

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)  
Институт информационных технологий и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института



А. А. Галкин

2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**« МЕТРОЛОГИЯ И ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА »**

Направление подготовки / специальность

*27.03.04 Управление в технических системах*

Направленность (профиль) подготовки

*Управление и информатика в технических системах*

Владимир  
2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Метрология и измерительная техника» является формирование у студентов знаний: о теоретических основах метрологии и стандартизации; о принципах действия средств измерений; о современных методах измерений различных физических величин; о современных тенденциях развития электроники и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности по управлению в технических системах

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Метрология и измерительная техника» является обязательной дисциплиной учебного плана направления 270304.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции <i>(код, содержание индикатора)</i>	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-8 Способен выполнять наладку измерительных и управляющих средств и комплексов, осуществлять их регламентное обслуживание.	ОПК-8.1. Знает регламент обслуживания измерительных и управляющих средств и комплексов. ОПК-8.2. Умеет: выполнять наладку измерительных и управляющих средств и комплексов. ОПК-8.3. Владеет навыками регламентного обслуживания.	Знает понятие и классификацию эталонов единиц физических величин в зависимости от метрологического назначения, основные сведения об эталонах единиц наиболее распространённых физических величин Умеет: грамотно применять в профессиональной практической деятельности знания по организации метрологического обеспечения при проектировании, исследовании, производстве и эксплуатации систем и средств управления Владеет: навыками выбора метода измерений, необходимого для проведения исследований конкретных физических величин	

<p>ОПК-9 Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств.</p>	<p>ОПК-9.1. Знает методики выполнения экспериментов и обработки результатов с применением современных информационных технологий и технических средств. ОПК-9.2. Умеет анализировать современные методики проведения и обработки результатов эксперимента. ОПК-9.3. Владеет навыками выполнения экспериментов по проверке корректности научно обоснованных решений в области управления в технических системах.</p>	<p>Знает: теоретические основы метрологии и стандартизации. Умеет: применять в практической профессиональной деятельности базовые знания по принципам действия современных средств измерений физических величин; организацию и порядок обработки результатов экспериментальных исследований с применением информационных технологий и технических средств Владеет: навыками снятия показаний с основных типов шкал измерений физических величин, используемых в современных средствах измерений</p>	
---	--	---	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости и, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	В форме практической подготовки		
1	<b>Тема №1. <u>Введение. Теоретические основы метрологии.</u></b> 1.1 Введение. Общие сведения об измерении и метрологии.	5	1	1				4	
2	1.2 Основные термины метрологии и классификация физических величин.	5	2	1				4	

3	1.3 Системы физических величин и их единиц.	5	3	1			4	
4	1.4 Эталоны физических величин и передача размеров единиц физических величин.	5	4	1			4	
5	1.5 Классификация и краткая характеристика видов и методов измерений.	5	5	1			4	
6	1.6 Классификация и понятие основных погрешностей измерений	5	6	1			4	
7	1.7 Методы обработки результатов измерений	5	7	1			4	
8	<b><u>Тема № 2. Принципы действия и основы применения измерительной техники.</u></b> 2.1 Исследование аналоговых электромеханических амперметров, вольтметров и ваттметров.	5	8-9	2			4	
9	2.2 Исследование электронного осциллографа	5	10	1		2	5	
10	2.3 Исследование методов применения электронных осциллографов	5	11	1		2	5	<u>Рейтинг-контроль 1</u>
11	2.4 Исследование электронных вольтметров	5	12	1		2	5	
12	2.5 Исследование измерительных генераторов непрерывных сигналов.	5	13	1		2	5	
13	2.6 Исследование параметров компонентов электрических цепей с сосредоточенными постоянными цифровыми средствами измерений	5	14	1		2	5	<u>Рейтинг-контроль 2</u>
14	2.7 Исследование параметров полупроводниковых приборов методом прямых многократных измерений цифровыми средствами измерений	5	15	1		2	5	
15	2.8 Исследование параметров аналоговых электрических измерительных сигналов с помощью осциллографа.	5	16	1		2	5	
16	2.9 Проверка типовых средств электрических измерений различными методами	5	17-18	2		2	5	<u>Рейтинг-контроль 3.</u>
<b>Всего за 5 семестр:</b>				18		18	72	Зачёт
Наличие в дисциплине КП/КР								
<b>Итого по дисциплине</b>				18		18	72	зачет

## Содержание лекционных занятий по дисциплине

### **Тема №1. Введение. Теоретические основы метрологии**

- 1.1 Введение. Общие сведения об измерении и метрологии.
- 1.2 Основные термины метрологии и классификация физических величин.
- 1.3 Системы физических величин и их единиц.
- 1.4 Эталоны физических величин и передача размеров единиц физических величин.
- 1.5 Эталоны физических величин и передача размеров единиц физических величин.
- 1.6 Классификация и понятие основных погрешностей измерений
- 1.7 Методы обработки результатов измерений

### **Тема № 2. Принципы действия и основы применения измерительной техники**

- 2.1. Исследование аналоговых электромеханических амперметров, вольтметров и ваттметров.
- 2.2. Исследование электронного осциллографа
- 2.3. Исследование методов применения электронных осциллографов
- 2.4. Исследование электронных вольтметров
- 2.5. Исследование методов применения электронных осциллографов
- 2.6. Исследование параметров компонентов электрических цепей с сосредоточенными постоянными цифровыми средствами измерений
- 2.7. Исследование параметров полупроводниковых приборов методом прямых многократных измерений цифровыми средствами измерений
- 2.8. Исследование параметров аналоговых электрических измерительных сигналов с помощью осциллографа
- 2.9 Поверка типовых средств электрических измерений различными методами

## Содержание лабораторных занятий по дисциплине

1. Функциональная схема, принцип её действия, уравнение шкалы, частотный диапазон, собственная потребляемая мощность, класс точности, области применения, достоинства и недостатки **магнитоэлектрического** измерительного механизма электромеханических измерительных приборов.
2. Функциональная схема, принцип её действия, уравнение шкалы, частотный диапазон, собственная потребляемая мощность, класс точности, области применения, достоинства и недостатки **электромагнитного** измерительного механизма электромеханических измерительных приборов.
3. Функциональная схема, принцип её действия, уравнение шкалы, частотный диапазон, собственная потребляемая мощность, класс точности, области применения, достоинства и недостатки **электродинамического** измерительного механизма электромеханических измерительных приборов.
4. Функциональная схема, принцип её действия, уравнение шкалы, частотный диапазон, собственная потребляемая мощность, класс точности, области применения, достоинства и недостатки **электростатического** измерительного механизма электромеханических измерительных приборов.
5. Устройство, принцип действия, схема включения электродинамического ваттметра.
6. Собрать схему и произвести измерение выходного напряжения источника питания постоянного тока.
7. Собрать схему и произвести измерение выходного напряжения измерительного генератора вольтметром переменного рода тока.

8. Собрать схему и произвести измерение выходного тока источника питания постоянного тока.
9. Собрать схему и произвести измерение мощности потребляемой активным сопротивлением методом «амперметра-вольтметра».
10. Собрать схему и произвести измерение мощности потребляемой активным сопротивлением с помощью электродинамического ваттметра.
11. Упрощенная структурная схема универсального электронного осциллографа и принцип её действия.
12. Провести опробование универсального электронного осциллографа перед проведением им измерений.
13. Провести измерение выходного (выходных) напряжения (й) калибратора универсального осциллографа.
14. Провести балансировку выходов усилителей универсального электронного осциллографа.
15. Провести калибровку универсального электронного осциллографа для проведения амплитудных измерений параметров электрических сигналов.
16. Провести калибровку универсального электронного осциллографа для проведения измерений временных параметров электрических сигналов.
17. Провести измерение амплитудных параметров аналогового сигнала выдаваемого генератором сигналов специальной формы с помощью универсального электронного осциллографа.
18. Провести измерение временных параметров аналогового сигнала выдаваемого генератором сигналов специальной формы с помощью универсального электронного осциллографа.
19. Провести измерение амплитудных и временных параметров последовательности прямоугольных импульсов на выходе генератора прямоугольных импульсов с помощью универсального электронного осциллографа.
20. Провести измерение амплитудных и временных параметров амплитудно-модулированного сигнала, выдаваемого измерительным генератором с помощью универсального электронного осциллографа.
21. Провести измерение пульсаций выходного напряжения источника питания постоянного тока с помощью универсального электронного осциллографа.
22. Упрощенная структура цифрового вольтметра и принцип её действия.
23. Произвести измерение постоянного напряжения на выходе источника постоянного тока с помощью электронного вольтметра.
24. Произвести измерение синусоидального переменного напряжения методом непосредственной оценки на выходе измерительного генератора с помощью электронного вольтметра.
25. Произвести измерение активного сопротивления с помощью электронного вольтметра.
26. Провести измерение частоты сигнала измерительного генератора с помощью универсального электронного осциллографа.
27. Провести измерение амплитуды сигнала измерительного генератора с помощью универсального электронного осциллографа.
28. Определить амплитудно-частотную характеристику измерительного генератора с помощью универсального электронного осциллографа.
29. Определить амплитудно-частотную характеристику измерительного генератора с помощью электронного вольтметра.
30. Упрощенная структура цифрового мультиметра и принцип её действия.
31. Произвести измерение сопротивлений магазина сопротивлений с помощью мультиметра.
32. Произвести измерение сопротивления резисторов разных типоминалов с помощью мультиметра.

33. Произвести измерение электрической ёмкости конденсаторов разных типономиналов с помощью мультиметра.
34. Собрать схему и произвести измерение электрической ёмкости конденсатора методом «амперметра-вольтметра».
35. Провести измерение прямого сопротивления полупроводниковых диода разных типов с помощью мультиметра.
36. Провести измерение малосигнального параметра  $h_{21}$  разных типов биполярных транзисторов с помощью мультиметра.
37. Определить погрешность установки амплитуды выходного канала измерительного генератора импульсов Г5-54 при его поверке.
38. Определить погрешность установки выходного напряжения источника питания постоянного тока Б5-46 при его поверке.
39. Определить погрешность измерения аналогового вольтметра при его поверке.
40. Определить погрешность измерения аналогового электронного омметра при его поверке.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

**5.1. Текущий контроль успеваемости** (*рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3*).

### **Вопросы для проведения рейтинг-контроля 1**

1. Понятие в соответствии с РМГ 29-99 термина - измерение. Основные цели и задачи изучения дисциплины «Метрология и измерительная техника» («М и ИТ»).
2. Краткая история развития мировой и отечественной теории и практики измерений.
3. Понятие: метрологии в соответствии с РМГ 29-99, основной цели метрологии, треугольника наук и месте метрологии в этом треугольнике.
4. Перечень составных частей метрологии. Три самостоятельных раздела метрологии и их основное содержание.
5. Основные организации и службы РФ, действующие в области метрологии, и их основное назначение.
6. Основные качественные изменения в современной метрологии. Понятие виртуального прибора.
7. Понятие: свойства; величины; идеальной величины; реальной величины; Физической величины; измеряемой и оцениваемой физической величины; нефизической физической величины.
8. Понятие: значения, истинного, измеренного и действительного значения физической величины; погрешности; влияющей, постоянной и переменной физических величин; физического параметра.
9. Понятие: единицы физической величины; измерения; пассивной, активной и априорной информации.
10. Понятие: принципа, метода и методики измерения; объекта измерения; алгоритма, достоверности и правильности измерения; сходимости и воспроизводимости результатов измерения; размерности.
11. Основное уравнение измерения: его математическая запись; перечень, наименование и понятие входящих в него величин. Сущность любого простейшего измерения. Основные условия реализации процедуры элементарного прямо измерения. Понятие прямо измерения.

12. Классификация и краткая характеристика физических величин по признакам: вид описываемых явлений; наличие размерности.
13. Классификация и краткая характеристика физических величин по признакам: принадлежность к различным группам физических процессов; степень условной независимости от других величин.
14. Понятие системы ФВ, основных и производных ФВ. Правило записи названий систем ФВ через символы размерностей обозначений величин, принятых за основные - пример записи названия международной системы единиц в соответствии с этим правилом.
15. Перечень, сокращённые названия систем единиц ФВ, предшествовавших современной международной системе единиц и их основные единицы. Понятие системы единиц физических величин и основной единицы системы.
16. Краткая история возникновения и принятия Международной системы единиц СИ, основные преимущества данной системы единиц перед другими системами.
17. Требования предъявляемые ФЗ №102 от 18.06.2008 г. «Об обеспечении единства измерений» к единицам величин. Основные и дополнительные физические величины и их единицы международной системы единиц - их наименование; обозначение размерности, рекомендуемое обозначение в формулах; русское и международное обозначение единиц.
18. Понятие производной единицы ФВ; примеры производных единиц международной системы единиц, имеющих специальные наименования (наименование и размерность производной ФВ; наименование, обозначение и выражение записи единицы производной ФВ через единицы основных ФВ).
19. Правило установления производной единицы ФВ. Понятие когерентной и некогерентной производной единицы ФВ, примеры данных единиц ФВ. Два пути образования когерентной производной единицы ФВ, примеры их применения.
20. Выражение записи размерности производной физической величины  $Q$  в общем виде. Примеры записи размерностей производных физических величин и пояснения к ним. Правила написания обозначений единиц измерений системы СИ.

### **Вопросы для проведения рейтинг-контроля 2**

1. Основное правило для построения оптимальной системы единиц физических величин и пример его использования для геометрии и кинематики.
2. Современное понятие основных единиц измерения длины, времени и массы. Три уравнения связи, используемые для установления связей между единицами физических величин в геометрии, кинематике и динамике, и их применение в системе СИ для её оптимального построения.
3. Понятие основных единиц измерения, используемых при описании тепловых и электромагнитных процессов (явлений), уравнения связи, используемые для установления связей между этими единицами физических величин и применяемые в системе СИ для её оптимального построения.
4. Понятие основных единиц измерения, используемых при описании световых и химических процессов (явлений), уравнения связи, используемые для установления связей между этими единицами физических величин и применяемые в системе СИ для её оптимального построения.
5. Понятие дополнительных единиц физических величин системы СИ, основные уравнения по определению их единиц измерения, поясняющие рисунки, соотношения используемые для перевода их в внесистемные единицы - широко используемые на практике.
6. Понятие системных и внесистемных единиц физических величин. Перечень групп внесистемных единиц по отношению к единицам системы СИ, примеры единиц данных групп.



7. Численные значения, условные наименования, международные и русские обозначения множителей и приставок, используемых для образования десятичных кратных и дольных единиц ФВ. Примеры правильной и неправильной записи наименований и обозначений производных единиц с кратными и дольными приставками. Понятие логарифмических и относительных ФВ, Бела, децибела.
8. Понятие эталона единицы величины и единицы величины, в соответствии с ФЗ №102 от 26.06.2008г. «Об обеспечении единство измерений». Классификация эталонов в зависимости от метрологического назначения и соподчинённости, их понятие и основное назначение. Основные точностные характеристики эталонов.
9. Понятие вторичного эталона. Разновидности вторичных эталонов и их назначение.
10. Основные требования, предъявляемые к эталонам в соответствии с ФЗ №102 от 26.06.2008г. «Об обеспечении единство измерений».
11. Понятие и состав эталонной базы РФ. Структура передачи размеров единиц физических величин от эталонов до рабочих средств измерений.
12. Основные сведения об государственном эталоне единицы силы электрического постоянного тока (принцип воспроизведения единицы, состав основных технических средств и их взаимодействие, численные значения основных характеристик точности этого эталона).
13. Основные сведения об государственных эталонах единицы силы электрического переменного тока (принцип воспроизведения единицы, состав основных технических средств и их взаимодействие, численные значения основных характеристик точности этих эталонов).
14. Основные сведения об государственном эталоне единицы электродвижущей силы и напряжения постоянного тока (принцип воспроизведения единицы, состав основных технических средств и их взаимодействие, численные значения основных характеристик точности этого эталона).
15. Основные сведения об государственных эталонах единицы электродвижущей силы и напряжения переменного тока (принцип воспроизведения единицы, состав основных технических средств и их взаимодействие, численные значения основных характеристик точности этих эталонов).
16. Основные сведения об государственных эталонах времени и частоты; электрического сопротивления и электрической ёмкости (принцип воспроизведения единицы, состав основных технических средств и точность воспроизведения единицы).
17. Понятие следующих терминов, в соответствии с ФЗ №102 от 26.06.2008г. «Об обеспечении единство измерений»: поверка средства измерений; прослеживаемость; сличение эталонов единиц.
18. Понятие поверочных схем средств измерений, их классификация и краткая характеристика, состав поверочных схем.
19. Правила построения поверочных схем и варианты графического изображения элементов поверочных схем, требования к чертежам поверочных схем.
20. Пример оформления чертежа ведомственной (локальной) поверочной схем, а также пример оформления элементов поверочной схемы в соответствии с ГОСТ 8.061—80 «ГСИ. Поверочные схемы. Содержание и построение».
21. Классификация измерений на виды и их краткая характеристика по следующим признакам: по числу измерений; по условиям измерений; по точности оценки погрешности измерения; по характеру изменения измеряемой величины во времени.
22. Классификация измерений на виды и их краткая характеристика по следующим признакам: по способу представления результатов измерений; по способу связи с объектом измерения; по способу преобразования измеряемой величины и форме представления результата измерения.
23. Классификация измерений на виды и их краткая характеристика по признаку - способ получения результата измерения.

24. Классификация косвенных измерений на виды и их краткая характеристика по признаку - вид функциональной зависимости. Понятие совокупных измерений, пример их применения.
25. Понятие совместных измерений, пример их применения. Общее свойство косвенных, совокупных и совместных измерений, а также их различие. Классификация измерений на виды и их краткая характеристика по признаку - степень достаточности измерений.
26. Понятие метода измерений и принципа измерений в соответствии с ГОСТ 16263 –70 и РМГ 29 – 99. Примеры принципов измерений и их краткая характеристика.
27. Классификация методов измерений по четырём традиционным признакам классификации и их краткая характеристика.
28. Классификация методов измерений по совокупности приёмов использования принципов и средств измерений. Сущность метода непосредственной оценки и метода сравнения (в целом), разновидности метода сравнения, примеры применения указанных методов при измерениях различных физических величин.
29. Сущность дифференциального и нулевого методов измерений, разновидности нулевого метода, области применения и примеры практической реализации указанных методов при измерениях различных физических величин.
30. Сущность метода замещения, метода противопоставлений и метода совпадений, примеры практической реализации указанных методов при измерениях различных физических величин. Рекомендация по выбору метода измерения искомой физической величины.

### **Вопросы для проведения рейтинг-контроля 3**

1. Понятие погрешности измерения (результата измерения) и погрешности средства измерения, в соответствии с РМГ 29 – 99. Классификация и краткая характеристика погрешностей по признаку – форма числового выражения.
2. Классификация и краткая характеристика погрешностей по признаку – закономерности проявления.
3. Классификация и краткая характеристика систематических погрешностей признакам: вид источника; характер проявления.
4. Понятие грубой погрешности в соответствии с РМГ 29 - 99, причины возникновения грубых погрешностей, наиболее распространённые грубые погрешности, сущность методов выявления грубых погрешностей.
5. Классификация и краткая характеристик абсолютной и относительной погрешностей по признаку – зависимость погрешности от измеряемой величины.
6. Понятие класса точности средства измерений, его основной и дополнительной погрешности, нормальных условий измерений, в соответствии с РМГ 29 -99.
7. Правила округления результатов измерений.
8. Порядок нахождения среднего значения, абсолютной, относительной и приведенной погрешностей при обработке результатов прямых многократных равноточных измерений.
9. Основные этапы обработки результатов прямых многократных равноточных измерений при нахождении оценки измеряемой величины и доверительного интервала, в котором находится ее истинное значение.
10. Основные особенности обработки результатов прямых многократных неравноточных измерений.
11. Порядок нахождения абсолютной и относительной погрешности при обработке косвенных измерениях одной нормально распределённой ФВ.
12. Порядок нахождения абсолютной и относительной погрешности при обработке косвенных измерениях двух ФВ.

## 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачет,).

1. Понятие в соответствии с РМГ 29-99 термина - измерение. Основные цели и задачи изучения дисциплины «Метрология и измерительная техника» («М и ИТ»).
2. Краткая история развития мировой и отечественной теории и практики измерений.
3. Понятие: метрологии в соответствии с РМГ 29-99, основной цели метрологии, треугольника наук и месте метрологии в этом треугольнике.
4. Перечень составных частей метрологии. Три самостоятельных раздела метрологии и их основное содержание.
5. Основные организации и службы РФ, действующие в области метрологии, и их основное назначение.
6. Основные качественные изменения в современной метрологии. Понятие виртуального прибора.
7. Понятие: свойства; величины; идеальной величины; реальной величины; Физической величины; измеряемой и оцениваемой физической величины; нефизической физической величины.
8. Понятие: значения, истинного, измеренного и действительного значения физической величины; погрешности; влияющей, постоянной и переменной физических величин; физического параметра.
9. Понятие: единицы физической величины; измерения; пассивной, активной и априорной информации.
10. Понятие: принципа, метода и методики измерения; объекта измерения; алгоритма, достоверности и правильности измерения; сходимости и воспроизводимости результатов измерения; размерности.
11. Основное уравнение измерения: его математическая запись; перечень, наименование и понятие входящих в него величин. Сущность любого простейшего измерения. Основные условия реализации процедуры элементарного прямо измерения. Понятие прямого измерения.
12. Классификация и краткая характеристика физических величин по признакам: вид описываемых явлений; наличие размерности.
13. Классификация и краткая характеристика физических величин по признакам: принадлежность к различным группам физических процессов; степень условной независимости от других величин.
14. Понятие системы ФВ, основных и производных ФВ. Правило записи названий систем ФВ через символы размерностей обозначений величин, принятых за основные - пример записи названия международной системы единиц в соответствии с этим правилом.
15. Перечень, сокращённые названия систем единиц ФВ, предшествовавших современной международной системе единиц и их основные единицы. Понятие системы единиц физических величин и основной единицы системы.
16. Краткая история возникновения и принятия Международной системы единиц СИ, основные преимущества данной системы единиц перед другими системами.
17. Требования предъявляемые ФЗ №102 от 18.06.2008 г. «Об обеспечении единства измерений» к единицам величин. Основные и дополнительные физические величины и их единицы международной системы единиц - их наименование; обозначение размерности, рекомендуемое обозначение в формулах; русское и международное обозначение единиц.
18. Понятие производной единицы ФВ; примеры производных единиц международной системы единиц, имеющих специальные наименования (наименование и размерность производной ФВ; наименование, обозначение и выражение записи единицы производной ФВ через единицы основных ФВ).

19. Правило установления производной единицы ФВ. Понятие когерентной и некогерентной производной единицы ФВ, примеры данных единиц ФВ. Два пути образования когерентной производной единицы ФВ, примеры их применения.
20. Выражение записи размерности производной физической величины  $Q$  в общем виде. Примеры записи размерностей производных физических величин и пояснения к ним. Правила написания обозначений единиц измерений системы СИ.
21. Основное правило для построения оптимальной системы единиц физических величин и пример его использования для геометрии и кинематики.
22. Современное понятие основных единиц измерения длины, времени и массы. Три уравнения связи, используемые для установления связей между единицами физических величин в геометрии, кинематике и динамике, и их применение в системе СИ для её оптимального построения.
23. Понятие основных единиц измерения, используемых при описании тепловых и электромагнитных процессов (явлений), уравнения связи, используемые для установления связей между этими единицами физических величин и применяемые в системе СИ для её оптимального построения.
24. Понятие основных единиц измерения, используемых при описании световых и химических процессов (явлений), уравнения связи, используемые для установления связей между этими единицами физических величин и применяемые в системе СИ для её оптимального построения.
25. Понятие дополнительных единиц физических величин системы СИ, основные уравнения по определению их единиц измерения, поясняющие рисунки, соотношения используемые для перевода их в внесистемные единицы - широко используемые на практике.
26. Понятие системных и внесистемных единиц физических величин. Перечень групп внесистемных единиц по отношению к единицам системы СИ, примеры единиц данных групп.
27. Численные значения, условные наименования, международные и русские обозначения множителей и приставок, используемых для образования десятичных кратных и дольных единиц ФВ. Примеры правильной и неправильной записи наименований и обозначений производных единиц с кратными и дольными приставками. Понятие логарифмических и относительных ФВ, Бела, децибела.
28. Понятие эталона единицы величины и единицы величины, в соответствии с ФЗ №102 от 26.06.2008г. «Об обеспечении единство измерений». Классификация эталонов в зависимости от метрологического назначения и соподчинённости, их понятие и основное назначение. Основные точностные характеристики эталонов.
29. Понятие вторичного эталона. Разновидности вторичных эталонов и их назначение.
30. Основные требования, предъявляемые к эталонам в соответствии с ФЗ №102 от 26.06.2008г. «Об обеспечении единство измерений».
31. Понятие и состав эталонной базы РФ. Структура передачи размеров единиц физических величин от эталонов до рабочих средств измерений.
32. Основные сведения об государственном эталоне единицы силы электрического постоянного тока (принцип воспроизведения единицы, состав основных технических средств и их взаимодействие, численные значения основных характеристик точности этого эталона).
33. Основные сведения об государственных эталонах единицы силы электрического переменного тока (принцип воспроизведения единицы, состав основных технических средств и их взаимодействие, численные значения основных характеристик точности этих эталонов).
34. Основные сведения об государственном эталоне единицы электродвижущей силы и напряжения постоянного тока (принцип воспроизведения единицы, состав основных

- технических средств и их взаимодействие, численные значения основных характеристик точности этого эталона).
35. Основные сведения об государственных эталонах единицы электродвижущей силы и напряжения переменного тока (принцип воспроизведения единицы, состав основных технических средств и их взаимодействие, численные значения основных характеристик точности этих эталонов).
  36. Основные сведения об государственных эталонах времени и частоты; электрического сопротивления и электрической ёмкости (принцип воспроизведения единицы, состав основных технических средств и точность воспроизведения единицы).
  37. Понятие следующих терминов, в соответствии с ФЗ №102 от 26.06.2008г. «Об обеспечении единство измерений»: поверка средства измерений; прослеживаемость; сличение эталонов единиц.
  38. Понятие поверочных схем средств измерений, их классификация и краткая характеристика, состав поверочных схем.
  39. Правила построения поверочных схем и варианты графического изображения элементов поверочных схем, требования к чертежам поверочных схем.
  40. Пример оформления чертежа ведомственной (локальной) поверочной схем, а также пример оформления элементов поверочной схемы в соответствии с ГОСТ 8.061—80 «ГСИ. Поверочные схемы. Содержание и построение».
  41. Классификация измерений на виды и их краткая характеристика по следующим признакам: по числу измерений; по условиям измерений; по точности оценки погрешности измерения; по характеру изменения измеряемой величины во времени.
  42. Классификация измерений на виды и их краткая характеристика по следующим признакам: по способу представления результатов измерений; по способу связи с объектом измерения; по способу преобразования измеряемой величины и форме представления результата измерения.
  43. Классификация измерений на виды и их краткая характеристика по признаку - способ получения результата измерения.
  44. Классификация косвенных измерений на виды и их краткая характеристика по признаку - вид функциональной зависимости. Понятие совокупных измерений, пример их применения.
  45. Понятие совместных измерений, пример их применения. Общее свойство косвенных, совокупных и совместных измерений, а также их различие. Классификация измерений на виды и их краткая характеристика по признаку - степень достаточности измерений.
  46. Понятие метода измерений и принципа измерений в соответствии с ГОСТ 16263 –70 и РМГ 29 – 99. Примеры принципов измерений и их краткая характеристика.
  47. Классификация методов измерений по четырём традиционным признакам классификации и их краткая характеристика.
  48. Классификация методов измерений по совокупности приёмов использования принципов и средств измерений. Сущность метода непосредственной оценки и метода сравнения (в целом), разновидности метода сравнения, примеры применения указанных методов при измерениях различных физических величин.
  49. Сущность дифференциального и нулевого методов измерений, разновидности нулевого метода, области применения и примеры практической реализации указанных методов при измерениях различных физических величин.
  50. Сущность метода замещения, метода противопоставлений и метода совпадений, примеры практической реализации указанных методов при измерениях различных физических величин. Рекомендация по выбору метода измерения искомой физической величины.
  51. Понятие погрешности измерения (результата измерения) и погрешности средства измерения, в соответствии с РМГ 29 – 99. Классификация и краткая характеристика погрешностей по признаку – форма числового выражения.

52. Классификация и краткая характеристика погрешностей по признаку – закономерности проявления.
53. Классификация и краткая характеристика систематических погрешностей признакам: вид источника; характер проявления.
54. Понятие грубой погрешности в соответствии с РМГ 29 - 99, причины возникновения грубых погрешностей, наиболее распространённые грубые погрешности, сущность методов выявления грубых погрешностей.
55. Классификация и краткая характеристик абсолютной и относительной погрешностей по признаку – зависимость погрешности от измеряемой величины.
56. Понятие класса точности средства измерений, его основной и дополнительной погрешности, нормальных условий измерений, в соответствии с РМГ 29 -99.
57. Правила округления результатов измерений.
58. Порядок нахождения среднего значения, абсолютной, относительной и приведенной погрешностей при обработке результатов прямых многократных равноточных измерений.
59. Основные этапы обработки результатов прямых многократных равноточных измерений при нахождении оценки измеряемой величины и доверительного интервала, в котором находится ее истинное значение.
60. Основные особенности обработки результатов прямых многократных неравноточных измерений.
61. Порядок нахождения абсолютной и относительной погрешности при обработке косвенных измерениях одной нормально распределённой ФВ.
62. Порядок нахождения абсолютной и относительной погрешности при обработке косвенных измерениях двух ФВ.

### **Задания для самостоятельной работы студентов**

51. Классификация измерений на виды и их краткая характеристика по следующим признакам: по числу измерений; по условиям измерений; по точности оценки погрешности измерения; по характеру изменения измеряемой величины во времени.
52. Классификация измерений на виды и их краткая характеристика по следующим признакам: по способу представления результатов измерений; по способу связи с объектом измерения; по способу преобразования измеряемой величины и форме представления результата измерения.
53. Классификация измерений на виды и их краткая характеристика по признаку - способ получения результата измерения.
54. Классификация косвенных измерений на виды и их краткая характеристика по признаку - вид функциональной зависимости. Понятие совокупных измерений, пример их применения.
55. Понятие совместных измерений, пример их применения. Общее свойство косвенных, совокупных и совместных измерений, а также их различие. Классификация измерений на виды и их краткая характеристика по признаку - степень достаточности измерений.
56. Понятие метода измерений и принципа измерений в соответствии с ГОСТ 16263 –70 и РМГ 29 – 99. Примеры принципов измерений и их краткая характеристика.
57. Классификация методов измерений по четырём традиционным признакам классификации и их краткая характеристика.
58. Классификация методов измерений по совокупности приёмов использования принципов и средств измерений. Сущность метода непосредственной оценки и метода сравнения (в целом), разновидности метода сравнения, примеры применения указанных методов при измерениях различных физических величин.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронной библиотеке ВлГУ (дата обращения)
1	2	3
Основная литература		
Крутиков В.Н. Нормативно-правовое обеспечение единства измерений. Том 1 / Крутиков В.Н., Кононогов С.А., Золотаревский Ю.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2014.— 736 с.	2014	<a href="http://www.labyrinth.ru">www.labyrinth.ru</a>
Средства электрических измерений и их поверка (2-е издание) /под ред. Ким К. К. Изд-во: Лань, 2021. - 316	2021	<a href="https://radiohata.ru/textbook/3962-sredstva-jelektricheskikh-izmerenij-i-ih-poverka-2-e-izd.html">https://radiohata.ru/textbook/3962-sredstva-jelektricheskikh-izmerenij-i-ih-poverka-2-e-izd.html</a>
Латышенко, К. П. Метрология и измерительная техника. Лабораторный практикум : учебное пособие для среднего профессионального образования / К. П. Латышенко, С. А. Гарелина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 186 с. — ISBN 978-5-534-07352-2.	2021	<a href="https://urait.ru/bcode/471227">https://urait.ru/bcode/471227</a>
Дополнительная литература		
Мандель А.Е. Методы и средства измерения в волоконно-оптических телекоммуникационных системах: учебное пособие/ Мандель А.Е.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 120 с.	2015	
Барышев, Ю. А. Метрологические основы поверки и калибровки : учебное пособие / Ю. А. Барышев, Н. Н. Вострокнутов, Л. А. Романова. — Москва : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2018. — 72 с. — ISBN 978-5-93088-195-0.	2018	<a href="https://www.iprbookshop.ru/78182.html">https://www.iprbookshop.ru/78182.html</a>

Романова, Л. А. Метрологические основы поверки и калибровки средств электрических измерений : учебное пособие : / Л. А. Романова ; Академия стандартизации, метрологии и сертификации. – Москва : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2014. – 84 с.	2014	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=275595">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=275595</a>
Кудеяров Ю.А. Метрологическая экспертиза технической документации: учебное пособие/ Кудеяров Ю.А., Медовикова Н.Я.— Электрон. текстовые данные.— М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2015.— 128 с. ISBN 978-5-93088-155-4	2015	Search.rsl.ru
Латышенко К.П. Метрология и измерительная техника на базе измерительных преобразователей ОВЕН: лабораторный практикум/ Латышенко К.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 194 с.	2013	

## 6.2. Периодические издания

1. Журнал «Измерительная техника. Метрология»
2. Журнал «Законодательная техника. Метрология»
3. Журнал «Датчики и системы»
4. Журнал «Вестник метролога»
5. Журнал «Советник метролога»

## 6.3. Интернет-ресурсы

1. <http://www.iprbookshop.ru>
2. <http://antic-r.ru>
3. <http://knigalit.ru>
4. <http://www.mami.ru>
5. <http://ntb.donstu.ru>
6. <http://book.uraic.ru>
7. <http://window.edu.ru>
8. <http://www.akc.ru>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Лабораторные занятия проводятся в аудиториях кафедры ВТиСУ 117-3, 109-3.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: MATHCAD; VISIO; Word.



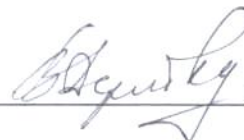
Рабочую программу составил д.т.н., профессор



А.И.Копейкин

Рецензент (представитель работодателя):

начальник лаборатории ЗАО «Автоматика»



В.М. Дерябин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ и СУ

Протокол № 1 от 31.08.2021 года

Заведующий кафедрой



В.Н. Ланцов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
Направления «Управление в технических системах (бакалавриат)»

Протокол № 1 от 31.08.21 года

Председатель комиссии



А.Б.Градусов