

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



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

А.А.Панфилов

« 09 » \_\_\_\_\_ 04 \_\_\_\_\_ 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ИЗМЕРЕНИЙ**

(наименование дисциплины)

**Направление подготовки** 27.03.01 Стандартизация и метрология

**Профиль подготовки** \_\_\_\_\_

**Уровень высшего образования** Бакалавриат

**Форма обучения** Очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
2	2/72	18	18	-	36	Зачёт, к.р.
Итого	2/72	18	18	-	36	Зачёт, к.р.

Владимир 2015

## ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Общая теория измерений» являются формирование у студентов знаний: о метрологическом обеспечении проектирования, производства, эксплуатации технических изделий и систем; о необходимости проведения непрерывного исследования производственных процессов с целью выявления производительных действий и потерь; о технологических основах формирования качества.

### 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина *«Общая теория измерений»* относится к **обязательным** дисциплинам вариативной части **Блока Б1** ОПОП бакалавриата (индекс Б1.В.ОД.6). Эта дисциплина изучается после окончания студентами бакалавриата 1-го семестра, а именно в 2-м семестре, по соответствующему направлению подготовки, предусмотренному **Федеральным** Государственным образовательным стандартом **ВО**. Поэтому требованиями к «входным» знаниям студентов является освоение ими таких предшествующих и параллельно изучаемых дисциплин, как: высшая математика; информатика; физика; химия; высшая математика; начертательная геометрия, информатика; экология; информационное обеспечение, базы данных; сети ЭВМ и средства коммуникаций

Полученные знания и приобретённые навыки студентами по дисциплине «Общая теория измерений» необходимы, как предшествующие, для изучения ими на следующих курсах обучения, в соответствии с учебным планом, таких дисциплин как: основы технологии производства; электротехника и электроника, метрология, основы конструирования средств измерений, теория вероятностей и математическая статистика, основы технического регулирования; программные статистические комплексы; информационно-измерительные системы; законодательная база метрологии, стандартизации и сертификации; электрические измерения; измерения механических величин; основы теории надёжности; планирование и организация эксперимента; системы менеджмента качества; безопасность жизнедеятельности; организация и технология испытаний; управление качеством; методы и средства измерений и контроля; прикладная метрология; теория и расчёт измерительных преобразователей и приборов; метрологическая экспертиза и нормоконтроль; автоматизация измерений, контроля и испытаний; 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 «Общая теория измерений» направлен на формирование следующих компетенций:

### **Профессиональные компетенции (ПК):**

**ПК-3** – способностью выполнять работу по метрологическому обеспечению и техническому контролю, использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

#### **1) Знать:**

- теоретические основы метрологического обеспечения проектирования, производства, эксплуатации технических изделий и систем (ПК-3);
- технологические основы формирования качества (ПК-3);
- основные термины и определения общей теории измерений (ПК-3);
- основные типы шкал измерений физических величин, используемых в современных средствах измерений (ПК-3);
- общие сведения о международной системе единиц, её основные и дополнительные величины, их единицы измерения, множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц (ПК-3);
- правила написания обозначений и наименований единиц физических величин (ПК-3);
- понятие, классификацию и краткую характеристику элементарных средств измерений, обобщённую структурную схему средства измерений и варианты её построения (ПК-3);
- понятие и классификацию погрешностей измерений (ПК-3);

#### **2) Уметь:**

- применять в практической профессиональной деятельности основополагающие знания о метрологическом обеспечении проектирования, производства, эксплуатации технических изделий и систем (ПК-3);
- применять в практической профессиональной деятельности базовые знания о технологических основах формирования качества (ПК-3);
- грамотно применять в профессиональной практической деятельности основные термины и определения общей теории измерений (ПК-3);

- различать типы шкал измерений физических величин, используемых в современных средствах измерений, и грамотно применять в профессиональной практической деятельности знания особенностей этих шкал (ПК-3);
- грамотно применять в профессиональной практической деятельности знания основных понятий систем физических величин и их единиц измерения (ПК-3);
- получать производные единицы измерения физических величин в различных системах единиц и правильно записывать обозначения и наименования единиц физических величин (ПК-3);
- определять структурную схему применяемого средства измерения, в соответствии с обобщенной схемой построения любого средства измерения, с целью его технически грамотной эксплуатации (ПК-3);
- выполнять расчёты основных погрешностей измерений, правильно округлять и оформлять результаты измерений (ПК-3);

### **3) Владеть:**

- навыками проведения непрерывного исследования производственных процессов с целью выявления производительных действий и потерь (ПК-3);
- навыками технологических основ формирования качества (ПК-3);
- навыками снятия показаний с основных типов шкал измерений физических величин, используемых в современных средствах измерений (ПК-3);
- навыками получения производных единиц измерения в различных системах единиц, в правильной записи обозначений и наименований единиц физических величин (ПК-3);
- навыками грамотного применения множителей и приставок, рекомендуемых международной системой единиц, для образования десятичных кратных и дольных единиц (ПК-3);
- навыками построения структурной схемы средства измерений для решения различных измерительных задач (ПК-3);
- навыками расчётов основных погрешностей измерений, округления и оформления результатов измерений (ПК-3).

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ 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	<b>Тема №1. <u>Введе- ние. Основные по- нятия общей тео- рии измерений. Системы физиче- ских величин.</u></b>  1.1 Введение. Фор- мально-логические основания измере- ния как процесса познания челове- ком окружающего мира.	2		12	8	-	-	20	-	10/50	
		2	1	2	-	-	-	2	-	1/50	
2	1.2 Получение про- изводных единиц измерения системы СИ.	2	2	-	2	-	-	3	-	1/50	

3	1.3 Основные понятия и основное уравнение общей теории измерений.	2	3, 4	4	-	-	-	2	-	2/50	
4	1.4 Образование десятичных кратных и дольных единиц и рекомендации по их выбору.	2	5	-	2	-	-	3	-	1/50	
5	1.5 Шкалы измерений, физические шкалы.	2	6, 7	4	-	-	-	2	-	2/50	<u>Рейтинг – контроль № 1</u>
6	1.6 Правила написания обозначений и наименований единиц, рекомендации по их применению.	2	8	-	2	-	-	3	-	1/50	
7	1.7 Системы физических величин и их единиц.	2	9	2	-	-	-	2	-	1/50	
8	1.8 Решение задач по измеряемым физическим величинам и их единицам измерения.	2	10	-	2	-	-	3	-	1/50	
9	<b><u>Тема № 2. Методы и средства измерений.</u></b> 2.1 Основные мето-	2		6	10	-	+	16	-	8/50	
			11,	4	-	-	-	2		2/50	<u>Рейтинг -</u>

	ды измерений.		12								<u>КОНТРОЛЬ</u> <u>№2</u>
10	2.2 Электромеханические измерительные приборы.	2	13, 14	-	4	-	-	4	-	2/50	
11	2.3 Электронные измерительные приборы.	2	15, 16		4	-	-	4	-	2/50	
12	2.4 Средства измерений и их классификация.	2	17	2	-	-	-	4	-	1/50	
13	2.5 Решение задач по вычислению погрешностей измерений.	2	18		2	-	+	2	-	1/50	<u>Рейтинг –</u> <u>КОНТРОЛЬ</u> <u>№3.</u>
Всего		2	18	18	18	-	+	36	-	18/50	Зачёт

#### 4. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе подготовки бакалавра по направлению **27.03.01\_«Стандартизация и метрология»** в рамках дисциплины «Общая теория измерений» применяются следующие методы активизации образовательной деятельности обучаемых:

1. **Методы ИТ** – на всех видах аудиторных занятий (лекциях и практических 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 практических 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 практических занятиях) создаются проблемные ситуации по ходу решаемых теоретических и практических задач общей теории измерений, 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 практических занятиях), а также при выполнении контрольной работы и промежуточной аттестации, проводимой в форме 3-х рейтингов и зачёта, 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 практических 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 практических занятиях), а также при выполнении контрольной работы и промежуточной аттестации, проводимой в форме 3-х рейтингов и зачёта, 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 производимой продукции и оказываемых услуг 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 «Общая теория измерений», 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 качества, метрологии и общей теории измерений.

## **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 практических занятиях – задание контрольных вопросов студентам по ранее изученному материалу дисциплины «Общая теория измерений», как вначале проведения занятия, так и в процессе его проведения; самостоятельное решение задач студентами с вызовом для решения одного из студентов учебной группы к классной доске; выставление оценок за контрольный опрос и решение задач у классной доски.

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 ответы студентов в письменной форме на вопросы билетов по изученному материалу, содержащих два вопроса (один – из материалов лекций, второй – по материалам практических занятий) за отчётный период.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины «Общая теория измерений» проводится в форме зачёта.

### **5.1. Рейтинг-контроль**

#### **Вопросы для проведения рейтинг-контроля №1**

**Теоретическая часть (из лекций)**

1. Понятие измерения. Цели и задачи изучения дисциплины ОТИ. Основные этапы истории развития мировой и отечественной теории и практики измерений.
2. Понятие метрологии в соответствии с ГОСТ, предмета изучения метрологии, средств метрологии, основной цели метрологии, треугольника наук.
3. Перечень составных частей метрологии. Три самостоятельных раздела метрологии и их основное содержание. Основные качественные изменения в современной метрологии. Понятие виртуального прибора.
4. Понятие: свойства; величины; идеальной величины; реальной величины; Физической величины; измеряемой и оцениваемой физической величины; нефизической физической величины.
5. Понятие: значения, истинного, измеренного и действительного значения физической величины; погрешности; влияющей. постоянной и переменной физических величин; физического параметра.
6. Понятие: единицы физической величины; измерения; пассивной, активной и априорной информации, основного уравнения метрологии.
7. Понятие: принципа, метода и методики измерения; объекта измерения и его математической модели; алгоритма, достоверности и правильности измерения; сходимости и воспроизводимости результатов измерения.
8. 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.
9. Понятие шкал измерений и шкал физических величин, их основное различие. Перечень основных типов шкал измерений. Шкала наименований – её понятие, её отношение к физическим шкалам, принцип составления таких шкал, правила выполнения арифметических действий с объектами измерений данных шкал, понятие нуля и единицы измерения для этих шкал. Примеры шкал наименований.
10. Понятие шкалы порядка, ранжирования и ранжированного ряда. На какие вопросы об объекте измерения может дать ответ ранжированный ряд? Правила выполнения арифметических действий с объектами измерений данных шкал, понятие нуля и единицы измерения для этих шкал. Две разновидности шкал порядка, их понятие, случаи в которых используются эти шкалы, примеры данных шкал.
11. Шкала интервалов (шкала разностей) – её понятие и определение, её отношение к физическим шкалам, перечень основных составных элементов данных шкал и

их краткая характеристика, правила выполнения арифметических действий с объектами измерений данных шкал, уравнение шкалы, два способа задания данных шкал, уравнение перевода численного значения однородных физических величин из одной шкалы интервалов в другую, примеры шкал интервалов.

12. Шкала отношений – её понятие и определение, перечень основных составных элементов данных шкал и их краткая характеристика, правила выполнения арифметических действий с объектами измерений данных шкал, уравнение шкалы, уравнение перевода численного значения однородных физических величин из одной шкалы отношений в другую, примеры шкал отношений.
13. Абсолютные шкалы – их понятие и определение, перечень основных составных элементов данных шкал и их краткая характеристика, правила выполнения арифметических действий с объектами измерений данных шкал, примеры данных шкал. Понятие метрических, неметрических и линейных шкал.

### **Практическая часть** (из практических занятий)

1. Понятие единицы физической величины. Перечень наименований основных и дополнительных физических величин системы СИ и их единиц измерения, обозначение их размерности, рекомендуемое обозначение в формулах, русское и международное обозначения единиц измерения этих физических величин.
2. Группы единиц физических величин (ФВ) допускаемых к применению наравне с основными единицами системы СИ, примеры единиц данных групп. Понятие производной единицы ФВ, когерентной и некогерентной единицы ФВ, примеры данных единиц ФВ. Два способа образования производных единиц ФВ.
3. Правила образования когерентных производных единиц системы СИ. Примеры правильной и неправильной записи производных единиц системы, необходимые пояснения этих записей.
4. Понятие размерности физической величины (ФВ), правило её обозначения и записи для производных единиц ФВ, действия допускаемые к выполнению над размерностями, понятие безразмерной ФВ.
5. Получить производные единицы системы СИ и записать уравнение размерности для следующих физических величин: импульс (количество движения) тела; удельная теплоёмкость вещества  $C$ , используя уравнение вида:  $C = Q/\Delta T$ ; напряжённость

- электрического поля  $E$ , используя уравнение вида:  $E = F/q$ , где  $q$  – величина электрического заряда.
6. Получить производные единицы системы СИ и записать уравнение размерности для следующих физических величин: момент инерции тела, используя уравнение вида:  $J = m \times r^2$ ; универсальной газовой постоянной  $R$ , используя уравнение Клайперона для одного моля идеального газа вида:  $PV = RT$ ; электрическую ёмкость конденсатора  $C$ , используя уравнения вида  $C = q/U$ ;  $U = E = \dot{A}/Q$ , где  $Q$  - величина электрического заряда
  7. Получить производные единицы системы СИ и записать уравнение размерности для следующих физических величин: момент силы относительно точки; работы  $A$  совершаемой газом при изобарном процессе, используя уравнение вида:  $A = P(V_2 - V_1)$ ; работы постоянного электрического тока  $A$ , используя уравнения вида:  $A = U \cdot I \cdot t$ ;  $U = E = \dot{A}/Q$ , где  $Q$  - величина электрического заряда
  8. Получить производные единицы системы СИ и записать уравнение размерности для следующих физических величин: удельный вес (удельная сила тяжести) однородного тела; удельное массовое количество теплоты  $q$ , используя уравнение вида:  $q = Q/m$ ; мощности переменного однофазного синусоидального электрического тока  $P$ , используя уравнения вида:  $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$ ;  $U = E = \dot{A}/Q$ , где  $Q$  - величина электрического заряда
  9. Получить производные единицы системы СИ и записать уравнение размерности для следующих физических величин: момент инерции тела, используя уравнение вида:  $J = m \times r^2$ ; момент силы; объёмная плотность электрического заряда, используя уравнение вида:  $\rho = F/Q$ , где  $Q$  - величина электрического заряда.
  10. Численные значения, условные наименования, международные и русские обозначения множителей и приставок, используемых для образования десятичных кратных и дольных единиц физических величин.
  11. Правила образования десятичных кратных и дольных единиц, их наименований и обозначений. в соответствии с ГОСТ 8.417 -81. Необходимые пояснения, примеры правильного и неправильного использования данных правил.
  12. Основные рекомендации по выбору десятичных кратных и дольных единиц от единиц физических величин, необходимые пояснения и примеры данных рекомендаций.

## Вопросы для проведения рейтинг-контроля №2

### Теоретическая часть (из лекций)

1. Необходимость введения систем физических величин и их понятие. Понятие основных и производных физических величин. Основные разновидности систем физических величин, примеры написания их с помощью символов и их расшифровка.
2. Краткая история возникновения и принятия Международной системы единиц СИ, основные преимущества данной системы единиц перед другими системами. Основное правило для построения оптимальной системы единиц физических величин и пример его использования для геометрии и кинематики.
3. Понятие основных единиц измерения длины, времени и массы. Три уравнения связи, используемые для установления связей между единицами физических величин в геометрии, кинематике и динамике, применяемые в системе СИ для её оптимального построения.
4. Понятие основных единиц измерения, используемых при описании тепловых, электромагнитных, 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 двух 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. Основные правила написания обозначений единиц физических величин, примеры их правильного и неправильного использования.
8. Основные правила написания наименований единиц физических величин, примеры поясняющие их.
9. Основные рекомендации по применению наименований физических величин, примеры поясняющие их.

### Практическая часть

(из практических занятий)

1. Атмосферное давление составляет 723 мм ртутного столба. Выразить это давление в единицах СИ и в мм глициринового столба. Плотность ртути равна  $13595 \text{ кг/м}^3$ , а плотность глицирина  $1,26 \text{ г/см}^3$ .
2. Скорость скутера в различные моменты движения составила 8; 23; 35,8 м/с. Какие значения показывал спидометр, отградуированный в мор.миля/ч, если 1 международная морская миля равна 1,852 км.
3. Скорость автомобиля в различные моменты движения составила 10, 13,2 33,2 м/с. Какие значения показывал спидометр, отградуированный в сух.миль/ч, если сухопутная миля англоязычных стран составляет 1609,344 м.
4. Скорость вращения шпинделя токарного станка составляет: на первой скорости 1200 об/мин, на второй - 2400 об/мин; на третьей - 4100 об/мин. Найти частоту вращения шпинделя в единицах системы СИ.
5. При испытании автомобиля УАЗ-452 было установлено, что мощность его двигателя составила 83 лошадиных силы. Определить мощность в единицах СИ ( $1 \text{ кВт}=1,36 \text{ л.с.}$ ) и в единице мощности системы СГС эрг/с ( $1 \text{ эрг} = \text{см}^2 \cdot \text{г} \cdot \text{с}^{-2}$ ).
6. Кафедрой «УК иТР» в течение года в среднем за месяц расходуется 356 кВт·ч электрической энергии. Выразить этот расход энергии в ГДж . ( $1 \text{ Дж}=1 \text{ Вт} \times \text{с}$ ).
7. Решение задач по получению единицы измерения погрешности измерения в системе СИ, при внесистемных единицах измерений.
8. Решение задач на правильную запись результатов метрологической экспертизы в нормативно-технической документации.

### **Вопросы для проведения рейтинг-контроля №3**

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

1. Классификация методов измерений по четырём традиционным признакам классификации, их краткая характеристика.
2. 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.
3. Сущность дифференциального и нулевого методов измерений, разновидности нулевого метода, области применения и примеры практической реализации указанных методов при измерениях различных физических величин.
4. 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.
5. Метрологическая сущность средств измерения, варианты представления результатов измерений средством измерения, понятие и разновидности элементарных средств измерений.
  6. Понятие средства измерения в соответствии с ГОСТ и широкое понятие средства измерения. Понятие и примеры двух функций реализуемых любым средством измерения.
  7. Обобщённая структурная схема средства измерения, состав и назначение её составных элементов, варианты построений средств измерений по данной схеме и принцип их действия в соответствии с ней.
  8. Классификация средств измерений: по роли выполняемой в системе обеспечения единства измерений; по уровню автоматизации; по уровню стандартизации; по отношению к измеряемым физическим величинам – их краткая характеристика и примеры.
  9. Понятие меры, однозначной и многозначной мер, уравнение преобразования многозначной меры, условное обозначение мер в структурных схемах, график функции преобразования многозначной меры, перечень и понятие разновидностей многозначных мер, примеры указанных мер.
  10. Понятие компаратора, примеры компараторов для измерения различных физических величин. Электронный компаратор: основной способ его современного изготовления; структурная схема; отличительные признаки и основные параметры операционных усилителей; аналитическая и графическая формы представления функции преобразования идеального компаратора; основные параметры, характеризующие степень совершенства компаратора.
  11. Понятие измерительного преобразователя (ИП) и два основных способа их применения, понятие датчика. Понятие, аналитическая (в общем виде) и графическая формы представления функции преобразования идеального и реального ИП.
  12. Классификация измерительных преобразователей: по местоположению в измерительной цепи; по виду входных и выходных величин – их краткая характеристика.

### **Практическая часть**

#### **(из практических занятий)**

1. Классификация электрических измерительных приборов, измеряющих напряжение и силу тока, по принципу построения структурной схемы - основные особенности их

технической реализации и использования видов электрических сигналов. Основные достоинства и недостатки электромеханических приборов непосредственной оценки измеряемой величины.

2. Обобщённая структурная схема электромеханического прибора; принцип его действия по данной схеме; назначение основных устройств, согласно обобщённой схемы, данного прибора.
3. Понятие и основные математические зависимости вращающего и противодействующего моментов в электромеханических измерительных приборах. Способы создания противодействующих моментов в электромеханических приборах, их достоинства и недостатки.
4. Магнитоэлектрическая система измерительного механизма электромеханических измерительных приборов – функциональная схема, принцип действия, уравнение шкалы, частотный диапазон, собственная потребляемая мощность, класс точности, условное графическое обозначение, основные достоинства и недостатки, области применения.
5. Электромагнитная система измерительного механизма электромеханических измерительных приборов – функциональная схема, принцип действия, уравнение шкалы, частотный диапазон, собственная потребляемая мощность, класс точности, условное графическое обозначение, основные достоинства и недостатки, области применения.
6. Электродинамическая система измерительного механизма электромеханических измерительных приборов – функциональная схема, принцип действия, уравнение шкалы, частотный диапазон, собственная потребляемая мощность, класс точности, условное графическое обозначение, основные достоинства и недостатки, области применения.
7. Электростатическая система измерительного механизма электромеханических измерительных приборов – функциональная схема, принцип действия, уравнение шкалы, частотный диапазон, собственная потребляемая мощность, класс точности, условное графическое обозначение, основные достоинства и недостатки, области применения.
8. Понятие электронного и цифрового средства измерений, их основные особенности и характеристики.
9. Структурная схема математической модели цифрового средства измерения, состав и назначение её составных блоков.
10. Математические модели составных блоков математической модели цифрового измерения и их краткая характеристика.
11. Назначение, разновидности осциллографов и их краткая характеристика.



12. Структурная схема и принцип действия универсального осциллографа согласно этой схемы.
13. Структурная схема и принцип действия цифрового вольтметра. Особенности структурной схемы микропроцессорного цифрового вольтметра и его работы.
14. Структурная схема и принцип действия цифрового мультиметра.
15. Понятие и классификация погрешностей измерений.
16. Решение задач по расчёту абсолютной, относительной и приведенной погрешностей результатов измерений.
17. Решение задач по выделению аддитивной и мультипликативной составляющих из абсолютной и относительной погрешностей результатов измерений, построение их графических зависимостей.
18. Решение задач по определению факта наличия или отсутствия систематических погрешностей в исходном ряду измерений, используя метод последовательных разностей.
19. Решение задач по выявлению грубых погрешностей в исходном ряду измерений линейного размера механической детали, используя критерии Граббса и «трёх сигм».

## **5.2. Зачёт**

Зачёт, как промежуточная форма аттестации, по итогам освоения дисциплины «Общая теория измерений» проводится со студентами в письменной форме по билетам, в которых содержится два вопроса – один из теоретической части вопросов (из лекций), а другой из практической части (из практических занятий) вопросов для подготовки студентов к зачёту.

### **Вопросы для подготовки студентов к зачёту по дисциплине «Общая теория измерений»**

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

1. Понятие измерения. Цели и задачи изучения дисциплины ОТИ. Основные этапы истории развития мировой и отечественной теории и практики измерений.
2. Понятие метрологии в соответствии с ГОСТ, предмета изучения метрологии, средств метрологии, основной цели метрологии, треугольника наук.
3. Перечень составных частей метрологии. Три самостоятельных раздела метрологии и их основное содержание. Основные качественные изменения в современной метрологии. Понятие виртуального прибора.

4. Понятие: свойства; величины; идеальной величины; реальной величины; Физической величины; измеряемой и оцениваемой физической величины; нефизической физической величины.
5. Понятие: значения, истинного, измеренного и действительного значения физической величины; погрешности; влияющей. постоянной и переменной физических величин; физического параметра.
6. Понятие: единицы физической величины; измерения; пассивной, активной и априорной информации, основного уравнения метрологии.
7. Понятие: принципа, метода и методики измерения; объекта измерения и его математической модели; алгоритма, достоверности и правильности измерения; сходимости и воспроизводимости результатов измерения.
8. 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.
9. Понятие шкал измерений и шкал физических величин, их основное различие. Перечень основных типов шкал измерений. Шкала наименований – её понятие, её отношение к физическим шкалам, принцип составления таких шкал, правила выполнения арифметических действий с объектами измерений данных шкал, понятие нуля и единицы измерения для этих шкал. Примеры шкал наименований.
10. Понятие шкалы порядка, ранжирования и ранжированного ряда. На какие вопросы об объекте измерения может дать ответ ранжированный ряд? Правила выполнения арифметических действий с объектами измерений данных шкал, понятие нуля и единицы измерения для этих шкал. Две разновидности шкал порядка, их понятие, случаи в которых используются эти шкалы, примеры данных шкал.
11. Шкала интервалов (шкала разностей) – её понятие и определение, её отношение к физическим шкалам, перечень основных составных элементов данных шкал и их краткая характеристика, правила выполнения арифметических действий с объектами измерений данных шкал, уравнение шкалы, два способа задания данных шкал, уравнение перевода численного значения однородных физических величин из одной шкалы интервалов в другую, примеры шкал интервалов.
12. Шкала отношений – её понятие и определение, перечень основных составных элементов данных шкал и их краткая характеристика, правила выполнения арифметических действий с объектами измерений данных шкал, уравнение шкалы, уравнение

- перевода численного значения однородных физических величин из одной шкалы отношений в другую, примеры шкал отношений.
13. Абсолютные шкалы – их понятие и определение, перечень основных составных элементов данных шкал и их краткая характеристика, правила выполнения арифметических действий с объектами измерений данных шкал, примеры данных шкал. Понятие метрических, неметрических и линейных шкал.
  14. Необходимость введения систем физических величин и их понятие. Понятие основных и производных физических величин. Основные разновидности систем физических величин, примеры написания их с помощью символов и их расшифровка.
  15. Краткая история возникновения и принятия Международной системы единиц СИ, основные преимущества данной системы единиц перед другими системами. Основное правило для построения оптимальной системы единиц физических величин и пример его использования для геометрии и кинематики.
  16. Понятие основных единиц измерения длины, времени и массы. Три уравнения связи, используемые для установления связей между единицами физических величин в геометрии, кинематике и динамике, применяемые в системе СИ для её оптимального построения.
  17. Понятие основных единиц измерения, используемых при описании тепловых, электромагнитных, 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.
  18. Понятие двух 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.
  19. Понятие системных и внесистемных единиц физических величин. Перечень групп внесистемных единиц по отношению к единицам системы СИ, примеры единиц данных групп.
  20. Классификация методов измерений по четырём традиционным признакам классификации, их краткая характеристика.
  21. 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.

22. Сущность дифференциального и нулевого методов измерений, разновидности нулевого метода, области применения и примеры практической реализации указанных методов при измерениях различных физических величин.
23. 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.
24. Метрологическая сущность средств измерения, варианты представления результатов измерений средством измерения, понятие и разновидности элементарных средств измерений.
25. Понятие средства измерения в соответствии с ГОСТ и широкое понятие средства измерения. Понятие и примеры двух функций реализуемых любым средством измерения.
26. Обобщённая структурная схема средства измерения, состав и назначение её составных элементов, варианты построений средств измерений по данной схеме и принцип их действия в соответствии с ней.
27. Классификация средств измерений: по роли выполняемой в системе обеспечения единства измерений; по уровню автоматизации; по уровню стандартизации; по отношению к измеряемым физическим величинам – их краткая характеристика и примеры.
28. Понятие меры, однозначной и многозначной мер, уравнение преобразования многозначной меры, условное обозначение мер в структурных схемах, график функции преобразования многозначной меры, перечень и понятие разновидностей многозначных мер, примеры указанных мер.
29. Понятие компаратора, примеры компараторов для измерения различных физических величин. Электронный компаратор: основной способ его современного изготовления; структурная схема; отличительные признаки и основные параметры операционных усилителей; аналитическая и графическая формы представления функции преобразования идеального компаратора; основные параметры, характеризующие степень совершенства компаратора.
30. Понятие измерительного преобразователя (ИП) и два основных способа их применения, понятие датчика. Понятие, аналитическая (в общем виде) и графическая формы представления функции преобразования идеального и реального ИП.
31. Классификация измерительных преобразователей: по местоположению в измерительной цепи; по виду входных и выходных величин – их краткая характеристика.

**Практическая часть**  
**(из практических занятий)**

1. Понятие единицы физической величины. Перечень наименований основных и дополнительных физических величин системы СИ и их единиц измерения, обозначение их размерности, рекомендуемое обозначение в формулах, русское и международное обозначения единиц измерения этих физических величин.
2. Группы единиц физических величин (ФВ) допускаемых к применению наравне с основными единицами системы СИ, примеры единиц данных групп. Понятие производной единицы ФВ, когерентной и некогерентной единицы ФВ, примеры данных единиц ФВ. Два способа образования производных единиц ФВ.
3. Правила образования когерентных производных единиц системы СИ. Примеры правильной и неправильной записи производных единиц системы, необходимые пояснения этих записей.
4. Понятие размерности физической величины (ФВ), правило её обозначения и записи для производных единиц ФВ, действия, допускаемые к выполнению над размерностями, понятие безразмерной ФВ.
5. Решение задач на получение производных единиц измерения системы СИ и записи уравнений размерности для механических, тепловых и электрических физических величин, используя известные уравнения связи.
6. Численные значения, условные наименования, международные и русские обозначения множителей и приставок, используемых для образования десятичных кратных и дольных единиц физических величин.
7. Правила образования десятичных кратных и дольных единиц, их наименований и обозначений. в соответствии с ГОСТ 8.417 -81. Необходимые пояснения, примеры правильного и неправильного использования данных правил.
8. Основные рекомендации по выбору десятичных кратных и дольных единиц от единиц физических величин, необходимые пояснения и примеры данных рекомендаций.
9. Основные правила написания обозначений единиц физических величин, примеры их правильного и неправильного использования.
10. Основные правила написания наименований единиц физических величин, примеры поясняющие их.
11. Основные рекомендации по применению наименований физических величин, примеры поясняющие их.
12. Решение задач по переводу результата измерений физических величин из одной системы физических величин в другую.

13. Решение задач по получению единицы измерения погрешности измерения в системе СИ, при внесистемных единицах измерений.
14. Решение задач на правильную запись результатов метрологической экспертизы в нормативно-технической документации
15. Решение задач по получению единицы измерения погрешности измерения в системе СИ, при внесистемных единицах измерений.
16. Классификация электрических измерительных приборов, измеряющих напряжение и силу тока, по принципу построения структурной схемы - основные особенности их технической реализации и использования видов электрических сигналов. Основные достоинства и недостатки электромеханических приборов непосредственной оценки измеряемой величины.
17. Обобщённая структурная схема электромеханического прибора; принцип его действия по данной схеме; назначение основных устройств, согласно обобщённой схемы, данного прибора.
18. Понятие и основные математические зависимости вращающего и противодействующего моментов в электромеханических измерительных приборах. Способы создания противодействующих моментов в электромеханических приборах, их достоинства и недостатки.
19. Магнитоэлектрическая система измерительного механизма электромеханических измерительных приборов – функциональная схема, принцип действия, уравнение шкалы, частотный диапазон, собственная потребляемая мощность, класс точности, условное графическое обозначение, основные достоинства и недостатки, области применения.
20. Электромагнитная система измерительного механизма электромеханических измерительных приборов – функциональная схема, принцип действия, уравнение шкалы, частотный диапазон, собственная потребляемая мощность, класс точности, условное графическое обозначение, основные достоинства и недостатки, области применения.
21. Электродинамическая система измерительного механизма электромеханических измерительных приборов – функциональная схема, принцип действия, уравнение шкалы, частотный диапазон, собственная потребляемая мощность, класс точности, условное графическое обозначение, основные достоинства и недостатки, области применения.
22. Электростатическая система измерительного механизма электромеханических измерительных приборов – функциональная схема, принцип действия, уравнение шкалы,

- частотный диапазон, собственная потребляемая мощность, класс точности, условное графическое обозначение, основные достоинства и недостатки, области применения.
23. Понятие электронного и цифрового средства измерений, их основные особенности.
  24. Структурная схема математической модели цифрового средства измерения, состав и назначение её составных блоков.
  25. Математические модели составных блоков математической модели цифрового измерения и их краткая характеристика.
  26. Назначение, разновидности осциллографов и их краткая характеристика.
  27. Структурная схема и принцип действия универсального осциллографа согласно этой схемы.
  28. Структурная схема и принцип действия цифрового вольтметра. Особенности структурной схемы микропроцессорного цифрового вольтметра и его работы.
  29. Структурная схема и принцип действия цифрового мультиметра.
  30. Понятие и классификация погрешностей измерений.
  31. Решение задач по расчёту абсолютной, относительной и приведенной погрешностей результатов измерений.
  32. Решение задач по выделению аддитивной и мультипликативной составляющих из абсолютной и относительной погрешностей результатов измерений, построение их графических зависимостей.
  33. Решение задач по определению факта наличия или отсутствия систематических погрешностей в исходном ряду измерений, используя метод последовательных разностей.
  34. Решение задач по выявлению грубых погрешностей в исходном ряду измерений линейного размера механической детали, используя критерии Граббса и «трёх сигм».

### **5.3 Самостоятельная работа студентов**

При изучении дисциплины «Общая теория измерений» применяются следующие виды самостоятельной работы студентов:

- 1) Самостоятельное углубленное изучение студентами материала выносимого для проведения лекций и практических 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. 6.2 данной рабочей программы.
- 3) Самостоятельная работа студентов при выполнении контрольной работы, предусмотренной учебным планом по данной дисциплине.

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.

Контроль качества выполнения студентами третьего вида самостоятельной работы, а именно по самостоятельной работе над контрольной работой, осуществляется преподавателем при защите студентами выполненной контрольной работы, в соответствии с полученным индивидуальным заданием на её выполнение.

Контрольная работа по дисциплине «Общая теория измерений» выполняется студентами на тему: «Обработка результатов измерений линейного размера механической детали», в соответствии с нижеприведенным заданием на её выполнение.

#### **Задание и исходные данные для выполнения контрольной работы по дисциплине «Общая теория измерений»**

Используя ряд многократных измерений линейного размера (L) механической детали, приведенный в нижеприведенной таблице задания, умноженных на порядковый номер студента в журнале учебной группы, выполнить:

- 1.) расчёт абсолютной, относительной и приведенной погрешностей результатов измерений.  
При расчёте приведенной погрешности принять:  $X_N = X_{CP.ИЗМ.} \cdot 5 \cdot N^2$ , где  $X_{CP.ИЗМ.}$  - среднее арифметическое значение значений «L», взятых из табл.1;  $N^2$  - порядковый номер студента в журнале учебной группы;  $X_N$  - нормируемое значение  $X$ .
- 2.) выделение аддитивной и мультипликативной составляющих из абсолютной и относительной погрешностей результатов измерений, построить их графические зависимости;
- 3.) необходимые вычисления по определению факта наличия или отсутствия систематических погрешностей в исходном ряду измерений линейного размера механической детали, используя метод последовательных разностей и метод дисперсионного анализа;



- 4.) необходимые вычисления по выявлению грубых погрешностей в исходном ряду измерений линейного размера механической детали, используя критерии: Граббса, «трёх сигм», Шарлье, Шовене, Диксона.

Таблица №1

Результаты измерений линейного размера L (в сантиметрах) механической детали

№ измерения	$L_i$	№ измерения	$L_i$	№ измерения	$L_i$
1	1,2	11	1,3	21	0,9
2	1,1	12	1,4	22	1,1
3	0,8	13	1,2	23	1,2
4	1,4	14	1,5	24	1,4
5	0,9	15	1,4	25	1,5
6	1,2	16	1,6	26	1,4
7	1,3	17	1,2	27	1,7
8	1,0	18	1,1	28	1,4
9	1,2	19	1,0	29	1,5
10	1,1	20	0,7	30	1,5

Все приведенные результаты измерений проводились одним и тем же средством измерений, в одних и тех же внешних условиях, одним и тем же субъектом измерения, с одинаковой тщательностью.

При проведении всех расчётов за истинное (действительное) значение линейного размера (L) принять значение равное 1.1см, умноженному на порядковый номер студента в журнале учебной группы.

С целью повышения качества выполнения контрольной работы студентами, преподавателем вместе с заданием выдаётся электронный вариант её оформления и решения по одному из тестовых вариантов, защищённый в формате PDF.

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

### **а) Основная литература**

1. Латышенко К.П. Общая теория измерений — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 300 с.
2. Николаев М.И. Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством — Электрон. текстовые данные.— М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.— 115 с.

3. 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.
4. 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.

#### **б) Дополнительная литература**

1. Сергеев А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник — М.: Изд-во Юрайт; ИД Юрайт, 2011 – 820 с.
2. Сергеев А.Г. Метрология. История, современность, перспективы: учебное пособие/ Сергеев А.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2009.— 384 с.
3. Морин Е.В. Поверка средств измерений в свете ФЗ «Об обеспечении единства измерений» / Морин Е.В., Архипов А.В., Медовикова Н.Я.— Электрон. текстовые данные.— М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2014.— 36 с.
4. Шклярова Е.И. Обработка многократных измерений при малом числе наблюдений с использованием таблиц Стьюдента: методические рекомендации/ Шклярова Е.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2015.— 15 с.
5. 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.
6. Окрепилов В. В. Менделеев и метрология — СПб.: Легаси, 2008 – 200 с.

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

1. [www.vlsu](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 практические занятия) со студентами по учебной дисциплине «Общая теория измерений» 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, демонстрационные электромеханические и электронные измерительные приборы, методические указания для выполнения контрольной работы, классные столы и стулья, вопросы для подготовки рейтинговых контрольных мероприятий, билеты для проведения рейтинговых контрольных мероприятий, вопросы для подготовки к зачёту, билеты для проведения зачёта.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология».

Рабочую программу составил к.т.н., доцент В.Е. Куприянов 

(ФИО, подпись)

Рецензент

  
З.М. Женькова   
В.И. Владимиров

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

Протокол № 7 от 09.04.2015 года

Заведующий кафедрой

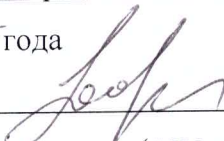
 / Орлов А.А.

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 27.03.01 «Стандартизация и метрология»

Протокол № 7 от 09.04.2015 года

Председатель комиссии

 / Орлов А.А.

(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**


Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 12.09.17 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  


Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 10.09.2018 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  


Рабочая программа одобрена на 2019/20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 27.08.2019 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
