемника при различных значениях напряжения питания (10В и 15В), подаваемых от источника питания 15В;

- подключать осциллограф С1-117/1 к входам и выходам усилительных каскадов низкой и высокой частоты радиоприемника и зарисовывать осциллограммы.

Осуществлять обработку результатов измерений

- определить по осциллограммам амплитуду и период входных и выходных сигналов усилительных каскадов низкой и высокой частоты радиоприемника;

- по результатам проведенных измерений построить графики амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) и амплитудной характеристики (АХ) радиоприемника;

- определить по АЧХ значение полосы пропускания радиоприемника,

Контролировать техническое состояние вольтметров В7-17, В3-38, В7-27А/1, осциллографа С1-117/1, генератора Г4-102 во время проведения измерений.

Виды работ: практическое занятие

Контроль при проведении практической работы: наблюдение за выполнением студентами практической работы правильно, в полном объеме и в установленные сроки.

Тема 7.3 Исследование влияния температуры на параметры интегральных микросхем

Обучающийся должен

Знать:

- принцип действия электрической схемы мультивибратора К2ГФ181;
- структурную схему испытательной установки для нагрева 10-ти микросхем К2ГФ181;

- методику усредненных параметров для расчета погрешности изменения частоты при изменении температуры от +30 до +70°С.

- требования технических условий (ТУ) на микросхему К2ГФ181 на величину погрешности изменения частоты;

- технические и метрологические характеристики применяемых приборов: цифрового вольтметра В7-27А/1, осциллографа С1- 220, частотомера ЧЗ-57 и вспомогательного оборудования: источника питания 15В и испытательной установки.

Уметь:

Выполнять наладку и регулировку приборов и вспомогательного оборудования:

- прибора В7-27А/1 в режимах измерения температуры;
- приборов В7-27А/1 в режимах измерения постоянного напряжения;
- осциллографа С1- 220 в одноканальном режиме;
- частотомер ЧЗ-57 в режиме измерения частоты;
- вспомогательного оборудования: источника питания 15В и испытательной установки.

Эксплуатировать приборы и вспомогательное оборудование:

- измерять прибором В7-27А/1 поочередно постоянное напряжение на коллекторных выходах 10-ти микросхем;
- измерять прибором В7-27А/1 температуру внутри термостата испытательной установки;
- измерять частотомером ЧЗ-57 частоту сигнала сначала на выходе эталонной микросхемы, а затем на выходах 10-ти микросхем через 5 градусов до 70;
- подключать осциллограф С1- 220 к выходу эталонной микросхемы и зарисовать осциллограмму.

Осуществлять обработку результатов измерений

- рассчитать по проведенным измерениям среднеарифметическое значение коллекторных напряжений 10-ти микросхем;
- рассчитать для каждого значения температуры среднеарифметическое значение частоты 10 микросхем;
- рассчитать по методике усредненных параметров погрешность изменения частоты и сделать вывод о ее соответствии требованию ТУ;
- определить по осциллограммам период выходного сигнала эталонной микросхемы и рассчитать по нему частоту;

Контролировать техническое состояние вольтметров В7-27А/1, осциллографа С1-220, частотомера ЧЗ-57 во время проведения измерений.

Виды работ: практическое занятие

Контроль при проведении практической работы: наблюдение за выполнением студентами практической работы правильно, в полном объеме и в установленные сроки.

Тема 7.4 Регулировка транзисторов в схеме усилителя низкой частоты

Обучающийся должен

Знать:

- принцип действия электрической схемы двухкаскадного усилителя НЧ;
- критерии выбора оптимального режима работы усилительного каскада;
- технические и метрологические характеристики применяемых приборов: цифрового мультиметра U3401А, аналогового вольтметра ВЗ-38А, генератора НЧ ГЗ-106, осциллографа С1- 220 и вспомогательного оборудования: источника питания 15В.

Уметь:**Выполнять наладку и регулировку приборов и вспомогательного оборудования:**

- мультиметр U3401A в режимах измерения постоянного и переменного напряжения;
- вольтметра В7-38А в режимах измерения переменного напряжения;
- осциллографа С1- 220 в одноканальном режиме;
- генератора ГЗ-106 в режиме синусоидального напряжения;
- вспомогательного оборудования: источника питания 15В.

Эксплуатировать приборы и вспомогательное оборудование:

- устанавливать на выходе генератора ГЗ-106 требуемое значение частоты, величины напряжения и вида сигнала;
- измерять мультиметром U3401A постоянное напряжение на базовых и коллекторных выходах транзисторов 1-го и 2-го каскадов усилителя НЧ;
- измерять мультиметром U3401A значение переменного напряжения на входе усилителя, подаваемое с генератора НЧ ГЗ-106;
- измерять вольтметром ВЗ-38 значение переменного напряжения на выходе 1-го и 2-го каскадов усилителя;
- подключать осциллограф С1- 220 к коллекторным выходам транзисторов 1-го и 2-го каскадов усилителя и зарисовать осциллограммы.
- снять амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) усилителя в диапазоне частот от 50 Гц до 30 кГц при входном напряжении 0,1В;
- снять амплитудную характеристику (АХ) в диапазоне входных напряжений от 20 мВ до 350 мВ на частоте 1000 Гц;

Осуществлять обработку результатов измерений

- определить для 1-го каскада величину базового напряжения, которому соответствует максимальный коэффициент усиления и минимальные искажения выходного сигнала, и установить его;
- определить для 2-го каскада величину базового напряжения, которому соответствует максимальный коэффициент усиления и минимальные искажения выходного сигнала, и установить его;
- по результатам проведенных измерений построить графики амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) и амплитудной характеристики (АХ) усилителя НЧ;

Контролировать техническое состояние: мультиметра U3401A, вольтметра ВЗ-38А, осциллографа С1-220, генератора НЧ ГЗ-106 во время проведения измерений.

Виды работ: практическое занятие

Контроль при проведении практической работы: наблюдение за выполнением студентами практической работы правильно, в полном объеме и в установленные сроки.

Тема 7.5 Исследование режимов работы и параметров делителя частоты электронным осциллографом

Обучающийся должен

Знать:

- принцип действия электрической схемы делителя частоты;
- технические и метрологические характеристики применяемых приборов: генератор НЧ ГЗ- 36А, осциллографа С1- 117/1 и вспомогательного оборудования: источника питания 15В.

Уметь:

Выполнять наладку и регулировку приборов и вспомогательного оборудования:

- генератора ГЗ-36А в режиме синусоидального напряжения;
- осциллографа С1- 117/1 в одноканальном режиме;
- вспомогательного оборудования: источника питания 15В.

Эксплуатировать приборы и вспомогательное оборудование:

- устанавливать на выходе генератора ГЗ-36А заданное значение частоты, величины и вида выходного напряжения;
- подключать осциллограф С1- 117/1 к входам и выходам функциональных узлов делителя частоты и зарисовать осциллограмму.

Осуществлять обработку результатов измерений

- определить по осциллограммам амплитуду и временные параметры входных и выходных сигналов функциональных узлов делителя частоты;
- рассчитать погрешность измерения осциллографом временных параметров сигналов.

Контролировать техническое состояние осциллографа С1- 117/1, генератора НЧ ГЗ-36А во время проведения измерений.

Виды работ: практическое занятие

Контроль при проведении практической работы: наблюдение за выполнением студентами практической работы правильно, в полном объеме и в установленные сроки.

Тема 7.6 Исследование режимов работы и параметров делителя частоты электронно-счетным частотомером

Обучающийся должен

Знать:

- принцип действия электрической схемы делителя частоты;
- технические и метрологические характеристики применяемых приборов: генератор НЧ ГЗ- 36А, электронно-счетного частотомера ЧЗ-32 и вспомогательного оборудования: источника питания 15В.

Уметь:

Выполнять наладку и регулировку приборов и вспомогательного оборудования:

- генератора ГЗ-36А в режиме синусоидального напряжения;

- частотомера ЧЗ-32 в режимах измерения частоты и временных параметров сигналов;

- вспомогательного оборудования: источника питания 15В.

Эксплуатировать приборы и вспомогательное оборудование:

- измерять частотомером ЧЗ-32 частоту и временные параметры входных и выходных сигналов функциональных узлов делителя частоты;

- измерять частотомером ЧЗ-32 отношение частот на входе и выходе делителя частоты.

Осуществлять обработку результатов измерений

- по результатам измерения частот на входе и выходе делителя частоты рассчитать их отношение и сравнить с измеренным;

Контролировать техническое состояние частотомера ЧЗ-32, генератора НЧ ГЗ-36А во время проведения измерений.

Виды работ: практическое занятие

Контроль при проведении практической работы: наблюдение за выполнением студентами практической работы правильно, в полном объеме и в установленные сроки.

Тема 8 Измерение напряжений различной формы

По данной теме проводится 1 практическая работа.

Тема 8.1 Методика выбора коэффициента пересчёта показания приборов в зависимости от формы измеряемого напряжения. Проведение измерений вольтметрами с различными детекторами

Обучающийся должен

Знать:

- технические и метрологические характеристики применяемых приборов: аналоговых вольтметров ВЗ-28, Ф 517, ВЗ-6, генератора НЧ ГЗ- 106, генератора пилообразного сигнала СИИП-3, осциллографа С1-220.

Уметь:

Выполнять наладку и регулировку приборов и вспомогательного оборудования:

- генератора ГЗ- 106 в режимах синусоидального и прямоугольного напряжений;

- генератора СИИП-3 в режиме пилообразного напряжения;

- аналоговых вольтметров ВЗ-28, Ф 517, ВЗ-6 в режимах измерения синусоидального, прямоугольного и прямоугольного напряжений;

- осциллографа С1-220 в одноканальном режиме.

Эксплуатировать приборы и вспомогательное оборудование:

- установить на выходе генератора ГЗ-106 синусоидальный сигнал с заданной частотой и величиной выходного напряжения, подать его на вход осциллографа С1-220 и зарисовать осциллограмму;

- подавать поочередно на вольтметры от генератора НЧ ГЗ-106 синусоидальный сигнал заданной частоты и амплитуды;

- измерять параметры синусоидального сигнала вольтметром ВЗ-28: амплитудное U_m , среднеквадратическое U , среднее U_{cp} , вольтметром Ф 517: среднее U_{cp} , вольтметром ВЗ-6: среднеквадратическое U ;

- установить на выходе генератора ГЗ-106 прямоугольный сигнал с заданной частотой и величиной выходного напряжения, подать его на вход осциллографа С1-220 и зарисовать осциллограмму;

- подавать поочередно на вольтметры ВЗ- 28, Ф 517, ВЗ-6 от генератора НЧ ГЗ-106 прямоугольный сигнал заданной частоты и амплитуды и измерять его значение;

- подать с выхода генератора СИИП-3 пилообразный сигнал на вход осциллографа С1-220 и зарисовать осциллограмму;

- подавать поочередно вольтметры ВЗ-28, Ф 517, ВЗ-6 от генератора СИИП-3 пилообразный сигнал и измерить его значение;

Осуществлять обработку результатов измерений

- определить по осциллограммам синусоидального, прямоугольного и пилообразного сигналов амплитуду и период, а для прямоугольного сигнала амплитуду, период, длительность импульса и рассчитать скважность;

- по результатам измерения параметров синусоидального сигнала для вольтметра Ф 517 по измеренному среднему значению U_{cp} рассчитать по коэффициенту формы для синусоидального сигнала амплитудное значение U_m и по коэффициенту амплитуды для синусоидального рассчитать среднеквадратическое значение U ;

- по результатам измерения параметров синусоидального сигнала для вольтметра ВЗ-6 по измеренному среднеквадратическому значению U рассчитать по коэффициенту амплитуды для синусоидального сигнала амплитудное значение U_m и по коэффициенту формы для синусоидального среднее значение U_{cp} ;

- принимая за эталонные значения показания вольтметра ВЗ-28, рассчитать относительную погрешность измерения U_m , U_{cp} , U синусоидального сигнала вольтметрами Ф 517 и ВЗ-6;

- принимая за эталонные значения показания вольтметра ВЗ-28, рассчитать для синусоидального сигнала приведенную погрешность измерения U_{cp} для вольтметра Ф 517 и приведенную погрешность измерения U для вольтметра ВЗ-6;

- по результатам измерения по коэффициентам пересчета для прямоугольного сигнала рассчитать для каждого вольтметра ВЗ-28, Ф 517, ВЗ-6 амплитуду U_m , среднее значение U_{cp} и среднеквадратическое значение U ;

- принимая за эталонные значения показания вольтметра ВЗ-28, рассчитать относительную погрешность измерения U_m , U_{cp} , U прямоугольного сигнала вольтметрами Ф 517 и ВЗ-6;

- по результатам измерения по коэффициентам пересчета для пилообразного сигнала рассчитать для каждого вольтметра ВЗ-28, Ф 517, ВЗ-6 амплитуду U_m , среднее значение U_{cp} и среднеквадратическое значение U ;

- принимая за эталонные значения показания вольтметра ВЗ-28, рассчитать относительную погрешность измерения U_m , U_{cp} , U пилообразного сигнала вольтметрами Ф 517 и ВЗ-6.

Контролировать техническое состояние вольтметров ВЗ-28, Ф 517, ВЗ-6, генератора НЧ ГЗ-106, генератора СИИП-3, осциллографа С1-220 во время проведения измерений.

Виды работ: практическое занятие

Контроль при проведении практической работы: наблюдение за выполнением студентами практической работы правильно, в полном объеме и в установленные сроки.

4. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Технические описания и инструкции по эксплуатации применяемых приборов и оборудования;
2. И.Н.Васильева. Практика по регулировке радиоэлектронной аппаратуры и приборов. Методические указания по выполнению практических работ, 2018г.

Дополнительная:

- 1 Нефедов В.И. и др. Электрорадиоизмерения, изд. 4-е. – М.: ИНФА-М, 2019г.

5. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

Технические: аналоговые, цифровые и комбинированные электроизмерительные приборы, низкочастотные, высокочастотные и импульсные генераторы, электронные частотомеры и осциллографы.

Наладочные пульты, состоящие из исследуемой схемы с выведенными из нее на переднюю панель контрольными точками.

Наглядные: электрические принципиальные схемы наладочных пультов.