

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

А.А.Панфилов

« 18. » 11 2015 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### МЕТРОЛОГИЯ И ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль Управление и информатика в технических системах

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма проме- жуточного контроля (экз./зачет)
4	3/108	18	-	18	72	Зачёт
Итого	3/108	18	-	18	72	Зачёт

## ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Метрология и измерительная техника» являются 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, а также для прохождения производственной практики и выполнения студентами выпускной квалификационной работы.

### 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Метрология и измерительная техника» относится к дисциплинам базовой части ОПОП бакалавриата. Эта дисциплина изучается после окончания студентами бакалавриата 3-го семестра, а именно в 4-м семестре, по соответствующему направлению подготовки, предусмотренному ФГОС ВО. Поэтому требованиями к «входным» знаниям студентов является освоение ими таких предшествующих и параллельно изучаемых дисциплин, как: математика; физика; электротехника и электроника; программирование и основы алгоритмизации; Физические основы микроэлектроники; структуры и алгоритмы компьютерной обработки данных; применение ЭВМ в инженерных расчетах; теория решений изобретательских задач; вычислительные машины, системы и сети; математические основы теории систем.

Полученные знания и приобретённые навыки студентами по дисциплине «Метрология и измерительная техника» необходимы, как предшествующие, для изучения ими на следующих курсах обучения, в соответствии с учебным планом, таких дисциплин как: электротехника и электроника; Измерительные преобразователи и датчики; Теория автоматического управления; Моделирование систем управления; Технические средства автоматизации и управления; Микропроцессорная техника; Электромеханические системы; Промышленные контроллеры; Надежность систем управления; Проектирование, конструирование и технология изготовления систем управления; Автоматизированные информационно управляющие системы; Микроконтроллеры и устройства сопряжения с объектом; Информационные сети и

телекоммуникации; Идентификация и диагностика систем, а также для прохождения производственных и преддипломной практик, выполнения студентами выпускной квалификационной работы.

## **2. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Процесс изучения дисциплины «Метрология и измерительная техника» направлен на формирование следующих компетенций:

### **Общепрофессиональные компетенции (ОПК):**

**ОПК-7** – способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

#### **1) Знать:**

- теоретические основы метрологии и стандартизации (**ОПК-7**);
- принципы действия современных средств измерений физических величин (**ОПК-7**);
- современные методы измерения различных физических величин (**ОПК-7**);
- организацию метрологического обеспечения при проектировании, исследовании, производстве и эксплуатации систем и средств управления в промышленной и оборонной отраслях, в экономике, на транспорте, в сельском хозяйстве и медицине (**ОПК-7**);
- организацию и проведение экспериментов по заданной методике (**ОПК-7**);
- организацию и порядок обработки результатов экспериментальных исследований с применением информационных технологий и технических средств (**ОПК-7**);
- общие сведения о международной системе единиц, её основные и дополнительные величины, их единицы измерения, множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц (**ОПК-7**);
- понятие и классификацию эталонов единиц физических величин в зависимости от метрологического назначения, основные сведения об эталонах единиц наиболее распространённых физических величин (**ОПК-7**);
- структуру передачи размеров единиц физических величин от эталонов до рабочих средств измерений, понятие и классификацию поверочных схем средств измерений, правила их оформления (**ОПК-7**);

- понятие, классификацию и краткую характеристику современных методов измерений (ОПК-7);
- понятие и классификацию погрешностей измерений, классы точности средств измерений (ОПК-7);
- порядок проведения расчётов по оценке погрешностей результатов измерений физических величин (ОПК-7).

## **2) Уметь:**

- применять в практической профессиональной деятельности основополагающие знания о теоретических основах метрологии и стандартизации (ОПК-7);
- применять в практической профессиональной деятельности базовые знания по принципам действия современных средств измерений физических величин (ОПК-7);
- грамотно применять в профессиональной практической деятельности базовые знания и обладать способностями к анализу современных методов измерения различных физических величин и выбору необходимого и достаточного для организации метрологического обеспечения систем и средств автоматизации и управления (ОПК-7);
- грамотно применять в профессиональной практической деятельности знания по организации метрологического обеспечения при проектировании, исследовании, производстве и эксплуатации систем и средств управления в промышленной и оборонной отраслях, в экономике, на транспорте, в сельском хозяйстве и медицине (ОПК-7);
- грамотно применять в профессиональной практической деятельности знания по организации и порядку обработки результатов экспериментальных исследований с применением информационных технологий и технических средств (ОПК-7);
- грамотно применять в профессиональной практической деятельности знания по организации и проведению экспериментов по заданной методике (ОПК-7);
- грамотно применять в профессиональной практической деятельности знания по структуре передачи размеров единиц физических величин от эталонов до рабочих средств измерений, понятию и классификации поверочных схем средств измерений, правилах их оформления (ОПК-7);
- осуществлять построение структуры передачи размеров единиц физических величин в требуемых пределах поверочных схем средств измерений, в соответствии с правилами их оформления (ОПК-7);
- выполнять расчёты основных погрешностей измерений, правильно округлять и оформлять результаты измерений (ОПК-7);
- технически грамотно эксплуатировать современные и перспективные средства измерений физических величин (ОПК-7).

### 3) Владеть:

- навыками снятия показаний с основных типов шкал измерений физических величин, используемых в современных средствах измерений (ОПК-7);
- навыками в правильной записи обозначений и наименований единиц физических величин (ОПК-7);
- навыками грамотного применения множителей и приставок, рекомендуемых международной системой единиц, для образования десятичных кратных и дольных единиц (ОПК-7);
- навыками построения поверочных схем средств измерений, в соответствии с правилами их оформления (ОПК-7);
- навыками выбора метода измерений необходимого для проведения исследований конкретных физических величин (ОПК-7);
- навыками в организации и проведении экспериментов по заданной методике (ОПК-7);
- навыками в проведении проверок средств измерений физических величин (ОПК-7);
- навыками в проведении расчётов по оценке погрешностей результатов измерений физических величин, правилах округления результатов измерений, оформления результатов измерений (ОПК-7).

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу сту- дентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с приме- нением интерак- тивных методов (в часах / %)	Формы те- кущего контроля успеваемо- сти (по неделям семестра), форма про- межуточной аттестации (по семест- рам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Тема №1. <u>Введе-</u>	4		18	-	-	-	18		14/77,8	

	<b><u>ние. Теоретические основы метрологии.</u></b> 1.1 Введение. Общие сведения об измерении и метрологии.		1	2	-	-	-	2		1/50	
2	1.2 Основные термины метрологии и классификация физических величин.	4	3	2	-	-	-	2		1/50	
3	1.3 Системы физических величин и их единиц.	4	5, 7	4	-	-	-	4		3/75	
4	1.4 Эталоны физических величин и передача размеров единиц физических величин.	4	9	2	-	-	-	2		2/100	
5	1.5 Классификация и краткая характеристика видов и методов измерений.	4	11	2	-	-	-	2		2/100	
6	1.6 Классификация и понятие основных погрешностей измерений.	4	13	2	-	-	-	2		2/100	
7	1.7 Методы обработки результатов измерений	4	15, 17	4	-	-	-	4		3/75	
8	<b><u>Тема № 2. Принципы действия и</u></b>	4		-	-	18	-	54		9/50	

	<b><u>основы применения измерительной техники.</u></b> 2.1 Исследование аналоговых электромеханических амперметров, вольтметров и ваттметров.	4	2	-	-	2	-	6		1/50	
9	2.2 Исследование электронного осциллографа	4	4	-	-	2	-	6	4	1/50	
10	2.3 Исследование методов применения электронных осциллографов	4	6	-	-	2	-	6		1/50	<u>Рейтинг-контроль № 1</u>
11	2.4 Исследование электронных вольтметров.	4	8	-	-	2	-	6		1/50	
12	2.5 Исследование измерительных генераторов непрерывных сигналов.	4	10	-	-	2	-	6		1/50	
13	2.6 Исследование	4	12	-	-	2	-	6		1/50	<u>Рейтинг-</u>

	параметров компонентов электрических цепей с сосредоточенными постоянными цифровыми средствами измерений										контроль №2
14	2.7 Исследование параметров полупроводниковых приборов методом прямых многократных измерений цифровыми средствами измерений	4	14	-	-	2	-	6		1/50	
15	2.8 Исследование параметров аналоговых электрических измерительных сигналов с помощью осциллографа.	4	16	-	-	2	-	6		1/50	
16	2.9 Проверка типовых средств электрических измерений различными методами	4	18			2		6		1/50	<u>Рейтинг-контроль №3.</u>
Всего		4	18	18		18		72	-	23/63.9	Зачёт

#### 4. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе подготовки бакалавра по направлению **27.03.04 «Управление в технических системах»** в рамках дисциплины «Метрология и измерительная техника» применяются следующие методы активизации образовательной деятельности обучающихся:

1. **Методы ИТ** – на всех видах аудиторных занятий (лекциях и лабораторных занятиях) применяются компьютеры и электронные мультимедийные проекторы, позволяющие обеспечить для обучаемых и преподавателя повышение скорости обработки и передачи информации, а также удобное преобразование и структурирование информации для трансформации её в твёрдые знания обучаемых;
2. **Метод case-study** - на всех видах аудиторных занятий (лекциях и лабораторных занятиях) проводится анализ реальных проблемных ситуаций, имеющих место при решении практических измерительных задач в производственной и сфере оказания услуг, с целью повышения их качества.
3. **Метод проблемного обучения** - на всех видах аудиторных занятий (лекциях и лабораторных занятиях) создаются проблемные ситуации по ходу решаемых теоретических и практических задач метрологии, которые стимулируют студентов к самостоятельной «добыче» знаний, как во время проведения занятия, так и при внеаудиторной их работе, позволяющие разрешить созданную проблемную ситуацию.
4. **Метод контекстного обучения** - на всех видах аудиторных занятий (лекциях и лабораторных занятиях), а также при выполнении контрольной работы и промежуточной аттестации, проводимой в форме 3-х рейтингов и экзамена, создаются ситуации мотивации студентов к усвоению знаний путём выявления связей между конкретным знанием ими материала изучаемой дисциплины и его потенциальным применением в будущей профессиональной деятельности.
5. **Метод обучения на основе опыта** - на всех видах аудиторных занятий (лекциях и лабораторных занятиях) осуществляется активизация познавательной деятельности студентов за счёт ассоциации их собственного опыта, опыта преподавателя с материалом изучаемой дисциплины;
6. **Метод междисциплинарного обучения** - на всех видах аудиторных занятий (лекциях и лабораторных занятиях), а также при выполнении контрольной работы и промежуточной аттестации, проводимой в форме 3-х рейтингов и экзамена, за счёт использования знаний приобретённых ими ранее по другим дисциплинам, на основе жизненного опыта, осуществляется группирование и концентрирование этих знаний в контексте решаемых проблем и задач в области измерений различных физических величин, с целью повышения качества управления в технических системах на различных предприятиях;
7. **Метод опережающей самостоятельной работы** - на всех видах внеаудиторной работы студентов, позволяющий им самостоятельно изучать новый материал, кото-

рый задал преподаватель во время аудиторных занятий, до его изложения (освещения) преподавателем на лекциях или практических занятиях.

Кроме того, в рамках изучаемой дисциплины «Метрология и измерительная техника», предусмотрены встречи с представителями российских и международных учёных и специалистов на научных конференциях и семинарах, а также участие в мастер-классах экспертов и специалистов в области метрологии и управления в технических системах.

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

Для текущего контроля успеваемости студентов применяются, как правило, стандартные подходы (методы) контроля обучения. Стандартные методы проверки знаний для текущего контроля предусматривают: на лекции - проведение контрольного опроса 2-х, 3-х студентов в начале чтения лекций, с выставлением оценок, опрашиваемым в классный журнал и оглашения данных оценок по окончании чтения лекции, а также путем задания контрольных вопросов во время чтения лекции; на лабораторных занятиях – задание контрольных вопросов студентам по ранее изученному материалу дисциплины «Метрология и измерительная техника», как вначале проведения занятия, так и в процессе его проведения; контроль качества самостоятельного выполнения измерительных задач в соответствии с заданием на лабораторную работу; выставление оценок за качество и активность работы студентов, как на аудиторном занятии, так и во время самостоятельной работы при подготовке студентов к аудиторному занятию.

Кроме того, для текущего контроля, а также контроля самостоятельной работы осуществляется проведение в течение семестра трёх рейтинг-контрольных мероприятий на 6 - ой, 12 - ой и 18 - ой неделях, которые предусматривают выставление баллов, как за ответы на вопросы билетов по материалу лекций, так и с учётом оценок, полученных студентами за выполненные и защищённые лабораторные работы за отчётный период.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины «Метрология и измерительная техника» проводится в форме Зачёта.

### **5.1. Рейтинг-контроль**

#### **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 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.

### **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 равнооточных измерений при нахождении оценки измеряемой величины и доверительного интервала, в котором находится ее истинное значение.
10. Основные особенности обработки результатов прямых многократных неравнооточных 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. Зачёт**

Зачёт, как промежуточная форма аттестации, по итогам освоения дисциплины «Метрология и измерительная техника» проводится со студентами по билетам, в которых содержится два вопроса – один из теоретической части вопросов (из материалов лекций), а другой из практической части (из материалов лабораторных занятий) вопросов для подготовки студентов к экзамену.

### **Вопросы для подготовки студентов к зачёту по дисциплине «Метрология и измерительная техника»**

#### **Теоретическая часть (из лекций)**

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.

### **Практическая часть**

#### **(из лабораторных занятий)**

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 типонаименований 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.

### 5.3 Самостоятельная работа студентов

При изучении дисциплины «Метрология и измерительная техника» применяются следующие виды самостоятельной работы студентов:

1) Самостоятельное углубленное изучение студентами материала выносимого для проведения лекций и лабораторных занятий, используя рекомендуемую литературу по данной дисциплине, а также другие современные источники получения информации, включая информационные сети ВлГУ и других организаций и предприятий (вплоть до глобальных информационных компьютерных сетей);

2) Самостоятельная работа студентов при подготовке к трём рейтинг-контролям по вопросам, выносимым на данный вид текущего контроля, приведенных в п.п. 6.1 данной рабочей программы.

3) Самостоятельная работа студентов при подготовке к такой форме промежуточного контроля, как зачёт.

Контроль качества выполнения студентами первого и второго видов самостоятельной работы осуществляется преподавателем, как при текущем контроле знаний студентов во время проведения аудиторных занятий, так и при проведении трёх рейтинг-контролей. с учётом положения о балльно-рейтинговой системы контроля знаний студентов во Владимирском государственном университете.

Контроль качества выполнения студентами третьего вида самостоятельной работы, а именно по самостоятельной работе при подготовке к такой форме промежуточного контроля, как зачёт, осуществляется преподавателем при ответах студента на вопросы билета, с учётом положения о балльно-рейтинговой системы контроля знаний студентов во Владимирском государственном университете.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **а) Основная литература**

1. 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.
2. Ким К.К. Электрические измерения неэлектрических величин: учебное пособие/ Ким К.К., Анисимов Г.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014.— 136 с.
3. Латышенко К.П. Метрология и измерительная техника на базе измерительных преобразователей «Корунд» / Латышенко К.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 148 с.

### **б) Дополнительная литература**

1. 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.
2. Романова Л.А. Метрологические основы поверки и калибровки средств электрических измерений. Часть 1: учебное пособие/ Романова Л.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2013.— 18 с.

3. Крутиков В.Н. Нормативно-правовое обеспечение единства измерений. Том 2 / Крутиков В.Н., Кононогов С.А., Золотаревский Ю.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2015.— 504 с.
4. Кудеяров Ю.А. Метрологическая экспертиза технической документации: учебное пособие/ Кудеяров Ю.А., Медовикова Н.Я.— Электрон. текстовые данные.— М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2012.— 128 с.
5. 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.
6. Вострокнутов Н.Н. Поверка и калибровка измерительных преобразователей электрических величин: конспект лекций/ Вострокнутов Н.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2012.— 49 с.

#### **в) Программное обеспечение и интернет-ресурсы**

1. [www.vlsu.ru](http://www.vlsu.ru) → ГЛАВНАЯ → СТРУКТУРА УНИВЕРСИТЕТА → СТРУКТУРНЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ → БИБЛИОТЕКА → ВЛГУ → ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА → ЭЛЕКТРОННЫЙ КАТАЛОГ → ВХОД БЕЗ АВТОРИЗАЦИИ → ОСНОВНОЙ КАТАЛОГ → МАТЕРИАЛЫ → ТЕМАТИКА → ПОИСК →....
2. <http://www.iprbookshop.ru>
3. <http://antic-r.ru>
4. <http://knigalit.ru>
5. <http://www.mami.ru>
6. <http://ntb.donstu.ru>
7. <http://book.uraic.ru>
8. <http://window.edu.ru>
9. <http://www.akc.ru>

### **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Аудиторные занятия (лекции и лабораторные занятия) со студентами по учебной дисциплине «Метрология и измерительная техника» проводятся на основе материальной базы

кафедры «Управление качеством и техническое регулирование» в специализированной для изучения данной дисциплины мультимедийной аудитории 302 б учебного корпуса №2 ВлГУ.

При проведении всех видов занятий преподавателем используется: мультимедийный проектор, ноутбук, раздвижной экран, текстовая и графическая информация (представленная в электронном виде и в виде набора слайдов), стеклянная доска для работы с мелом, стенды с графической и текстовой информацией, измерительные приборы для проведения лабораторных занятий и контрольной работы, методические указания для выполнения лабораторных работ, классные столы и стулья, демонстрационные измерительные приборы, вопросы для подготовки рейтинговых контрольных мероприятий, билеты для проведения рейтинговых контрольных мероприятий, вопросы для подготовки к зачёту, билеты для проведения зачёта.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению «Управление в технических системах».

Профиль подготовки «Управление и информатика в технических системах».

Рабочую программу составил



В.Е.Куприянов  
доцент, к.т.н.

Рецензент  
Гл.метролог НПП «Автоматика»



К.В.Боровков

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

УКТР

Протокол № 3 от 16.11.2015 года

Заведующий кафедрой



Ю.А.Орлов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления «Управление в технических системах»

Протокол № 8 от 18.11.15 года

Председатель комиссии



А.Б. Градусов

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 16/17 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 22 от 21.09.16 года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 17/18 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 09.09.17 года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_