

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Декан РТФ

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

11.03.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

С.1.1.27 Метрология, стандартизация и сертификация

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки  
(специальность)

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Квалификация выпускника

Специалист

(бакалавр/магистр/специалист)

Специализация

Радиолокационные системы и комплексы

Курс 3  
Семестр 6

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	180 / 5	часов/зачетных единиц
Лекции	32	часов
Лабораторные работы	32	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	64	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	80	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	6	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Программу составили:

доцент	РТиМБС	СОГЛАСОВАНО	Г.И. Смирнова
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра радиотехнических и медико-биологических систем

(наименование кафедры)		
22.01.2024	протокол №	6
(дата)		
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Р.Г. Хафизов
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Р.Г. Хафизов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.Н. Дедов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Власов Никита Михайлович, заместитель главного конструктора АО  
Марийский машиностроительный завод - заместитель начальника НТЦ «Коралл»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 12.03.2024 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ОПК-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, и используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-3.1 Знает методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств с применением современных средств измерения и проектирования	<b>знания:</b> Знает методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств с применением современных средств измерения и проектирования <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ОПК-3.2 Умеет подготавливать научные публикации на основе результатов исследований	<b>знания:</b> <b>умения:</b> Умеет подготавливать научные публикации на основе результатов исследований <b>навыки:</b>
	ОПК-3.3 Владеет навыками использования методов решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> Владеет навыками использования методов решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств
2. ОПК-4 Способен проводить экспериментальные исследования и владеть	ОПК-4.1 Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации	<b>знания:</b> Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации <b>умения:</b> <b>навыки:</b>

основными приемами обработки и представления экспериментальных данных	ОПК-4.2 Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования	<b>знания:</b> <b>умения:</b> Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования <b>навыки:</b>
	ОПК-4.3 Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Теоретические основы радиотехники (ОПК-3), Аналоговая схемотехника (ОПК-4)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-3), Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-4)

## Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: дискуссионные, лекционные занятия, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция, лекция с элементами мозгового штурма, проблемная лекция

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Основы метрологии</b>	<b>116</b>	ОПК-3, ОПК-4
Лекция. Теоретические основы метрологии. Роль метрологии, стандартизации, сертификации в профессиональной деятельности бакалавра. Правовые основы метрологии, стандартизации и сертификации. Основные понятия в метрологии. Виды измерений, погрешностей. Методики выполнения измерений	2	
Лекция. Обеспечение единства измерений. Закон РФ "Об обеспечении единства измерений". Понятие	2	

метрологического обеспечения. Способы метрологического обеспечения. Метрологическая цепь передачи размера единиц ФВ. Поверка, калибровка СИ. Метрологические службы.		
Лабораторная работа. Исследование технических характеристик генераторов измерительных сигналов. Поверка генераторов	4	
Лекция. Обработка результатов измерений. Обработка однократных измерений по классу точности прибора. Обработка всех видов многократных (прямых равноточных, неравноочных, косвенных) измерений. Математическое описание случайных погрешностей	6	
Лабораторная работа. Обработка прямых многократных равноточных независимых наблюдений.	4	
Лекция. Методы и средства измерений. Средства измерений их метрологические характеристики. Измерение тока и напряжения. Исследование формы сигналов. Универсальные осциллографы. Метод стробоскопического преобразования для измерения быстротекущих процессов. Измерение цифровыми измерительными приборами типа Rigol. Метод дискретного счета для измерения напряжения, частоты, фазы и т.п. Измерение мощности.	12	
Лабораторная работа. Измерение напряжения аналоговыми вольтметрами	4	
Лабораторная работа. Измерение частоты и интервалов времени цифровыми измерительными приборами	4	
Лабораторная работа. Измерение амплитудных и временных параметров сигналов с помощью универсального осциллографа	4	
Лабораторная работа. Измерения параметров сигналов цифровым осциллографом Rigol	4	
Лабораторная работа. Измерение фазового сдвига	4	
Лекция. Автоматизация измерений . Информационно- измерительные системы и комплексы. Классификация информационно-измерительных систем Микропроцессорные средства измерений. Компьютерноизмерительные системы.	2	
Лабораторная работа. Обработка однократных измерений по классу точности прибора	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР Метрологический контроль и надзор. Закон РФ "Об обеспечении единства измерений". Законы распределения случайной погрешности в метрологии. Методы измерения спектра. Автоматические средства измерений в области разработки и производства радиоэлектронных систем и комплексов. Оформление отчета и подготовка к защите лабораторных работ . Подготовка к тестам.	60	
<b>Основы стандартизации.</b>	<b>14</b>	<b>ОПК-4</b>

Лекция. Основные определения. Объекты стандартизации. Цели и задачи стандартизации. Закон РФ "О стандартизации в РФ". Нормативные документы, действующие на территории РФ. Категории стандартов. Методы стандартизации.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР Закон РФ "О стандартизации в РФ". Национальная и межгосударственная стандартизация. Комплексная и опережающая стандартизация. Комплексы стандартов.	10	
<b>Основы сертификации</b>	<b>14</b>	ОПК-3
Лекция. Основные понятия. Цели и объекты сертификации. Закон РФ "О техническом регулировании". Обязательная и добровольная сертификация. Системы сертификации. Типовая структура системы сертификации. Правила и порядок проведения сертификации.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР Декларирование соответствия. Знаки соответствия и обращения на рынке. Закон РФ "О техническом регулировании". Схемы сертификации.	10	
Иная контактная работа:	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. При освоении теоретической метрологии вначале: - изучаются основные понятия, термины и определения, а затем виды погрешностей и их классификация. При этом необходимо усвоить, что погрешности делятся на систематические и случайные, они отличаются по характеру проявления и учитываются своими особыми методами и приемами; - при изучении систематических погрешностей осваиваются способы их обнаружения и устранения; - при изучении случайных погрешностей, которые проявляются как случайные величины, вначале коротко повторяются основные законы распределения и осваиваются способы получения точечных и интервальных оценок результатов измерений; - изучаются грубые погрешности (промахи) и критерии их исключения из результатов измерений; - далее осваиваются основы теории суммирования случайных и систематических погрешностей и критерии ничтожно малой погрешности; - на основе изученного материала осваиваются практические методы обработки результатов, включая методы прямых многократных, однократных, косвенных, совместных и совокупных измерений. В результате изучения метрологии по указанной последовательности действий студенты смогут грамотно определять погрешность результатов различных видов измерений, различных измерительных каналов независимо от того, каким способом представлены пределы допускаемых погрешностей средств измерений. При освоении практической метрологии изучаются методы и средства измерения основных электротехнических величин, при этом вначале изучаются: - фундаментальная классификация методов измерения; - метрологические характеристики средств измерений; - затем идет изучение методов и средств основных электротехнических величин (методы измерения тока и напряжения, методы измерения сигналов (универсальный осциллограф), метод дискретного счета и т.д.). Изучая разделы стандартизации и сертификации студенты получают представления о

нормативно-правовой основе, основных понятиях, принятых специалистами в этой области, классификации основных документов, а также используемых методов для эффективного решения производственных задач.

Прохождения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Для успешной сдачи зачета необходимо иметь конспект лекций. Подготовка по учебной литературе, имеющейся в библиотеке, где материал дан в значительно большем объеме потребует от студента значительных временных и физических затрат, которых в экзаменационную сессию всегда не хватает. Эту литературу следует использовать в качестве консультанта по неясным вопросам, а также можно использовать в качестве теста – в конце каждой главы имеются контрольные вопросы, позволяющие проверить степень усвоения материала.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Самостоятельная работа заключается в изучении теоретического материала, касающегося современных методов измерения, тренинга компетенций в режиме удаленного доступа, подготовке к лабораторным работам, оформлении отчетов по выполняемым работам, и подготовке к итоговому контролю и экзамену. В ходе изучения дисциплины осуществляется текущий контроль в форме опросов на лекциях, выполнения тестовых заданий, защиты лабораторных работ, контрольных работ, выполнения заданий итогового контроля, а также промежуточный контроль в форме экзамена

Лабораторные работы в группах проводятся в соответствии с расписанием учебных занятий и в течение определенного времени. После окончания этого времени заключается договор на проведение дополнительных занятий. Успешное выполнение лабораторных работ может быть достигнуто в том случае, если экспериментатор отчетливо представляет себе цель эксперимента и ожидаемые результаты, поэтому важным условием обстоятельности проводимых исследований является тщательная подготовка к лабораторной работе. Подготовка к лабораторным работам Подготовка заключается в выполнении следующих положений: -предварительно ознакомиться с графиком выполнения лабораторных работ; – внимательно ознакомиться с описанием соответствующей лабораторной работы и установить, в чем состоят основная цель и задачи работы; – по лекционному курсу и соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной лабораторной работе. Для выполнения лабораторных работ студенческая группа делится на бригады по 3 человека, которые затем распределяются по рабочим местам.

Выполнение лабораторных работ:

1. Перед работой студенты должны предварительно ознакомиться с оборудованием, измерительными приборами, предназначенными для проведения соответствующей лабораторной работы.
2. Провести подключения используемого оборудования в точном соответствии с методическими указаниями.

3. Запись показаний всех приборов в процессе выполнения лабораторной работы следует производить лучше всего сначала на черновике.

Главной целью всего лабораторного практикума является формирование и развитие профессионально значимых качеств. Поэтому, несмотря на то, что работа выполняется бригадой, каждый студент должен научиться пользоваться измерительными приборами, самостоятельно измерять характеристики и оценивать погрешности измерений.

Защита лабораторных работ проводится индивидуально по контрольным вопросам. После выполнения лабораторной работы результаты опыта вместе с простейшими контрольными расчетами предъявляются для проверки преподавателю до окончания работы.

После окончания работы в лаборатории рабочее место должно быть приведено в порядок. В течение всего времени занятий в лаборатории студенты обязаны находиться на своих рабочих местах. Выходить из лаборатории во время занятий можно только с разрешения преподавателя.

Отчета по лабораторным работам должен содержать:

- название лабораторной работы и цель работы;
- теоретическую часть в виде краткого конспекта объемом не более 0,5 страниц, содержащего суть методов измерения изучаемой физической величины, их достоинства и недостатки, область применения или структурные схемы измерительных приборов, их метрологические характеристики, временные диаграммы, поясняющие принцип их работы, или ответы на контрольные вопросы
- экспериментальную часть, содержащую название каждого подраздела работы. В каждом подразделе привести схемы подключения приборов, расчетные формулы, таблицы значений физических величин и погрешностей, осциллограммы и требуемые графики. Схемы, графики и осциллограммы должны быть выполнены на персональном компьютере. Графики должны быть в прямоугольной системе координат, с обязательным нанесением экспериментальных точек, а на осях - измеренных величин;
- выводы, в которых следует описать результаты задания (см. раздел после цели работы в МУ), объяснить полученные результаты по каждому заданию, дать сравнительный анализ методов, привести основные пункты методик выполнения измерений основных параметров и характеристик радиотехнических устройств, объяснить, причины возникновения погрешностей.

Защита лабораторных работ должна быть своевременной. Допускается долг в одну работу. Это значит, что к выполнению следующей работы допускаются студенты, не получившие зачет только по одной работе.

Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ



## 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Иванов, И. А. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] / Иванов И. А., Урушев С. В., Кононов Д. П., Воробьев А. А., Шадрина Н. Ю., Кондратенко В. Г., Под р. И. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 356 с. ISBN 978-5-507-44065-8.	<a href="https://e.lanbook.com/book/208667">https://e.lanbook.com/book/208667</a>
2.	Данилин, А. А. Измерения в радиоэлектронике [Текст] : Учебное пособие для вузов / Данилин А. А., Лавренко Н. С.; Данилин А. А. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 408 с. ISBN 978-5-507-44962-0.	<a href="https://e.lanbook.com/book/254642">https://e.lanbook.com/book/254642</a>
3.	Пухаренко, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация. Интернет-тестирование базовых знаний [Электронный ресурс] : учебное пособие / Пухаренко Ю. В., Норин В. А. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 308 с. ISBN 978-5-8114-2184-8.	<a href="https://e.lanbook.com/book/205964">https://e.lanbook.com/book/205964</a>
4.	Лифиц, Иосиф Моисеевич. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия [Текст] : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / И. М. Лифиц. 12-е изд., перераб. и доп. Москва: Юрайт, 2017. - 314 с. ISBN 978-5-534-02752-5. Экземпляры: всего 20.	20
5.	Шишкин, Геннадий Анатольевич. Метрология, стандартизация и управление качеством [Текст] : учеб. пособие для студентов по специальности 201100 "Радиосвязь, радиовещание и телевидение" / Г. А. Шишкин, А. А. Роженцов, Г. И. Смирнова. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. - 199 с. ISBN 5-8158-0125-9. Экземпляры: всего 38.	38
6.	Смирнова, Галина Ивановна. Метрология, стандартизация и технические измерения [Текст] : [лаб. практикум для студентов вузов по специальности 200800, 220500 и направлениям 551100, 654300] / Г. И. Смирнова, А. А. Роженцов, О. К. Ульрих. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. - 203 с. Экземпляры: всего 97.	97
7.	Дворяшин, Борис Владимирович. Метрология и радиоизмерения [Текст] : [учеб. пособие для вузов по направлению подготовки дипломир. специалистов "Радиотехника"] / Б. В. Дворяшин. Москва: Academia, 2005. - 296, [1] с. ISBN 5-7695-2058-2. Экземпляры: всего 30.	30

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	440 (III)	ГЕНЕРАТОР Г4-158 (1), Генератор ГЗ-109 (1), Генератор сигналов универсальный DG 1022 (1), Генератор сигналов универсальный DG 4102 (1), Измеритель RLC AM-3123 (1), Измеритель уровня электромагнитного фона АТТ-2593 (1), Источник питания DP 1308A (1), Лабораторный комплекс(1стенд+6 пульт.) (1), Лабораторный практикум "Аналоговая и цифровая электроника" (2), Междисциплинарная лабораторная платформа в комплекте с аппаратно-программным контроллером NI ELVIS II +Hardware (2), Мультиметр DM3058E (1), Мультиметр AM-1083 (2), МФУ HP LaserJet M1132 RU (1), Осциллограф цифровой DS 1052E (3), Осциллограф цифровой DS 4054 (1), ПК S404,2 400W/Intel Core i3 540/клав.,мышь,монит. 21,5" VA2248-LED (2), ФАЗОИЗМЕРИТЕЛЬ Ф2-34 (1),	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Справочная правовая система "Консультант Плюс"

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно

Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

#### **Для порогового уровня**

Перечень вопросов для устного и письменного контроля.

1. Дать понятие поверки. Для каких средств измерений она проводится? Как оформляются результаты поверки? Чем отличается первичная поверка от периодической поверки?
2. В чем отличие калибровки от поверки средств измерений? Как оформляются результаты калибровки?
3. Объясните роль поверки в обеспечении единства измерений. Как обеспечивается единство измерений при эксплуатации контрольно-измерительной аппаратуры?
4. Запишите этапы поверки генератора DG1022.
5. Разработать методику поверки на генератор Г5-54.
6. Разработать методику поверки на осциллограф RIGOL DS 1052 E.
7. Разработать методику поверки на мультиметр RIGOL DM 3058 E.

Перечень задач для контроля умений.

1. Приведите методику получения синусоидального сигнала на генераторе DG1022
2. Приведите методику получения АМ сигнала на генераторе DG1022.
3. Приведите методику получения ЧМ сигнала на генераторе DG1022.

4. Приведите методику получения импульсного сигнала на генераторе DG1022
5. Поясните выбор средств измерений для поверки DG1022. Какие требования к ним предъявляются?
6. Вольтметром В7-36 измерено постоянное напряжение 20,5В. Вычислите абсолютную погрешность измерения. На вольтметр В7-36 подано синусоидальное напряжение амплитудой 10В. Какое напряжение должен показать вольтметр?
7. На вольтметр В7-36 подан сигнал прямоугольной формы амплитудой 20В. Какое напряжение должен показать вольтметр?
8. На вольтметр В7-36 подали синусоидальное напряжение амплитудой 20В. Вольтметр показал 16 В. Найдите относительную погрешность измерения. Ответ поясните.

Перечень задач для контроля владения:

1. Перечислите метрологические характеристики измерителей АЧХ, необходимых для выбора типа измерителя. Приведите возможности и характеристики современных измерителей АЧХ
2. Используя результаты исследования АЧХ статическим методом, рассчитайте абсолютную погрешность коэффициента передачи на любой частоте. Погрешность установки напряжения на используемом генераторе -5%, а класс точности прибора Ц4300
3. Можно ли в принципе использовать осциллограф для поверки генератора Г4-102 в разделе установки выходного напряжения. Ответ поясните.

#### **Для продвинутого уровня**

Перечень вопросов для устного и письменного контроля.

1. Дать понятие АЧХ радиотехнических устройств. Для каких радиотехнических устройств необходимо знать АЧХ? Привести укрупненную методику измерения АЧХ статическим методом. Назовите меры, которые необходимо предусмотреть, чтобы погрешность измерения АЧХ данным методом была минимальна.
2. Дать обобщенное понятие методики выполнения измерения. Привести укрупненную методику измерения АЧХ динамическим методом.
3. Нарисуйте структурную схему простейшего измерителя АЧХ. Поясните назначение отдельных блоков. Каким образом в данном устройстве изменяется частота.
4. Объяснить назначение органов управления на блоке ГКЧ.
5. Нарисуйте любую структурную схему аналогового электронного вольтметра для измерения постоянного напряжения. Дополните эту схему с целью измерения переменного напряжения. Поясните назначение каждого блока.
6. На вольтметр В7-36 подали сигнал треугольной амплитудой 20В. Вольтметр показал 15 В. Найдите относительную погрешность измерения. Ответ поясните.
7. Запишите методику измерения постоянного напряжения электронным вольтметром. Результат должен быть представлен в соответствии с требованиями единства измерений.
8. Запишите методику измерения переменного напряжения электронным вольтметром. Результат должен быть представлен в соответствии с требованиями единства измерений.
9. Используя приложения, выберите вольтметр для измерения действующего значения синусоидального сигнала, амплитудой 5В в диапазоне низких частот с точностью до 0,001В. Ответ обоснуйте. Можно ли выбранным вольтметром оценить амплитудное значение сигнала?
10. Приведите возможности и характеристики современных электронных вольтметров.

Перечень задач для контроля умений.

1. Что изменится в вольтметре переменного напряжения, если после входного блока

убрать усилитель?

2. Как необходимо изменить структурную схему электронного вольтметра среднеквадратических значений, чтобы он мог измерять амплитудное значение?
3. Дать сравнительный анализ методов исследования АЧХ. На основе какого из них можно построить компьютерно-измерительную систему, позволяющую исследовать устройства в звуковом диапазоне частот
4. Провести анализ динамической погрешности, рассчитанной при выполнении самостоятельной работы. Назовите причины возникновения динамической погрешности и возможные способы ее уменьшения.
5. Назовите этапы подготовки прибора Х1-46 для проведения измерений.
6. Приведите методику снятия АЧХ на приборе Х1-46, после подготовки его к измерению
7. Запишите этапы установки полосы качания ГКЧ на Х1-46. Приведите другие способы установки полосы качания на измерителях
8. Покажите способы проверки установленного диапазона качания ГКЧ измерителя.

Перечень задач для контроля владений.

1. Разработать методику поверки на генератор Г5-54.
2. Разработать методику поверки на осциллограф RIGOL DS 1052 E.
3. Разработать методику поверки на мультиметр RIGOL DM 3058 E.
4. Что будет на экране осциллографа, если:  
? убрать генератор развертки не будет работать,  
? на вход X подать синусоидальный сигнал;  
? убрать линию задержки?
5. Представить методику измерения амплитуды сигнала универсальным осциллографом. Как обеспечить минимальную погрешность измерения?
6. Записать методику измерения частоты и длительности импульсов осциллографом.
7. Для каких целей нужна внешняя синхронизация в осциллографе? Как ее использовать на практике?
8. Что значит внутренняя синхронизация? Привести последовательность быстрого получения устойчивого изображения с использованием внутренней синхронизации.
9. Пояснить назначение ручек управления на универсальном осциллографе. Как проводить установку нуля обоих каналов?

### **Для высокого уровня**

Перечень вопросов для устного и письменного контроля.

1. Нарисуйте структурную схему генератора Г3-102. Поясните назначение всех его блоков. Что необходимо изменить в структурной схеме, чтобы напряжение на выходе:  
-можно было установить до 20В;  
-можно получить с чувствительностью не хуже 10 В.
2. Объясните назначение ручек управления генератора Г3-102. Дайте понятие методики выполнения измерения. Приведите методику получения сигнала с генератора Г3-102 на осциллографе.
3. Нарисуйте структурную схему генератора Г4-102. Поясните, как формируется необходимый уровень выходного сигнала. Какие метрологические характеристики генератора изменятся, если в схеме убрать дифференциальный УПТ. Назовите источники возникновения погрешности установки выходного напряжения.
4. По структурной схеме генератора Г4-102 объясните, как формируется амплитудномодулированный (АМ) сигнал. С помощью ручек управления покажите, как регулируется опорное напряжение модулирующего сигнала. Для каких целей предназначен аттенюатор низкой частоты.
5. Перечислите и дайте понятие метрологических характеристик, которые необходимо учесть при

выборе генератора. Расшифруйте обозначение генераторов измерительных сигналов. Приведите их классификацию.

6. Нарисовать структурную схему и временные диаграммы, поясняющие работу любого цифрового измерителя разности фаз.

7. Поясните причины возникновения погрешностей в цифровом методе измерения фазового сдвига. Назовите возможные пути их уменьшения.

Перечень задач для контроля умений.

1. Запишите методику получения синусоидального сигнала на выходе генератора Г4-102.
2. Запишите методику получения АМ –сигнала, используя внешнюю модуляцию на Г4-102. Каким образом регулируется опорное напряжение модулирующего сигнала. Запишите формулу расчета относительной погрешности установленной глубины модуляции.
3. Используя переднюю панель генератора Г5-54 поясните принцип его работы. Объясните назначение всех его ручек управления. Что необходимо изменить в структурной схеме данного генератора, чтобы расширить диапазон установки частоты.
4. Запишите методику получения импульсного сигнала на генераторе Г5-54.
5. Объясните роль поверки в обеспечении единства измерений. Как обеспечивается единство измерений при эксплуатации контрольно-измерительной аппаратуры.
6. Привести методику и привести схему измерения фазового сдвига методом линейной развертки. Привести формулы вычисления фазового сдвига.
7. Привести методику и привести схему измерения фазового сдвига методом эллипса. Привести формулы вычисления фазового сдвига.
8. Привести методику и привести схему измерения фазового сдвига измерителем разности фаз Ф2-34. Привести формулы вычисления абсолютной погрешности измерения фазового сдвига.
9. Перечислить способы обеспечения минимальной погрешности измерения фазового сдвига осциллографическими методами.
10. Перечислить и дать понятия метрологических характеристик, которые необходимо учитывать при выборе измерителей фазового сдвига.

Перечень задач для контроля владений.

1. При измерении фазового сдвига на частоте 1кГц были получены следующие результаты:
2. методом линейной развертки - 43, 44, 41градусов,
3. методом эллипса –42; 43,3; 41,5 градусов,
4. цифровым методом – 43; 43,5; 42,7 градусов,
5. Вычислить результат измерения и абсолютную погрешность измерения.
6. С низкочастотного генератора на осциллограф был подан синусоидальный сигнал напряжением 6В. На осциллографе измерена амплитуда этого сигнала, равная 9В. Объясните такое расхождение в цифрах.
7. Сигнал с генератора Г4-102 был подан на осциллограф. На генераторе установлено выходное напряжение 0,5В, а частота 100кГц. На осциллографе измеренное значение амплитуды составило 0,8В, а частоты -103кГц. Рассчитать относительные погрешности установки выходного напряжения на генераторе.
8. Выявить возможности современных осциллографов в периодических изданиях. Сравнить возможности современных и лабораторных осциллографов и выявить тенденции развития измерительной техники.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №0

1. Обзор методов анализа спектра.
2. Цели стандартизации. Документы в области стандартизации, действующие на территории

РФ.

## Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

### Для порогового уровня

1. Перечислите методы по обеспечению единства измерений.
2. Перечислите виды поверок.
3. Перечислите группы метрологических характеристик.
4. Приведите пример метрологических характеристик осциллографа (вольтметра).
5. Приведите основные методы и виды измерений. Приведите примеры косвенных и совокупных измерений.
6. Перечислите параметры переменного напряжения.
7. Перечислите методы измерения спектра.
8. Перечислите методы измерения мощности.
9. В чем особенность измерения мощности на СВЧ.
10. Раскрыть цели стандартизации.
11. Перечислить документы в области стандартизации, действующие на территории РФ.
12. Перечислить правовые основы стандартизации в РФ.
13. Дать определения основных понятий в области сертификации (сертификация, сертификат соответствия, технический регламент, знак соответствия, и знак обращения на рынке, система сертификации, схема сертификации).

### Для продвинутого уровня

1. Опишите методику однократных измерений по классу точности прибора.
2. Опишите методику оценки систематической погрешности прибора.
3. Опишите методику оценки случайной погрешности при многократных прямых измерениях. Поясните физический смысл точечных оценок.
4. Опишите методику обработки прямых многократных равнооточных измерений.
5. Приведите порядок обработки прямых многократных неравнооточных измерений.
6. Опишите методику определения погрешности косвенных измерений.
7. Опишите принцип работы универсального осциллографа.
8. Опишите методику измерения параметров сигнала на универсальном осциллографе. Синхронизация и вычисление погрешности измерений по классу точности осциллографа
9. В чём заключается принцип действия цифровых вольтметров с жесткой логикой.
10. Поясните принцип метода дискретного счета.
11. Опишите структурную схему и возможности цифровых вольтметров с гибкой логикой.
12. Опишите обобщенную структурную схему компьютерно-измерительных систем.
13. Охарактеризовать основные методы в стандартизации.
14. Приведите типовую схему системы сертификации РФ.
15. Опишите порядок сертификации продукции в России.

### Для высокого уровня

1. Проанализируйте возможности автоматизированных средств измерений: микропроцессорных, ИИС, ИВК, КИС.
2. Покажите на примерах выбор средства измерения от способа задания класса точности.
3. Сравните и выявите специфические особенности различных методов измерения частоты.
4. Сравните и выявите специфические особенности различных методов измерения фазового сдвига.
5. Сравните и выявите специфические особенности различных методов анализа спектра.
6. Сравните и покажите особенности проведения поверки и калибровки.
7. Сравните и покажите особенности оформления результатов поверки и калибровки.

8. Сравните основные формы подтверждения соответствия.
9. Покажите в чем особенность декларирования соответствия.