

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.ГАМЗАТОВА»
ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ
КАФЕДРА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН



УТВЕРЖДАЮ

И.о. начальника УМУ

Р.Д. Гаджиев

2025 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ОПЦ.07 МЕТРОЛОГИЯ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ**

Направление подготовки 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы

Квалификация: специалист по компьютерным системам

Срок обучения по ОП: 3г 10м

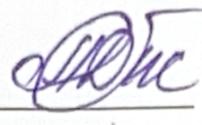
Форма обучения: очная

Образовательный стандарт (ФГОС) N 362 от 25.05.2022

Автор(ы)-составитель(и): Зияудинова С.М.

Фонд оценочных средств утвержден на заседаниях:

Кафедры общеобразовательных дисциплин
(протокол №6 от «21» января 2025г.)

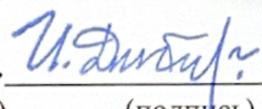
Зав. кафедрой: Салманова Д.А., к.п.н., доцент  21.01. 2025 г.
(ФИО, ученое звание) (подпись) (дата)

Педагогического совета профессионально-педагогического
колледжа ДГПУ им.Р.Гамзатова
(протокол №2 от «25» февраля 2025 г.)

Председатель Магарамов Ш.А., к.и.н., доцент
(ФИО, ученое звание)

 25.02.2025г.
(подпись) (дата)

Учебно-методического совета ДГПУ им. Р.Гамзатова
(протокол № 4 от «25» 06 2025г.)

Председатель УМС: д.ф.н., профессор, Дибиров И.А.  25.06.2025г.
(ФИО, ученое звание) (подпись) (дата)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	
2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПРОВЕРКЕ.....	
3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ и ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	
3.1. Формы и методы оценивания.....	
3.2. Фонд оценочных средств для текущего контроля.....	
3.3. Критерии оценивания	
3.4. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации.....	
3.5. Ключи к тестам.....	
3.6. Критерии оценивания	
4. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (ФГОС СПО) по специальности 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы, утвержденного Приказом Минпросвещения России от 25 мая 2022 г. № 362 и в соответствии с рабочей программой дисциплины ОПЦ.07 Метрология и электротехнические измерения.

ФОС включает контрольные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации в форме экзамена, которые позволяют оценить уровень достижения, запланированных результатов обучения по учебной дисциплине.

Текущий контроль успеваемости осуществляется с целью регулярного наблюдения за ходом поэтапного освоения обучающимися материалом учебной дисциплины, оптимизации управления образовательной деятельностью обучающихся, своевременной корректировки персональных образовательных результатов, обучающихся педагогическими средствами.

Текущему контролю успеваемости подлежат все обучающиеся, осваивающие учебную дисциплину.

Текущий контроль проводится в пределах учебного времени, отведенного на изучение дисциплины традиционными и инновационными методами с использованием современных технологий.

Результаты текущего контроля успеваемости обучающихся в виде оценки в балльном выражении («5», «4», «3», «2») записываются в журнале учебных занятий.

Промежуточная аттестация по учебной дисциплине проводится с целью оценки уровня освоения теоретических знаний, умений, приобретенного практического опыта.

Формы и периодичность промежуточной аттестации по дисциплине определяются учебным планом образовательной программы: экзамен в 3 семестре.

Экзамен проводится непосредственно после завершения освоения дисциплины, в сроки, установленные календарным учебным графиком. Экзамен проводится в день, освобожденный от других форм учебной нагрузки.

Экзаменационные вопросы и задания составляются на основе рабочей программы дисциплины. Экзаменационные вопросы и задания должны соответствовать проверяемым результатам обучения и доводятся до сведения обучающихся в течение первых двух месяцев от начала обучения.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПЦ.07 Метрология и электротехнические измерения направлена на формирование общих и профессиональных компетенций.

Освоение учебной дисциплины должно способствовать формированию общих компетенций:

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

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;

ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен овладеть профессиональными компетенциями:

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

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

ПК3.2 Проверять работоспособность, выполнять обнаружение и устранять дефекты программного кода управляющих программ компьютерных систем и комплексов;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен получить **практический опыт**: проводить технические измерения, осуществлять метрологические расчеты с учетом правил оформления результатов измерения.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

уметь:

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

знать:

- основные понятия об измерениях и единицах физических величин;
- основные виды средств измерений и их классификацию;
- методы измерений;
- метрологические показатели средств измерений;
- виды и способы определения погрешности измерений;
- принцип действия приборов формирования стандартных измерительных сигналов;
- влияние измерительных приборов на точность измерений;
- методы и способы автоматизации измерений тока, напряжения и мощности.

Общие компетенции:

Код компетенции	Формулировка компетенции	Знания, умения
ОК 1	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; • анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; • определять этапы решения задачи; • выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; • составить план действия; • определить необходимые ресурсы; • владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; • реализовать составленный план; • оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)

		<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; • основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; • алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; • методы работы в профессиональной и смежных сферах; • структуру плана для решения задач; • порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • определять задачи для поиска информации; • определять необходимые источники информации; • планировать процесс поиска; • структурировать получаемую информацию; • выделять наиболее значимое в перечне информации; • оценивать практическую значимость результатов поиска; • оформлять результаты поиска; • применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; • использовать современное программное обеспечение
		<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; • приемы структурирования информации; • формат оформления результатов поиска информации; • современные средства и устройства информатизации; • порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств
ОК 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • организовывать работу коллектива и команды; • взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности
		<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности; • основы проектной деятельности
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе
		<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • особенности социального и культурного контекста; • правила оформления документов и построения устных сообщений.

ОК 07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • соблюдать нормы экологической безопасности; • определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по специальности <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности; • основные ресурсы, задействованные в профессиональной деятельности; • пути обеспечения ресурсосбережения
ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые); • понимать тексты на базовые профессиональные темы; • участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; • строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; • кратко обосновывать и объяснить свои действия (текущие и планируемые); • писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; • основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); • лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; • особенности произношения; правила чтения текстов профессиональной направленности

Профессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Показатели освоения компетенции
ПК 1.4 Выполнять прототипирование цифровых систем, в том числе – с применением виртуальных средств.	<p>Практический опыт в:</p> <ul style="list-style-type: none"> • разработке мастер-модели; • выборе тестовых воздействий; • тестировании прототипа ИС на корректность принятых решений; • выборе режимов для отладки; • проведении испытаний разрабатываемых прототипов цифровых систем в соответствии с программой и методикой испытаний, в том числе – с применением средств виртуализации. <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • работать в средах моделирования цифровых устройств и систем; • выполнять тестирование прототипов. <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • технических характеристик типовых цифровых устройств; особенностей применения и подключения основных типов цифровых устройств; • особенностей применения и подключения основных типов цифровых устройств; • среды моделирования цифровых устройств и систем; • методов построения компьютерных моделей цифровых устройств; • методов обеспечения качества на этапе проектирования.

<p>ПК 3.1 Проводить контроль параметров, диагностику и восстановление работоспособности и цифровых устройств компьютерных систем и комплексов;</p>	<p>Практический опыт в:</p> <ul style="list-style-type: none"> • контроля параметров цифровых устройств; • диагностики дефектов и неисправностей цифровых устройств компьютерных систем и комплексов; • устранения дефектов и замена устройств компьютерных систем и комплексов.
	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять контрольно- измерительную аппаратуру и специализированные средства для контроля и диагностики цифровых устройств компьютерных систем и комплексов; • выполнять поиск дефектов и неисправностей цифровых устройств компьютерных систем и комплексов; • соблюдать технику безопасности и промышленной санитарии при проведении работ.
	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • особенности контроля и диагностики устройств компьютерных систем и комплексов; • основные методы диагностики; аппаратные и программные средства функционального контроля и диагностики компьютерных систем и комплексов, • возможности и области применения стандартной и специальной контрольно-измерительной аппаратуры для локализации мест неисправностей; • восстановление работоспособности цифровых устройств компьютерных систем и комплексов. • правила и нормы охраны труда, техники безопасности, промышленной санитарии и противопожарной защиты
<p>ПК3.2 Проверять работоспособность , выполнять обнаружение и устранять дефекты программного кода управляющих программ компьютерных систем и комплексов</p>	<p>Практический опыт в:</p> <ul style="list-style-type: none"> • отладки аппаратно-программных компьютерных систем и комплексов; • инсталляции, конфигурирования и настройки операционной системы, драйверов, резидентных программ; • выявления дефектов функционирования программного обеспечения; • восстановления и обновления версий программного обеспечения и операционных систем
	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выполнять инсталляцию, конфигурирование и настройку операционной системы, драйверов, резидентных программ; • выявлять дефекты и отклонения в функционировании программного обеспечения компьютерных систем и комплексов.
	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • особенности функционирования программных средств компьютерных систем и комплексов; • методы отладки и тестирования программных средств; особенности функционирования и архитектура операционных систем; • совместимость версий программного обеспечения общего и специального назначения; • Проверять работоспособность, выполнять обнаружение и устранять дефекты программного кода управляющих программ компьютерных систем и комплексов. • требования к лицензированию программного обеспечения

ОПЦ.07 Метрология и электротехнические измерения

№	Наименование темы	ПК, ОК	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация	
1	2	3	4	6	
Содержание учебного материала ..					
1.	Общие вопросы измерительной техники	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 09, ПК 1.4, ПК 3.1, ПК 3.2	Устный опрос	Экзамен	
Лабораторные работы					
1.	Лабораторная работа №1. Обработка результатов измерений.	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 09, ПК 1.4, ПК 3.1, ПК 3.2	Выполнение лабораторной работы		
2.	Лабораторная работа №2. Расчет характеристик погрешности измерений				
Содержание учебного материала ..					
1.	Измерения электрических величин	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 09, ПК 1.4, ПК 3.1, ПК 3.2	Устный опрос		
Лабораторные работы					
1.	Лабораторная работа №3 Исследование влияния формы напряжения на показания приборов.	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 09, ПК 1.4, ПК 3.1, ПК 3.2	Выполнение лабораторной работы		
2.	Лабораторная работа №4 Измерение R, L, C универсальным мостом.				
Самостоятельная работа					
Содержание учебного материала ..					
1.	Исследование формы электрических сигналов	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 09, ПК 1.4, ПК 3.1, ПК 3.2	Устный опрос, тестирование		
Лабораторные работы					
1.	Лабораторная работа №5 Изучение параметров импульсного сигнала с помощью осциллографа.	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 09, ПК 1.4,	Выполнение лабораторной работы		
2.	Лабораторная работа №6 Получение фигур Лиссажу. Измерение частоты				
4.	Лабораторная работа № 7 Измерение параметров сигналов с помощью цифрового осциллографа.				

5.	Лабораторная работа № 8 Изучение параметров сигнала с помощью электронного осциллографа	ПК 3.1, ПК 3.2	
.	Содержание учебного материала ..	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 09, ПК 1.4, ПК 3.1, ПК 3.2	Устный опрос
1.	Измерительные генераторы		
Лабораторные работы			
1.	Лабораторная работа № 9. Получение заданных параметров сигналов с помощью генераторов	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 09, ПК 1.4, ПК 3.1, ПК 3.2	Выполнение лабораторной работы
.	Содержание учебного материала ..	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 09, ПК 1.4, ПК 3.1, ПК 3.2	Устный опрос
1.	Измерение параметров электрических сигналов		
Лабораторные работы			
	Лабораторная работа №10. Применение частотомера для измерения частоты, периода и отношения частот.	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 09, ПК 1.4, ПК 3.1, ПК 3.2	Выполнение лабораторной работы
	Лабораторная работа №11. Измерение частоты методом сравнения с помощью осциллографа		
.	Содержание учебного материала	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 09, ПК 1.4, ПК 3.1, ПК 3.2	Устный опрос, тестирование
	Измерение механических величин		
Лабораторные работы			
	Лабораторная работа №12 Поверка гладкого микрометра	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 09, ПК 1.4, ПК 3.1, ПК 3.2	Выполнение лабораторной работы
	Лабораторная работа №13 Поверка штангенциркуля		
	Лабораторная работа №14 Измерение массы		

3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3.1. Формы и методы оценивания

Формы текущего контроля по дисциплине:

- устный опрос (фронтальный, индивидуальный, комбинированный);
- тестирование (письменное или компьютерное);
- письменная проверка (ответы на вопросы, решение задач и примеров, составление тезисов, рефератов, выполнение схем, выполнение заданий для самостоятельной работы и др.);
- практическая проверка (при проведении практических и лабораторных занятий);
- самоконтроль и взаимопроверка.

Возможны и другие формы текущего контроля успеваемости, в том числе инновационные на основе информационно-коммуникационных технологий.

Преподаватель на одном учебном занятии может использовать одну или несколько форм текущего контроля.

Промежуточная аттестация оценивает результаты учебной деятельности обучающихся за семестр (полугодие).

Основными формами промежуточной аттестации является - экзамен

3.2. Фонд оценочных средств для текущего контроля

Задание для устного опроса по темам

1. Перечислить приборы, предназначенные для исследования формы и спектра сигналов.
2. Универсальные электронные осциллографы,
3. Цифровые осциллографы
4. Осциллографы смешанных сигналов
5. Осциллографические измерения
6. Измерение напряжений методом прямого преобразования и методом сравнения
7. Измерение временных параметров и параметров импульсов
8. Погрешности измерений.
9. Классы точности измерительного прибора.
10. Государственная система обеспечения единства измерений.
11. Нормативная основа обеспечения единства измерений в РФ
12. Основные элементы электроизмерительных приборов.
13. Принцип работы электромеханических приборов различных систем.
14. Общие детали и узлы электромеханических приборов.
15. Принцип классификации электроизмерительных приборов.
16. Условные обозначения, наносимые на шкале электромеханических приборов.
17. Измерение тока, напряжения, мощности. Приборы для измерения основных параметров радиоэлементов и электрических цепей.
18. Электронно-лучевая трубка и принцип действия электронного осциллографа
19. Основные технические характеристики осциллографа.
20. Назначение, классификация и основные характеристики измерительных генераторов.
21. Общая структурная схема генераторы низкой частоты, назначение блоков.
22. Принципы работы измерительных генераторов различных частотных диапазонов.
23. Измерение частоты и интервалов времени. Понятие об эталонах частоты. Методы измерения частоты и интервалов времени.
24. Частотомеры. Измерение спектра электрических сигналов. Измерение фазового сдвига.
25. Инструментарий для измерения линейных размеров и скорости, угловых размеров.

Лабораторные работы

Лабораторная работа №1. Обработка результатов измерений.

Лабораторная работа №2. Расчет характеристик погрешности измерений

Лабораторная работа № 3. Исследование влияния формы напряжения на показания приборов.

Лабораторная работа №4. Измерение R, L, C универсальным мостом.

Лабораторная работа №5 Изучение параметров импульсного сигнала с помощью осциллографа.

Лабораторная работа №6. Получение фигур Лиссажу. Измерение частоты

Лабораторная работа № 7. Изучение параметров сигналов с помощью цифрового осциллографа.

Лабораторная работа №8. Измерение параметров сигнала с помощью электронного осциллографа.

Лабораторная работа №9. Получение заданных параметров сигналов с помощью генераторов

Лабораторная работа №10. Применение частотомера для измерения частоты, периода и отношения частот.

Лабораторная работа №11. Измерение частоты методом сравнения с помощью осциллографа.

Лабораторная работа №12. Поверка гладкого микрометра.

Лабораторная работа №13. Поверка штангенциркуля.

Лабораторная работа № 14. Измерение массы.

Примерные задания для самостоятельной проработки

1. Проработать навыки обработки результатов измерений.
1. Проработать навыки определения методических погрешностей при измерении параметров электрических цепей постоянного тока.
2. Проработать навыки определения дополнительных систематических погрешностей измерения в цепях переменного тока при отклонении формы сигнала от номинальной.
3. Проработать навыки исследования влияния форм напряжения на показания приборов.
4. Проработать навыки изучения параметров сигналов с помощью цифрового и электронного осциллографов.
5. Проработать навыки получения заданных параметров сигналов с помощью генераторов
6. Проработать навыки применения частотомеров для измерения частоты, периода и отношения частот.
7. Проработать навыки измерения частоты методом сравнения с помощью осциллографа.
8. Проработать навыки поверки гладкого микрометра
9. Проработать навыки поверки штангенциркуля
10. Проработать навыки измерения массы

3.3. Критерии оценивания

Критерии оценки для тестирования:

- «5» - 85-100% верных ответов
- «4» - 69-84% верных ответов
- «3» - 51-68% верных ответов
- «2» - 50% и менее

Критерии оценивания практической/лабораторной работы:

Оценка «5» ставится, если учащийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности, все этапы работы проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов, соблюдает требования правил техники безопасности, правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, правильно выполняет анализ погрешностей.

Оценка «4» ставится, если выполнены все требования к оценке «5», но было допущено два-три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочета

Оценка «3» ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной ее части позволяет получить правильный результат и вывод, или если в ходе проведения опыта и измерения были допущены ошибки

Оценка «2» ставится, если работа выполнена не полностью, или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов, или если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

Критерии оценки результатов выполнения внеаудиторной (самостоятельной) работы

Работа выполнена полностью, демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять, последовательно и правильно выполнены все задания, сделаны выводы.

Оценка «5» - «отлично» выставляется, если работа выполнена полностью; демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; последовательно, правильно выполнены все задания; демонстрируется умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

Оценка «4» - «хорошо» выставляется, если работа выполнена полностью; демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; последовательно, правильно выполнены все задания; возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя; демонстрируется умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

Оценка «3» - «удовлетворительно» выставляется, если студент демонстрирует затруднения с комплексным выполнением работы; неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя; выполняет задания при подсказке преподавателя; затрудняется в формулировке выводов.

Оценка «2» - «неудовлетворительно» выставляется, если работа не выполнена или выполнена неправильно; дана неправильная оценка предложенной ситуации; отсутствует теоретическое обоснование выполнения заданий.

3.4. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1) Вставьте пропущенное слово

Квантовые стандарты частоты оптического диапазона представляют собой _____ со стабильной частотой излучения.

2) Выберите правильный ответ

Какие средства измерений представляют собой совокупность измерительных преобразователей и отсчетного устройства:

- a) вещественные меры;
- b) индикаторы;
- c) измерительные приборы;
- d) измерительные системы.

3) Установите соответствие обозначений осциллографов, относящихся к подгруппе С

1	осциллографы универсальные	А	С9
2	анализаторы спектра	Б	С8
3	осциллографы скоростные и стробоскопические	В	С4
4	осциллографы запоминающие	Г	С1
5	осциллографы специальные	Д	С7

4) Выберите правильный ответ

Калибровка - это:

- a) совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям;
- b) совокупность основополагающих нормативных документов, предназначенных для обеспечения единства измерений с требуемой точностью;
- c) совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений.

5) Вставьте пропущенное слово.

Фиксированное значение величины, которое применяется для количественного выражения однородных с ней величин, называется _____ величины.

6) Выберите правильный ответ

Осциллограф, в котором для получения изображения формы сигнала используется упорядоченный или случайный отбор мгновенных значений исследуемого сигнала и осуществляется временное преобразование сигнала, называется

- a) многоканальным
- b) многофункциональным
- c) скоростным
- d) стробоскопическим

7) Вставьте пропущенное слово.

С помощью электронного осциллографа можно измерять _____

8) Выберите правильный ответ

Линейный размер - это:

- a) числовое значение линейной величины в выбранных единицах измерения
- b) произвольное значение линейной величины
- c) габаритные размеры детали в выбранных единицах измерения

9) Выберите правильный ответ

Что такое измерение?

- a) определение искомого параметра с помощью органов чувств, номограмм или любым другим путем
- b) совокупность операций, выполняемых с помощью технического средства, хранящего единицу величины, позволяющего сопоставить измеряемую величину с ее единицей и получить значение величины
- c) процесс сравнения двух величин, процесс, явлений и т. д.
- d) все перечисленное верно

10) Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

Каким методом может измеряться напряжение

- a) методом прямого преобразования
- b) методом сравнения
- c) метод интерференционных фигур

d) метод круговой развертки с модуляцией яркости

11) **Вставьте пропущенное слово.**

В метрологической практике для проверки и отладки цифровых схем применяется прибор логический _____.

12) **Выберите правильный ответ**

Устройство, позволяющее снимать зависимость амплитуд или мощностей гармонических колебаний, входящих в состав сложного сигнала, от частоты, называется

- a) осциллографом
- b) анализатором спектра
- c) генератором

13) **Вставьте пропущенное слово.**

Прибор, предназначенный для наблюдения, записи или фотографирования электрических процессов, которые изменяются во времени, называется _____

14) **Выберите правильный ответ.**

Как называется средство измерения, выполняющее функцию воспроизведения величины заданного размера?

- a) Мера.
- b) Измерительный преобразователь
- c) Аттenuатор.
- d) Генератор.

15) Установите соответствие обозначений генераторов по форме сигнала

1	шумовых сигналов	А	Г6
2	синусоидальных НЧ сигналов	Б	Г4
3	синусоидальных ВЧ сигналов	В	Г3
4	импульсных сигналов	Г	Г5
5	сигналов специальной формы	Д	Г2

16) **Выберите правильный ответ.**

Абсолютная погрешность измерения – это:

- a) абсолютное значение разности между двумя последовательными результатами измерения
- b) составляющая погрешности измерений, обусловленная несовершенством принятого метода измерений
- c) являющаяся следствием влияния отклонения в сторону какого – либо из параметров, характеризующих условия измерения
- d) разность между измеренным и действительным значением измеряемой величины

17) **Выберите правильный ответ.**

Линейные размеры делятся на:

- a) номинальные, действительные и предельные
- b) мм, см и м
- c) нормальные, максимальные и минимальны

18) Выберите несколько из 6 вариантов ответов

Укажите нормированные метрологические характеристики средств измерений.

- a) порог измерений;
- b) воспроизводимость;
- c) диапазон показаний;
- d) точность измерений;
- e) единство измерений;
- f) погрешность

19) Выберите правильный ответ.

Метрология – это ...

- a) наука, изучающая меры длины, веса, площади и объема;
- b) наука, которая занимается измерениями;
- c) наука о средствах измерения, применяющихся в строительстве и на транспорте;
- d) наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства, и способах достижения требуемой точности

20) Выберите правильный ответ.

Физическая величина- это...

- a) свойство физического объекта, отличающее его от других физических объектов;
- b) одно из свойств физического объекта, общее в качественном отношении многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальна для каждого объекта;
- c) качественный показатель физического объекта, явления.

21) Выберите правильный ответ.

Погрешностью результата измерений называется:

- a) отклонение результатов последовательных измерений одной и той же пробы
- b) разность показаний двух разных приборов полученные на одной той же пробе
- c) отклонение результатов измерений от истинного (действительного) значения
- d) разность показаний двух однотипных приборов полученные на одной той же пробе

22) Вставьте пропущенное словосочетание

Параметр, определяющий нелинейные искажения и измеряющийся по формуле

$$K_2 = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots + U_n^2}}{U_1}, \text{ называется } \underline{\hspace{10cm}}$$

23) Выберите правильный ответ.

Приборы, выдающие на отдельных не связанных между собой выходах синхронные импульсные сигналы, имеющие независимую для каждого выхода установку длительности, амплитуды и полярности, называются

- a) Одноканальные генераторы
- b) Многоканальные генераторы
- c) генераторы микросекундной
- d) генераторы наносекундной длительности

24) Вставьте пропущенное слово

Генераторы на _____ работают в режиме непрерывной генерации, амплитудной модуляции, частотной модуляции, импульсной модуляции.

25) Выберите правильный ответ.

Вольтметры, предназначенные для измерения напряжения переменного тока, строящиеся на основе цифровых вольтметров постоянного тока, снабженных преобразователем переменного напряжения в постоянное, называются

- a) Цифровыми
- b) Аналоговыми
- c) Электронными

26) Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

Измерение мощности в цепях постоянного и переменного однофазного тока \ производится

- a) электродинамическими ваттметрами
- b) ферродинамическими ваттметрами
- c) электромагнитный амперметр
- d) электродинамический амперметр
- e) ферродинамической амперметр

27) Выберите правильный ответ.

Данный метод применяется, если осциллограф двухлучевой.

- a) метод линейной развертки
- b) метод эллипса
- c) фазового сдвига

28) Вставьте пропущенное слово.

Процесс нелинейного взаимодействия двух напряжений, в результате которого кроме исходных частот возникают комбинационные частоты – _____.

29) Выберите правильный ответ.

Наименьший интервал времени, через который повторяется произвольно выбранное мгновенное значение периодического сигнала, называется...

- a) период
- b) частота
- c) уровень
- d) стадия

30) Вставьте пропущенное слово.

Приборы, частота которых служит стандартом или опорной частотой, при излучении электромагнитных волн, называются _____ генераторами

31) Установите соответствие обозначений приборов для измерения частоты

1	стандарты частоты и времени	А	Ч5
2	частотомеры резонансные	Б	Ч3
3	частотомеры электронно-счетные	В	Ч4
4	частотомеры гетеродинные	Г	Ч1
5	синхронизаторы частоты	Д	Ч2

32) Выберите правильный ответ

Измерения в электронно-счетных цифровых частотомерах осуществляется посредством метода...

- a) дискретного счета импульсов
- b) круговой развертки
- c) синусоидальной развертки
- d) линейной развертки

33) Вставьте пропущенное слово.

Электронные аналоговые _____ используют принцип преобразования фазового сдвига во временной интервал.

34) Выберите правильный ответ

Метод, при котором осуществляется подсчет числа периодов (импульсов) измеряемой частоты за образцовый промежуток времени, называется...

- a) круговой развертки
- b) синусоидальной развертки
- c) линейной развертки
- d) дискретного счета импульсов

35) Вставьте пропущенное слово.

_____ представляет собой дополнительную шкалу, нанесенную на подвижную каретку, перемещающуюся свободно вдоль линейки.

36) Выберите правильный ответ

Универсальный измерительный прибор, предназначенный для высокоточных измерений наружных и внутренних размеров, а та же глубин отверстий, называется...

- a) угломер
- b) штангенциркуль
- c) микрометр
- d) нутромер

37) Выберите правильный ответ

На схеме микрометра под цифрой 3 изображены:

- a) микрометрический винт;
- b) стопор;
- c) скоба;
- d) пятка

38) Выберите правильный ответ

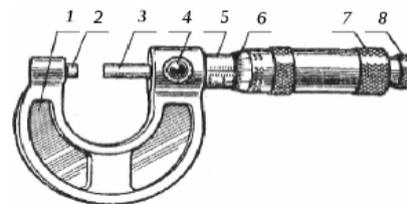
Микрометр – это.....

a) Средство измерения для контроля точности углов между деталями и узлами механизмов и поверхностями конструкций

b) Средство измерения, предназначенное для измерения глубин пазов и отверстий с точностью от 0,05 до 0,1 мм

c) Средство измерений, предназначенное для точной пространственной разметки, измерения глубин и высот от плоских поверхностей

d) Средство измерений, предназначенное для измерения линейных размеров с точностью от 0,002 до 0,01мм



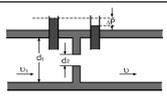
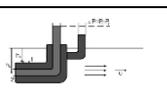
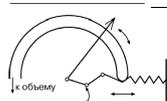
39) Шероховатость поверхности – это:

- a) совокупность дефектов на поверхности детали
- b) совокупность трещин на поверхности детали
- c) совокупность микронеровностей на поверхности детали

40) Установите соответствие измерительных приборов

1	Микрометр	А	
2	Штангенциркуль	Б	
3	Нутромер	В	
4	Угломер	Г	
5	Поверочная линейка	Д	

41) Установите схематическое соответствия манометров.

1	Схема дифференциального манометра - трубки Пито	А	
2	Схема пружинного манометра	Б	
3	Схема дифференциального манометра - трубки Вентури	В	

42) Как называется вакуумметр, в котором используется зависимость от давления тока самостоятельного разряда, возникающего в разреженном газе в скрещенных магнитном и электрическом полях...

- магнитный электроразрядный
- ионизационный
- термопарный
- вязкостной

Вопросы к экзамену

- Основные понятия метрологии.
 - История развития метрологии.
 - Объекты метрологии.
 - Теоретические основы метрологии.
 - Физическая величина, единицы физических величин.
 - Точность измерений.
 - Погрешности измерений.
 - Классы точности измерительного прибора.
 - Государственная система обеспечения единства измерений.
 - Государственный метрологический контроль и надзор.
 - Метрологическая служба организаций.
 - Международное сотрудничество в области метрологии.
 - Основные элементы электроизмерительных приборов.
 - Принцип работы электромеханических приборов различных систем.
 - Общие детали и узлы электромеханических приборов.
 - Принцип классификации электроизмерительных приборов.
 - Условные обозначения, наносимые на шкале электромеханических приборов.
- Измерение тока, напряжения, мощности.
- Приборы для измерения основных параметров радиоэлементов и электрических цепей.
 - Универсальные осциллографы.
 - Электронно-лучевая трубка и принцип действия электронного осциллографа.

21. Цифровые осциллографы
22. Осциллографы смешанных сигналов
23. Измерение напряжений
24. Измерение временных параметров и параметров импульсов
25. Измерение частоты
26. Измерительные высокочастотные генераторы сигналов
27. Особенности измерительных генераторов СВЧ
28. Типовая структура генератора СВЧ
29. Генераторы импульсов
30. Генераторы шумовых сигналов
31. Виды измерительных генераторов
32. Генераторы низкой частоты
33. Измерение параметров электрических сигналов
34. Требования к точности измерения частоты в различных диапазонах.
35. Понятие об эталонах частоты.
36. Методы измерения частоты и интервалов времени.
37. Частотомеры.
38. Измерение напряжения
39. Измерение тока.
40. Измерение мощности
41. Измерение частоты
42. Измерение угла сдвига фаз.
43. Электронно-счетные цифровые частотомеры
44. Линейные измерения
45. Измерения шероховатости
46. Измерения твердости
47. Измерения давления
48. Измерения массы и силы
49. Измерения вязкости
50. Измерение плотности

3.5.Ключи к тестам

ОПЦ.07 Метрология и электротехнические измерения.				
1) лазеры	3) 1-Г;2-В;3-Д;4-Б; 5-А	5) единицей	7) напряжение	9) b
2) с	4) с	6) d	8) a	10) a,b
11) анализатор	13) осциллограф	15) 1-Д; 2-В; 3-Б; 4-Г;5-А	17) a	19) d
12) b	14) d	16) d	18) c,d,f	20) b
21) b	23) b	25) a	27) a	29) a
22) коэффициент гармоник	24) клистрон	26) a,b	28) гетеродинирование	30) квантовыми
31) 1-Г; 2-Д; 3-Б; 4-В; 5-А	33) фазометры	35) нониус	37) a	39) c
32) - a	34) d	36) b	38) b	40) 1-Д; 2-В; 3-Б;4-А; 5-Г
41) 1-Б; 2-В; 3-А				
42) a				

Ответы к 3.2. Задание для устного опроса по темам

1. Для исследования формы и спектра сигналов используются следующие приборы:

Для формы сигналов:

- **Осциллографы.** Позволяют наблюдать, записывать или фотографировать электрические процессы, которые изменяются во времени, и измерять их параметры.
- **Специальные осциллографы.** Предназначены для исследования сигналов сложной формы, например, телевизионного.

Для спектра сигналов:

- **Анализаторы спектра.** Позволяют измерять и анализировать спектральные характеристики различных сигналов. Существует несколько типов анализаторов спектра:
 - на основе преобразования Фурье;
 - на основе сканирования частоты;
 - на основе волоконно-оптической технологии;
 - на основе цифровой обработки сигналов;
 - на основе сверхпроводящих квантовых взаимодействий.

2. **Универсальные осциллографы** — приборы общего назначения, предназначенные для наблюдения гармонических и импульсных сигналов. С их помощью можно исследовать одиночные импульсы и пачки импульсов, получать одновременно изображение двух сигналов на одной развёртке, детально исследовать любую часть сложного сигнала и многое другое.

Некоторые основные моменты, связанные с универсальными осциллографами:

- **Полоса пропускания** составляет 300–500 МГц и более.
- **Возможность исследовать сигналы** с длительностью от единиц наносекунд до нескольких секунд в диапазоне амплитуд от долей милливольт до сотен вольт.
- **Измерение параметров сигналов** с приемлемой для практики погрешностью 5–7%.
- **Разделение на группы.** Существуют универсальные осциллографы моноблочной конструкции и со сменными блоками.
- **Наличие дополнительных функций.** Некоторые модели оснащены функцией автоматического измерения, генерацией сигналов, подключением к компьютеру и другими.

Основной узел универсального осциллографа — электроннолучевая трубка (ЭЛТ) с электростатическим управлением и фокусировкой луча. ЭЛТ содержит электронный прожектор, создающий узкий пучок электронов, которые, попадая на люминесцентный экран, вызывают его свечение. Осциллограмма на экране создаётся отклонением луча по горизонтали и вертикали.

3. **Цифровой осциллограф** — универсальный измерительный прибор, который предназначен для исследования электрических сигналов путём их преобразования в цифровую форму.

Некоторые особенности цифровых осциллографов:

- **Работа с полосой пропускания** от 70 ГГц и больше.
- **Функционирование в режиме эквивалентного и реального времени.**
- **Регистрация поступающих сигналов** за счёт модулей.
- **Пониженный уровень шума.**
- **Повторяющийся характер работы**, что обеспечивает идеальные условия для мониторинга за параметрами сигналов.
- **Выдача информации** на экран в виде текста, что точнее, чем графики, которые выводит на дисплей аналоговое оборудование.
- **Обработка сигналов** выполняется по методу Фурье.

- **Вся поступающая информация** сохраняется в памяти и может быть распечатана в любое время.

Некоторые виды цифровых осциллографов:

- **Цифровые запоминающие.** Оснащены носителем, способным хранить большие объёмы данных.

- **Цифровые люминофорные.** Объединяют возможности аналоговых и цифровых аппаратов.

- **Цифровые стробоскопические.** Используются для изучения периодических сигналов.

- **Виртуальные.** Представляют собой программное обеспечение, работающее в паре с компьютером.

- **Портативные.** Компактные аппараты небольшого размера и веса, потребляют минимум энергии.

Цифровые осциллографы используются в прикладных, лабораторных, медицинских и научно-исследовательских целях.

4. Осциллограф смешанных сигналов (MSO — Mixed Signal Oscilloscope) — это **цифровой осциллограф со встроенным логическим анализатором**. Он предназначен для отображения и сравнения как аналоговых, так и цифровых сигналов.

Основное отличие осциллографов смешанных сигналов от обычных осциллографов в том, что они отображают форму сигнала с аналогового входного канала и логическую форму сигнала с цифрового входного канала на одном дисплее, что позволяет сравнивать их на одной и той же оси времени.

Некоторые возможности осциллографов смешанных сигналов:

- **Анализ проблем,** которые возникают в определённое время в высокоскоростных цифровых схемах. Например, можно наблюдать формы сигналов аналоговой схемы до и после запуска цифрового сигнала.

- **Цветовое кодирование цифровых сигналов.** Оно позволяет объединять их в группы, просто располагая на экране рядом друг с другом.

- **Установка бесконечного или переменного времени удержания.** Это определяет срок, в течение которого захваченные осциллограммы сохраняются на экране. Это помогает определить, насколько часто возникает та или иная аномалия.

5. Осциллограф — измерительный прибор, который позволяет получить график (осциллограмму) сигнала в декартовой системе координат «время-напряжение» и измерить параметры этого сигнала.

Некоторые основные виды осциллографических измерений:

- **Время нарастания.** Позволяет определить интервал времени, в течение которого напряжение сигнала меняется от самого низкого до самого высокого предельного значения. Обычно измеряется время, необходимое для перехода с 10% до 90% от полного размаха сигнала.

- **Длительность импульса.** При измерении длительности положительного импульса вычисляется промежуток времени, в течение которого напряжение сигнала возрастает от уровня, соответствующего 50% от амплитуды, до его максимального значения, а затем уменьшается до уровня 50%. При измерении длительности отрицательного импульса вычисляется промежуток времени, в течение которого напряжение сигнала снижается от уровня, соответствующего 50% от амплитуды, до его минимального значения, а затем возрастает до уровня 50%.

- **Период.** Вид измерений, который служит для определения периода, то есть интервала времени, через который периодический сигнал повторяет свои значения.

- **Частота.** Вид измерений, который служит для определения частоты, то есть величины, обратной периоду.

Осциллографические измерения отличаются широким диапазоном исследуемых частот (от постоянного тока до СВЧ), возможностью запоминания и последующего воспроизведения сигналов, высокой чувствительностью и возможностью отделения сигналов от помех.

6. Измерение напряжений методом прямого преобразования предполагает преобразование электрической энергии в механическую, которая затем отображается на показывающем устройстве. Для этого используют электромеханические измерительные механизмы. Они состоят из неподвижной части, соединённой с корпусом прибора, и подвижной части, которая механически или оптически связана с показывающим устройством.

Некоторые системы измерительных механизмов прямого преобразования: магнитоэлектрические, электромагнитные и электродинамические.

- **Метод сравнения** заключается в том, что измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. Этот метод применяют для особо точных измерений. Есть несколько его разновидностей:

- **Метод противопоставления.** Измеряемая величина и величина, воспроизводимая мерой, одновременно воздействуют на прибор сравнения, с помощью которого устанавливается соотношение между этими величинами.

- **Дифференциальный (разностный) метод.** Характеризуется измерением разности между значениями измеряемой и известной величин.

- **Нулевой метод.** Метод сравнения с мерой, в котором результирующий эффект воздействия величин на прибор сравнения доводят до нуля.

- **Метод совпадений.** Разность между значениями искомой и воспроизводимой мерой величин измеряют, используя совпадения отметок шкал или периодических сигналов.

- **Метод замещения.** Основан на сравнении с мерой, при котором измеряемую величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой, сохраняя все условия неизменными.

К приборам сравнения относят измерительные мосты, потенциометры, некоторые виды вольтметров.

7. Измерение временных параметров и параметров импульсов включает в себя определение таких характеристик, как частота, период следования, скважность или коэффициент заполнения импульсов.

Некоторые методы измерения:

- **Осциллографический метод.** Чаще всего используется с помощью калиброванных меток или спиральной развёрток. В первом случае на вход канала вертикального отклонения осциллографа подают импульсы, интервал между которыми нужно измерить. Частоту развёрток устанавливают так, чтобы на экране были видны оба импульса. Затем включают калибратор длительности, который вырабатывает метки, длительность которых известна. По числу меток, расположенных между импульсами, определяют временной интервал между ними.

- **Метод дискретного счёта.** В течение измеряемого интервала селектор пропускает на электронно-счётное устройство импульсы от генератора, стабилизированного кварцем. По числу прошедших импульсов и их длительности определяется искомый интервал.

- **Регистрационные методы.** Используются для очень малых длительностей импульсов, характерных, например, для ядерной физики и сверхбыстродействующих электронных ключей. Регистрирующие устройства обычно работают по компараторной схеме, которая интегрирует функцию импульса и сравнивает полученное значение с установленным порогом.

Для измерения импульсов преимущественно используются осциллографы, которые позволяют определить не только высоту импульса, но и форму на всём его протяжении.

8. Погрешность измерения — отклонение измеренного значения величины от её истинного (действительного) значения. Погрешность измерения является характеристикой точности измерения.

Некоторые виды погрешностей измерений:

- **Абсолютная погрешность** — разность между значением величины, полученным в процессе измерений, и действительным значением данной величины. Выражается в тех же единицах, что и измеряемая величина.

- **Относительная погрешность** — отношение абсолютной погрешности измерения к истинному (действительному) значению измеряемой величины. Выражается в процентах или в долях от измеряемой величины.

- **Приведённая погрешность** — относительная погрешность, в которой абсолютная погрешность средства измерения отнесена к условно принятому нормирующему значению, постоянному во всём диапазоне измерений или его части.

- **Грубые погрешности** (ошибки, промахи) — погрешности измерения, существенно превышающие ожидаемую при данных условиях погрешность. Обычно результаты измерений с грубыми погрешностями в расчётах не учитываются.

- **Систематическая погрешность** — погрешность, изменяющаяся по определённому закону (в частности, постоянная погрешность, не изменяющаяся от измерения к измерению).

- **Случайная погрешность** — составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом в серии повторных измерений одной и той же величины, проведённых в одних и тех же условиях.

Источниками появления погрешностей при измерениях могут служить различные факторы, основными из которых являются несовершенство конструкции средств измерений или принципиальной схемы метода измерения, неточность изготовления средств измерений, несоблюдение внешних условий при измерениях и другие.

9. Класс точности измерительного прибора — обобщённая характеристика средств измерений, которая определяется пределами допускаемых основных и дополнительных погрешностей, а также рядом других свойств, влияющих на точность осуществляемых с их помощью измерений.

Некоторые особенности классов точности:

- **Обозначаются числами**, например, 0,1; 0,5; 1,0 и т. д.. Эти цифры указывают процент допустимой погрешности относительно полной шкалы прибора. Чем ниже значение класса точности, тем меньше допустимое отклонение и выше точность прибора.

- **Регулируются международными и национальными стандартами**, такими как ГОСТ, ISO, IEC. Они устанавливают нормы точности для различных приборов и обеспечивают их соответствие требованиям безопасности и качества.

- **В зависимости от типа прибора и области его применения** классы точности могут значительно варьироваться, отражая уровень точности, необходимый для конкретных задач.

Некоторые примеры использования классов точности в измерительных приборах:

- **Механические приборы**, такие как штангенциркули, микрометры и манометры, имеют классы точности, указывающие максимальное допустимое отклонение от измеряемой величины.

- **Электрические приборы**, такие как амперметры, вольтметры и мультиметры, классифицируются по классам точности, которые часто варьируются от 0,1 до 2,0.

- **Лабораторные весы** и другие чувствительные приборы, такие как термометры и пипетки, строго регламентируются, так как небольшие отклонения могут существенно повлиять на результаты исследований.

10. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ) — это совокупность организационных элементов и видов деятельности, связанных с решением задач по обеспечению единства измерений и метрологическому обеспечению. [1](#)

Некоторые основные аспекты ГСИ:

- **Цель:** создание правовых, нормативных, организационных, методических, технических и экономических условий для решения задач в области обеспечения единства измерений. [1](#)

- **Основные задачи:** разработка принципов управления, установление системы единиц величин и шкал измерений, организация научных исследований и другие.

- **Структура:** федеральные органы исполнительной власти, территориальные органы Росстандарта, федеральные государственные научные метрологические институты, государственные региональные центры метрологии и другие.

- **Научная основа:** метрология — наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства, а также способах достижения требуемой точности.

- **Правовые основы:** определены ФЗ «Об обеспечении единства измерений», в котором установлены сфера и формы государственного регулирования, а также требования к измерениям, единицам величин, эталонам единиц величин, стандартным образцам и средствам измерений.

- **Информационная основа:** Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, который содержит нормативные правовые акты, нормативные документы, информационные базы данных и другие сведения.

- **Техническая основа:** эталонная база Российской Федерации и эксплуатируемый парк средств измерений и стандартных образцов.

Система обеспечения единства измерений обеспечивает надёжное и эффективное функционирование, в том числе в таких областях деятельности, как здравоохранение, охрана окружающей среды, обеспечение безопасных условий и охраны труда, выполнение государственных учётных операций, учёт количества энергетических ресурсов, обеспечение обороноспособности и безопасности государства.

11. Основное назначение метрологической службы организаций — **обеспечение единства, точности и достоверности проводимых измерений** как важнейшего условия реализации требований по безопасности и качеству к производимой продукции, оказываемым услугам, проводимым работам.

Некоторые основные задачи метрологической службы:

- разработка нормативных документов, требуемых для организации;
- метрологическое обеспечение деятельности учреждения;
- организация и осуществление поверки средств измерений, аттестации методик измерений, метрологической экспертизы технической документации;
- метрологическая подготовка инженерно-технического состава;
- проведение внутреннего контроля состояния измерений, надзора за применением стандартных образцов, средств измерений, методик измерений;
- оценка эффективности метрологического обеспечения производства.

Метрологическая служба может включать в себя отдел главного метролога и другие структурные подразделения (поверочные и измерительные лаборатории, группу ремонта средств измерений и т. д.).

12. Некоторые основные элементы электроизмерительных приборов:

- **Измерительный механизм.** Главная часть прибора, которая находится внутри.
- **Корпус.** Служит для защиты измерительного механизма от механических повреждений. Корпуса приборов производят из разных материалов, например алюминия и его сплавов, стали, стекла, пластмассы, древесины.
- **Зажимы.** К ним присоединяют провода для включения в электрическую цепь.
- **Шкала.** Обычно представляет собой светлую поверхность с чёрными делениями и цифрами, соответствующими определённым значениям измеряемой величины.
- **Указательная стрелка.** Нужна для отсчёта по шкале значения измеряемой величины. Стрелку производят из алюминия или его сплавов.
- **Ограничители.** Амортизирующие ограничители находятся на шкале, чтобы стрелка при движении не касалась корпуса и не погнулась.
- **Винт корректора.** С его помощью стрелку устанавливают точно против нулевой отметки шкалы.

- **Переключатель пределов измерения.** Предназначен для измерения электрических величин в нескольких пределах.

- **Арретир.** Как правило, есть в переносных приборах, с его помощью крепят в неподвижное положение измерительный механизм, чтобы при транспортировке прибор не повредился.

13. **Принцип работы электромеханических приборов** заключается в преобразовании электромагнитной энергии в механическую энергию перемещения подвижной части механизма.

В зависимости от принципа преобразования электромеханические приборы подразделяются на различные системы:

- **Магнитоэлектрические.** Подвижная часть прибора отклоняется в результате взаимодействия поля постоянного магнита и витков катушки с протекающим по ней током. Магнитоэлектрические приборы служат только для измерения постоянного тока и напряжения, так как направление поворота рамки зависит от направления тока в ней.

- **Электромагнитные.** Подвижная часть измерительного механизма отклоняется в результате взаимодействия магнитного поля катушки с протекающим по ней током и ферромагнитного сердечника (пластины). Вращающий момент создаётся электромагнитной силой, возникающей при втягивании лепестка магнитным полем.

- **Электродинамические.** Принцип работы основан на взаимодействии двух катушек (рамок), по которым течёт ток. Одна из них неподвижна, а другая подвижна. Перемещение катушек относительно друг друга обуславливается тем, что проводники, по которым протекают токи одного направления, притягиваются, а с токами противоположных направлений — отталкиваются.

- **Электростатические.** Вращающий момент создаётся электростатическими силами, которые возникают при подведении к пластинам напряжения. Подвижная часть измерительного механизма поворачивается до тех пор, пока вращающий момент не станет равным противодействующему моменту, созданному спиральной пружиной.

- **Индукционные.** Принцип действия основан на взаимодействии переменных магнитных потоков с токами, индуцированными в подвижном алюминиевом диске. Должно быть не менее двух переменных магнитных потоков, пересекающих диск и сдвинутых в пространстве и по фазе.

14. Некоторые общие детали и узлы электромеханических приборов:

- **Корпус.** Защищает измерительный механизм от внешних воздействий и попадания в него пыли, а в отдельных случаях — воды и газов. Чаще всего корпуса выполняются из пластмассы.

- **Отсчётные приспособления.** Служат для определения числового значения измеряемой величины. Состоят из шкалы и указателя. Шкала обычно представляет собой белую поверхность с чёрными отметками, соответствующими определённым значениям измеряемой величины. Указатель — перемещающаяся над шкалой стрелка, жёстко скреплённая с подвижной частью прибора. **Опоры подвижной части.** Подвижная часть прибора устанавливается в опорах с трением скольжения (каменных опорах), в упругих опорах (опоры на растяжках, на упругом подвесе).

- **Корректор.** Устройство, позволяющее устанавливать стрелку прибора на нуль шкалы.

- **Арретир.** Устройство, которым снабжаются приборы высокой чувствительности, позволяет неподвижно закрепить подвижную часть при переноске или транспортировке прибора.

- **Грузики.** Служат для уравнивания подвижной части, то есть для устранения влияния моментов сил тяжести на положение подвижной части.

- **Растяжки.** Упругие ленты, которые одним концом прикрепляются к подвижной части, а другим — к неподвижным деталям прибора.

15. Некоторые принципы классификации электроизмерительных приборов:

- **По измеряемой электрической величине.** Например, амперметры (для определения силы тока), вольтметры (для измерения напряжения), ваттметры (для определения активной, реактивной и комплексной мощности) и другие.

- **По способу отображения информации.** Различают показывающие, регистрирующие, сигнализирующие, комбинированные приборы. Первые выдают наглядное отображение измеряемой величины на стрелочной шкале или экране, вторые сохраняют полученные данные во встроенной памяти или на ленте, третьи подают световое или звуковое оповещение при достижении определённой величины настроенного значения.

- **По форме показаний.** Различают цифровые и аналоговые приборы. В аналоговых приборах измеряемая или пропорциональная ей величина непосредственно воздействует на положение подвижной части, на которой расположено отсчетное устройство. В цифровых приборах подвижная часть отсутствует, а измеряемая или пропорциональная ей величина преобразуется в числовой эквивалент, регистрируемый цифровым индикатором.

- **По методу измерения.** Существуют средства измерений непосредственной оценки и приборы сравнения.

- **По метрологическому назначению.** Различают рабочие приборы, которые используют для непосредственных измерений, и эталоны, которые применяют для поверки других приборов.

- **По способу применения и конструкции.** Приборы могут быть щитовыми (закрепляемыми на щите или панели), переносными и стационарными.

Принцип действия электроизмерительных приборов различен и зависит от определяемой электрической характеристики и конструкции.

16. Некоторые условные обозначения, которые наносятся на шкалы электромеханических приборов:

- **Обозначение рода тока.** Например, «—» — ток постоянный, «~» — ток переменный, «>>» — ток постоянный и переменный.

- **Обозначение единицы измеряемой величины.** Например, mA, В.

- **Обозначение рабочего положения прибора.** Например, «>>» — для горизонтального положения шкалы, «⊥» — прибор применяется в вертикальном положении шкалы, « $\angle \alpha 0$ » — для установления под углом $\alpha 0$.

- **Обозначение класса точности.** Например, 1,5, 2,5.

- **Обозначение испытательного напряжения изоляции измерительной цепи по отношению к корпусу.** Например, «2 кВ».

- **Условное изображение принципа действия и буквенное обозначение прибора.** [1](#)

Условные обозначения на шкалах электроизмерительных приборов зафиксированы в ГОСТ 23217-78.

17. **Измерение тока, напряжения и мощности** важно для контроля состояния и работоспособности электроустановок. Зная величины основных параметров, оценивают правильность режима работы, выявляют неисправности и отслеживают потребление энергетических ресурсов.

Измерение тока показывает токопотребление нагрузки. Для снятия показаний используют **амперметры**. Ток показывает величину заряда, проходящую через проводник, поэтому подключают такие устройства последовательно. При необходимости оперативного контроля используют токовые клещи, для использования которых не нужно проводить переподключение.

Измерение напряжения в электрической цепи проводят с помощью **вольтметров**. Для правильной работы электрооборудования на него должно поступать определённое напряжение. Например, для однофазных устройств — $220 \text{ В} \pm 10\text{--}15\%$.

Измерение мощности в электроцепях осуществляют с помощью **ваттметров**. Для нормального функционирования всей электросети важно, чтобы сумма всех подключённых

потребителей не превышала номинал сети. Иначе могут возникать различные неприятности, такие как перегруз.

Приборы для измерения основных параметров радиоэлементов и электрических цепей делятся на категории по следующим критериям:

- **Измеряемый параметр:** амперметр, вольтметр, ваттметр, омметр и комбинированные приборы.

- **Класс точности:** лабораторные, технические.

- **Конструкция:** компактные переносные, для установки в шкаф или щит.

Также существуют **универсальные устройства — мультиметры**, с их помощью измеряют несколько параметров в электрических цепях постоянного и переменного тока.

18. Электронно-лучевая трубка (ЭЛТ) — главный элемент электронного осциллографа, который преобразует электрические сигналы в световые.

ЭЛТ представляет собой **стеклянную колбу**, запаянную с одной стороны и расширяющуюся с другой стороны на конус. Как правило, трубка имеет цилиндрическую форму, а расширяющаяся часть может быть как цилиндрической, так и прямоугольной формы.

Некоторые элементы ЭЛТ:

- **Катод** — источник свободных электронов, покрыт металлическим барием, при нагревании которого выделяются электроны.

- **Аноды** формируют узкий электронный пучок, высокий положительный потенциал которых ускоряет поток электронов.

- **Управляющий электрод (модулятор)** — диск с малым отверстием, расположенным между катодом и анодом. Регулируя разность потенциалов между катодом и модулятором, можно изменять количество электронов, проходящих через отверстия модулятора и поступающих к аноду.

- **Две пары пластин.** Одна пара (Y-пластины) расположена горизонтально и служит для отклонения луча в вертикальном направлении, вторая пара (X-пластины) расположена вертикально и предназначена для отклонения луча в горизонтальном направлении.

- **Экран** покрыт специальным составом — люминофором, который светится под действием ударов быстролетающих электронов.

Принцип действия осциллографа заключается в следующем:

1. **Входной сигнал** поступает на аттенюатор и усилитель, где нормируется по величине (усиливается или ослабляется) до уровня, удобного для наблюдения.

2. **Усиленный сигнал** поступает на пластины вертикального отклонения ЭЛТ и одновременно, при внутренней синхронизации, запускает генератор развёрток, вырабатывающий пилообразное напряжение.

3. **Генератор развёрток** выдаёт сигнал на усилитель горизонтального отклонения, где пилообразное напряжение усиливается до требуемой величины.

4. **Усиленная пила** поступает на горизонтальные отклоняющие пластины ЭЛТ, в результате на экране ЭЛТ появляется видимое изображение входного сигнала.

19. Некоторые основные технические характеристики осциллографа:

- **Полоса пропускания.** Это диапазон частот, в рамках которых сигнал слабеет не более чем на 3 дБ относительно опорной частоты. Чем больше диапазон, тем шире возможности прибора.

- **Частота дискретизации.** Это скорость, с которой прибор способен обработать поступивший входной сигнал. Для одноканальных импульсов увеличенная скорость обеспечивает более высокую детализацию.

- **Разрешение.** Под этим понятием подразумевается вертикальное разрешение. Чем оно выше, тем детальнее можно наблюдать за сигналом, делая развёртку более крупной, где каждая клеточка имеет наименьшее значение.

- **Коэффициент затухания.** Важная характеристика для измерения конденсаторов. Позволяет более точно рассчитать значения.

- **Длина записи и память прибора.** Чем медленнее скорость развёртки, тем больше заполняется память аппарата. Если её не хватает, прибор будет автоматически снижать частоту оцифровки, чтобы защитить хранилище от переполнения.

- **Количество каналов и лучей.** Большинство осциллографов однолучевые и одноканальные, то есть способны отображать только одну синусоиду с заданными временными интервалами и частотой. Двухканальные версии более профессиональные, поскольку задействуют коммутатор, выдающий большую или меньшую частоту, чем основной процесс.

- **Погрешность.** Под понятием погрешности подразумеваются две величины: погрешность коэффициента отклонения и погрешность коэффициента развёртки. Чем меньше погрешность, тем более точные данные получает пользователь.

20. Измерительный генератор — это источник электрических колебаний, параметры которого заранее известны. Он предназначен для настройки, исследования, а также проверки функционирования электрических устройств и цепей.

Классификация измерительных генераторов может проводиться по разным признакам, например:

- **Форма входного напряжения.** Генераторы делятся на генераторы импульсных, синусоидальных сигналов, а также сигналов в виде шума и сигналов специальной формы.

- **Диапазон частот.** Генераторы бывают инфранизкочастотными (до 20 Гц), низкочастотными (от 20 Гц до 300 кГц), высокочастотными (от 0,1 до 100 МГц) и сверхвысокочастотными (до 40 ГГц).

- **Вид модуляции.** Генераторы делятся на генераторы фазовой, амплитудной, частотной и комбинированной модуляции.

Некоторые основные характеристики измерительных генераторов:

- **Частотные параметры.** К ним относятся стабильность и точность установки частоты, а также диапазон генерируемых колебаний.

- **Параметры выходного напряжения.** К ним относятся опорное напряжение (напряжение на выходе аттенюатора), сопротивление нагрузки, стабильность и уровень точности выходного напряжения, а также пределы ступенчатого или плавного изменения выходного напряжения.

- **Метрологические характеристики.** К ним относятся пределы искажения формы сигнала, диапазон и пределы частот, погрешность установки, диапазон и пределы уровней воспроизводимых сигналов, нестабильность частоты, погрешность установки частоты.

21. Типовая структурная схема генератора низкой частоты (ГНЧ) включает следующие основные блоки:

1. **Задающий генератор (ЗГ).** Предназначен для формирования сигнала заданной формы и частоты. Как правило, это автогенератор, который преобразует энергию входящего источника питания в электромагнитные колебания.

2. **Усилитель низких частот (УНЧ).** Служит для усиления сигнала ЗГ по напряжению и мощности, а также для развязки выхода ЗГ от выхода генератора.

3. **Аттенюатор.** Предназначен для внесения известного затухания в уровень выходного сигнала генератора. Позволяет ступенчато изменять ослабление сигнала на выходе генератора.

4. **Согласующий трансформатор (СТ).** Служит для согласования выходного сопротивления генератора с сопротивлением нагрузки.

5. **Система автоматической регулировки уровня (АРУ).** Предназначена для стабилизации уровня сигнала на выходе УНЧ. Применяется в генераторах с повышенными требованиями к точности установки выходного напряжения и его стабильности.

6. **Вольтметр (В).** Служит для контроля напряжения на выходе УНЧ в процессе регулировки и установки заданного уровня выходного сигнала генератора.

ГНЧ используются для настройки, ремонта и испытаний различной радиотехнической аппаратуры, работающей в радиовещании, акустике, телевидении и других областях.

22. Измерительные генераторы — источники образцовых (тестовых) сигналов, которые позволяют устанавливать форму и параметры выходных сигналов с заданной точностью.

Некоторые виды измерительных генераторов и их принципы работы:

- **Низкочастотные генераторы сигналов.** Являются источниками гармонических (синусоидальных) колебаний низких частот (от десятков герц до сотен кГц и единиц МГц). Применяются для настройки и определения технических характеристик радиоприёмных и радиопередающих устройств, калибровки измерительной аппаратуры и аппаратуры средств связи.

- **Высокочастотные генераторы сигналов.** Вырабатывают гармонические модулированные и немодулированные колебания высоких и сверхвысоких частот (от 0,1 МГц до десятков гигагерц). Используются для поверки и настройки приёмопередающих устройств связи и телевидения, регулирования радиолокационной и другой радиоэлектронной аппаратуры.

- **Генераторы импульсов.** Являются источниками одиночных или периодических видеоимпульсов, обычно прямоугольной формы. Используются при исследовании импульсных и цифровых устройств, измерении переходных характеристик и пр..

- **Генераторы сигналов специальной формы.** Это функциональные генераторы низких и инфранизких частот, генераторы колоколообразных импульсов. Сюда же относят синтезаторы частоты, которые строятся на основе деления и умножения частоты опорного высокостабильного генератора.

- **Генераторы шума.** Вырабатывают случайные сигналы с нормированными статистическими параметрами. Такие сигналы позволяют оценить влияние на исследуемое устройство внутренних и внешних случайных помех.

- **Генераторы качающейся частоты.** Являются генераторами синусоидальных электрических колебаний, частота которых автоматически изменяется во времени (колеблется) по заданному закону. Обычно применяются в измерительной аппаратуре для регистрации амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик элементов СВЧ-устройств и измерения коэффициента стоячей волны, полного электрического сопротивления и других показателей как функции частоты.

23. Измерение частоты и интервалов времени включает в себя определение частоты как величины, измеряемой числом одинаковых событий в единицу времени. Измерение частоты можно осуществлять прямым счётом числа одинаковых событий за выбранный интервал времени измерения или путём сравнения измеряемой частоты с частотой, значение которой известно.

Понятие об эталонах частоты заключается в том, что существует эталонный сигнал частоты и (или) времени — сигнал, несущий информацию о размерах единиц частоты и (или) времени и предназначенный для передачи от государственного эталона времени и частоты средствам потребителей по различным каналам связи.

Основные методы измерения частоты:

- **Метод прямого счёта.** Производится подсчёт количества импульсов входного сигнала за фиксированный промежуток времени (интервал счёта или интервал измерения).

- **Метод обратного счёта.** Выполняется подсчёт количества импульсов эталонного генератора за один или несколько периодов исследуемого входного сигнала.

- **Метод линейной развёртки.** Сигнал измеряемой частоты подаётся на вход осциллографа, измеряется интервал времени, в который попадает целое число N периодов сигнала.

- **Метод синусоидальной развёртки (фигур Лиссажу).** К отклоняющим пластинам Y подводят напряжение измеряемой частоты f_y , а к пластинам X — напряжение от образцового генератора с частотой $f_0 = f_x$. При этом частоту f_0 изменяют до тех пор, пока на экране осциллографа не получится наиболее простая и неподвижная фигура Лиссажу.

24. **Частотомеры** — приборы, которые измеряют частоту, период, временной интервал, длительность импульса, скважность, количество импульсов, разность фаз и отношение частот. Есть разные виды частотомеров, например:

- **Резонансные.** Используют явление электрического резонанса. Применяются в основном в диапазоне СВЧ.
- **Электронно-счётные.** Работают в диапазоне СВЧ, для измерений применяют делители частот, методы переноса частоты и дискретного гетеродинамирования.

Измерение спектра электрических сигналов может осуществляться с помощью специальных приборов, например универсального ЭЛО С1-77. Он предназначен для исследования формы электрических сигналов путём визуального наблюдения в диапазоне частот от 0 до 10 МГц, измерения размахов в диапазоне от 0,01 до 200 В и временных интервалов от $0,08 \cdot 10^{-6}$ до 0,4 с.

Измерение фазового сдвига (сдвига фаз) происходит с помощью фазометров, или измерителей фазовых сдвигов. Фазовым сдвигом называют модуль разности начальных фаз двух гармонических сигналов одинаковой частоты. Для измерения фазового сдвига используют, например, способ преобразования фазового сдвига в интервал времени. Суть метода в том, что два гармонических напряжения преобразуют в две периодические последовательности коротких импульсов, соответствующих моментам изменения знака каждого напряжения с производными одинакового знака. Затем измеряют отношение интервала времени между ближайшими импульсами разных сигналов к таковому одного.

25. Для измерения линейных размеров используют, например:

- **Штангенциркули.** Применяются для измерения наружных и внутренних линейных и диаметральных размеров контактным методом. Бывают электронными и ручными.
- **Штангенглубиномеры.** Разработаны для измерения глубины пазов и каналов. Выпускаются в электронном или ручном исполнении.
- **Линейки.** Предназначены для выявления отклонений поверхностей предметов от плоскостных и прямолинейных показателей.
- **Шаблоны.** Сделаны в виде связки соединённых друг с другом пластин. Радиусные модели предназначены для определения радиуса кривизны поверхностей.
- **Щупы.** Изготавливаются в виде тонких пластин и продаются комплектами.
- **Микрометры.** Ручной инструмент для определения линейных размеров деталей. Подразделяются на гладкие, рычажные, листовые, трубные, призматические и другие.
- **Нутромеры.** Предназначены для определения размеров пазов, отверстий и внутренних отверстий. Подразделяются на микрометрические и индикаторные. Первые используются для получения абсолютных значений, индикаторные — для относительных.
- **Кронциркули.** Простой измерительный инструмент, предназначенный для замера линейных размеров, сравнения реальных значений с эталонными, получения значений стенок с выступами и другого.
- **Концевые меры длины.** Состоят из наборов плиток, соединённых посредством сил трения. Используются для контроля точности измерительных приборов, разметки и других операций.
- **Штангензубомеры.** Предназначены для определения размера зубьев шестерёнок и реек с помощью горизонтальной и вертикальной штанг.
- **Штангенрейсмас.** Ручной прибор, используемый для определения высоты выступа и разметки деталей.

Приборах для измерения угловых размеров:

- **Угловые призматические меры.** Служат для хранения и передачи единицы плоского угла, градуировки угломерных приборов, а также для непосредственных измерений. Выпускаются в виде наборов плиток с градацией, например, 2 градуса, 1 градус.
- **Угольники поверочные.** Предназначены для проверки и разметки прямых углов, для контроля изделий при сборке или монтаже.

- **Угломеры.** При абсолютных измерениях величина угла определяется непосредственно в угловых единицах с помощью угломеров, делительных головок, микроскопов и других приборов.

- **Гониометр.** Прибор для лабораторного измерения углов.

- **Кипрегель.** Геодезический угломерный инструмент, который состоит из металлической линейки с уровнем и прикреплённой к ней колонки, в верхней части которой на горизонтальной оси размещены зрительная труба с вертикальным кругом.

- **Буссоль.** Прибор для измерения горизонтальных углов между магнитным меридианом и направлением (азимутом) на какой-либо предмет.

Для измерения углов используют, например:

- транспортирные и универсальные угломеры;
- синусные линейки;
- универсальные оптические и делительные головки.

Приборы для измерения скорости:

- **Тахометры.** Измерители скорости вращения. Например, карманный тахометр Testo 460 0560 0460, универсальный тахометр Zipmarine 5626, комбинированный тахометр МЕГЕОН 18003 и другие.

- **Спидометры.** Измеряют скорость, скоростной режим транспортного средства.

- **Нефоскопы.** Используются для измерения скорости и направления движения облаков.

Приборы для измерения массы:

- **Весы.** Например, контрольные весы, которые измеряют вес изделий на конвейерной линии.

- **Масс-спектрометры.** Измеряют отношение массы к заряду, а не массу ионизированных частиц.

- **Garpix 3D Scan Large.** Программно-аппаратный комплекс, который за секунду измеряет габаритные размеры и массу объектов. Управление происходит с помощью нейросетевого алгоритма с тремя типами датчиков: ИК-датчик, устройство измерения глубины, RGB-камера.

Ответы на вопросы к экзамену

1. Некоторые основные понятия метрологии:

- **Физическая величина** — одно из свойств физического объекта, общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

- **Единица измерения физической величины** — физическая величина фиксированного размера, которой условно присвоено числовое значение, равное 1, применяемая для количественного выражения однородных с ней физических величин.

- **Система единиц физических величин** — совокупность основных и производных единиц физических величин, относящихся к некоторой системе величин.

- **Размер физической величины** — количественная определённая физическая величина, присущая конкретному материальному объекту, системе, явлению или процессу.

- **Значение физической величины** — выражение размера физической величины в виде некоторого числа принятых для неё единиц.

- **Истинное значение физической величины** — значение физической величины, которое идеальным образом характеризует в качественном и количественном отношении соответствующую физическую величину.

- **Действительное значение физической величины** — значение физической величины, полученное экспериментальным путём и настолько близкое к истинному значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него.

- **Измерение физической величины** — совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения измеряемой величины с её единицей и получение значения этой величины.

- **Результат измерения физической величины** — установленное значение величины, характеризующей свойство физического объекта, представляемое действительным числом с принятой размерностью.

- **Точность измерений** — одна из характеристик измерения, отражающая близость к нулю погрешности результата измерения.

- **Средство измерений** — техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.

- **Мера физической величины** — средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью.

2.. Некоторые основные этапы развития метрологии:

- **Древний мир и средние века:** не существовало метрологической службы, но имелись сведения о применении образцовых мер и хранении их в церквях и монастырях, а также о ежегодных поверках средств измерений. Например, «золотой пояс» великого князя Святослава Ярославовича служил образцовой мерой длины.

- **1790 год:** во Франции приняли в качестве единицы длины метр — одну сорокамиллионную часть земного меридиана.

- **1832 год:** Карл Гаусс создал абсолютные системы единиц.

- **1835 год:** в России утвердили эталоны массы и длины — платиновый фунт и платиновая сажень.

- **1841 год:** в России открыли Депо образцовых мер и весов.

- **1875 год:** 17 государствами, включая Россию, подписана Метрическая конвенция, созданы международные и национальные прототипы килограмма и метра.

- **1893 год:** по инициативе Д. И. Менделеева учредили Главную палату мер и весов в Санкт-Петербурге.

- **1918 год:** Совнарком РСФСР издал декрет «О введении Международной метрической системы мер и весов».

- **1960 год:** разработана и установлена Международная система единиц (СИ).

- **С 1981 года:** в СССР установили применение Международной системы единиц (СИ).

- **1973 год:** утвердили Государственную систему обеспечения единства измерений (ГСИ), регламентирующую все стороны метрологической деятельности.

- **1993 год:** принят закон РФ «Об обеспечении единства измерений», установлена ответственность за нарушение правовых норм и обязательных требований стандартов в области единства измерений и метрологического обеспечения.

3. Основное понятие, которое является объектом метрологии — **физическая величина**.

Это одно из свойств физического объекта, общее в качественном отношении для многих объектов, но индивидуальное для каждого в количественном отношении.

Другие объекты метрологии:

- **Единица физической величины.** Это физическая величина фиксированного размера, которой условно присвоено числовое значение, равное единице.

- **Измерение.** Количественная и качественная оценка физического объекта с помощью средств измерения.

- **Погрешность измерений.** Отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

- **Метод измерений.** Приём или совокупность приёмов сравнения измеряемой физической величины с её единицей в соответствии с реализованным принципом измерений.

- **Средство измерений.** Техническое устройство, предназначенное для измерений и имеющее нормированные метрологические характеристики.

4. **Метрология** (от греч. «метро» — мера, «логос» — учение) — наука об измерениях, методах и средствах обеспечения единства и требуемой точности измерений.

Основное понятие метрологии — измерение. Это нахождение значения физической величины с помощью специальных технических средств.

Некоторые другие важные понятия метрологии:

- **Физическая величина** — одно из свойств физического объекта, общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого физического объекта.

- **Единица физической величины** — физическая величина фиксированного размера, которой условно присвоено числовое значение, равное единице, и которое применяется для количественного выражения однородных с ней физических величин.

- **Средство измерения** — техническое средство, имеющее нормированные метрологические характеристики. К ним относятся измерительный прибор, мера, измерительная система, измерительный преобразователь, совокупность измерительных систем.

- **Принцип измерений** — совокупность физических явлений, на которых базируются измерения.

- **Метод измерений** — совокупность приёмов и принципов использования технических средств измерений.

- **Погрешность измерений** — это незначительное различие между истинными значениями физической величины и значениями, полученными в результате измерения.

- **Единство измерений** — состояние измерений, когда их результаты выражены в узаконенных единицах, а погрешности известны и не выходят за установленные пределы с заданной вероятностью.

5. **Физическая величина** в метрологии — это одно из свойств физического объекта (явления или процесса), общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

Единица физической величины — физическая величина фиксированного размера, которой условно присвоено значение, равное единице, и которая применяется для количественного выражения однородных физических величин.

Некоторые основные физические величины:

- **Длина** (механика) — метр.
- **Масса** (механика) — килограмм.
- **Время** (механика) — секунда.
- **Сила электрического тока** (электричество) — ампер.
- **Термодинамическая температура** (теплота) — кельвин.
- **Сила света** (оптика) — кандела.
- **Количество вещества** (молекулярная физика, термодинамика и химия) — моль.

Также в Международной системе единиц есть **дополнительные единицы**: единица измерения плоского угла — радиан, единица измерения телесного угла — стерadian.

6. **Точность измерений** — качество измерений, отражающее близость их результатов к истинному значению измеряемой величины, при этом в примечании указывалось на возможность количественного выражения точности величиной, обратной модулю относительной погрешности;

Точность средства измерений — качество средства измерений, отражающее близость к нулю его погрешностей.

Изменение значения понятия точность применительно к измерениям произошло с публикацией в 1994 году первой части международного стандарта ISO 5725. Понятие точность измерений согласно РМГ 29-2013 описывает качество измерений в целом, объединяя понятия *правильность измерений* и *прецизионность измерений*^[1]. Термины *правильность* и *прецизионность* до появления в 2002 году ГОСТ Р ИСО 5725 в отечественных нормативных документах по метрологии не использовались.

Применительно к средству измерений считается, что чем меньше его погрешность, тем точнее средство измерений.

3.6. Критерии оценивания

Критерии оценки экзамена/зачета с оценкой

Оценка «5» - «отлично» выставляется обучающемуся, если демонстрируются всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, глубоко усвоивший основную и дополнительную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических, семинарских, лабораторных занятиях, разбирающийся в основных научных концепциях по изучаемой дисциплине, проявивший творческие способности и научный подход в понимании и изложении учебного программного материала, ответ отличается богатством и точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично.

Оценка «4» - «хорошо» выставляется обучающемуся, если демонстрируются достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических, семинарских, лабораторных занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению.

Оценка «3» - «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если демонстрируются знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических (семинарских) и лабораторных занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, однако допустивший погрешности при их выполнении и в ответе на экзамене, но обладающий необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя наиболее существенных погрешностей.

Оценка «2» - «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если обнаруживаются пробелы в знаниях или отсутствие знаний по значительной части основного учебно-программного материала, не выполнившего самостоятельно предусмотренные программой основные задания, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не отработавшему основные практические, семинарские, лабораторные занятия, допускающему существенные ошибки при ответе, и который не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Критерии оценки для тестирования:

- «5» - 85-100% верных ответов
- «4» - 69-84% верных ответов
- «3» - 51-68% верных ответов
- «2» - 50% и менее

4. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ОПЦ.07 Метрология и электротехнические измерения.
Основные источники

1. Волегов, Алексей Сергеевич. Метрология и измерительная техника: электронные средства измерений электрических величин : учебное пособие для СПО / Алексей Сергеевич, Дмитрий Сергеевич, Елена Александровна ; А. С. Волегов, Д. С. Незнахин, Е. А. Степанова. - Москва : Юрайт, 2022. - 103 с.
- (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-10717-3 : 359.00. URL: <https://urait.ru/bcode/475923>
2. Латышенко, Константин Павлович. Метрология и измерительная техника. Лабораторный практикум : учебное пособие для СПО / Константин Павлович, Светлана Александровна ; К. П. Латышенко, С. А. Гарелина. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 186 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-07352-2 : 649.00. URL: <https://urait.ru/bcode/491310>
3. Метрология. Теория измерений : учебник для СПО / Татьяна Ивановна [и др.] ; В. А. Мещеряков, Е. А. Бадеева, Е. В. Шалобаев ; под общей редакцией Т. И. Мурашкиной. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 167 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-08652-2 : 599.00. URL: <https://urait.ru/bcode/491650>
4. Сергеев Алексей Георгиевич. Метрология: учебник и практикум для СПО / Алексей Георгиевич ; А. Г. Сергеев. - 3-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 322 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-04313-6 : 1279.00. URL: <https://urait.ru/bcode/489965>
5. Хамадулин, Энуар Фатович. Основы радиоэлектроники: методы и средства измерений : учебное пособие для СПО / Энуар Фатович ; Э. Ф. Хамадулин. - Москва : Юрайт, 2022. - 365 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-10396-0 : 1149.00. URL: <https://urait.ru/bcode/495303>
6. Шишмарёв, Владимир Юрьевич. Электрорадиоизмерения : учебник для СПО / Владимир Юрьевич, Владимир Иванович ; В. Ю. Шишмарёв, В. И. Шанин. - 3-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 345 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-08586-0 : 1359.00. URL: <https://urait.ru/bcode/493170>
7. Шишмарёв, Владимир Юрьевич. Электрорадиоизмерения. Практикум : практическое пособие для СПО / Владимир Юрьевич ; В. Ю. Шишмарёв. - 3-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 234 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-08588-4 : 779.00. URL: <https://urait.ru/bcode/515346>

Основные электронные издания

1. Жилин, Роман Анатольевич. Средства измерений: лабораторный практикум [Текст] : учебное пособие / Жилин Роман Анатольевич, Жулай Владимир Алексеевич ; ФГБОУ ВО «Воронеж. гос. техн. ун-т». - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2018. - 91 с. : ил. : табл. - Библиогр.: с. 81 (9 назв.). - ISBN 978-5-7731-0609-8 : 30-52.
2. Лукашкин, В. Г. Эталоны и стандартные образцы в измерительной технике. Электрорадиоизмерения [Электронный ресурс] / В. Г. Лукашкин, М. Ф. Булатов ; В. Г.

Лукашкин, М. Ф. Булатов. - Воронеж : Техносфера, 2018. - 63 с. - ISBN 978-5-94836-512-1. URL: <http://www.iprbookshop.ru/93354.html>

3. Перемитина, Т.О. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. О. Перемитина ; Т.О. Перемитина. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. - 150 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/72129.html>

4. Рачков, Михаил Юрьевич. Технические измерения и приборы : учебник и практикум для СПО / Михаил Юрьевич ; М. Ю. Рачков. - 3-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 151 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-10718-0689.00. URL: <https://urait.ru/bcode/517984>

2. Электрорадиоизмерения. Базовые принципы определения параметров акустических сигналов. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / С. В. Быков [и др.] ; Быков С. В., Коптев Е. С., Рожков С. А., Савиных М. А.; Коптев Е. С., Рожков С. А., Савиных М. А. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 72 с. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-507-45080-0. URL: <https://e.lanbook.com/book/284165>

Интернет - ресурсы:

1. <https://multiurok.ru/files/kurs-lektsii-po-distipline-metrologiia-standartiz.html?ysclid=m77ol8u7i282368592>
2. https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/117118/1/978-5-7996-3541-1_2022.pdf
3. https://dgunh.ru/content/glavnay/ucheb_deyatel/uposob/up-fgos-markkomm-9.pdf
4. https://op.vlsu.ru/fileadmin/Programmy/Kolledg/11.02.01/Metod_doc/2019/Metod_1_ek_MSiS_2019_01072022.pdf
5. <https://nsportal.ru/shkola/materialy-metodicheskikh-obedinenii/library/2015/01/21/konspekt-lektsiy-po-distipline>
6. https://kpfu.ru/staff_files/F1908578614/%CC%D1%D1%20%EB%E5%EA%F6%E8%E8.pdf
7. <https://portal.tpu.ru/SHARED/w/WAW/education%20work/metrology/Tab1/Lecture.pdf>
8. <http://www.lib.krsu.edu.kg/uploads/files/public/8935.pdf>
9. https://moodle.kstu.ru/pluginfile.php/367537/mod_resource/content/1/%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8.pdf
10. https://op.vlsu.ru/fileadmin/Programmy/Bacalavr_academ/23.03.01/Metod_doc/Metod Metrologia Pr Srs 230301_06042015.pdf
11. <https://nsportal.ru/npo-spo/metallurgiya-mashinostroenie-i-materialoobrabotka/library/2014/03/01/sbornik-zadaniy-k>
12. <https://kamtechprom.ru/download/Metrologia-TE.pdf>
13. <https://lib.kgmtu.ru/wp-content/uploads/no-category/20cft.pdf>
14. https://dgunh.ru/content/files/2018/lab_prakt_ms_TPOP.pdf