

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана ФМАТ

В.И. Ряжских

«31» августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Общая теория измерений»

Направление подготовки 27.03.01 СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ

Профиль Стандартизация и сертификация

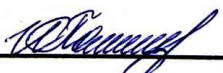
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2016

Автор программы

 Пантыкина И.А.

Заведующий кафедрой
Материаловедения и
физики металлов

 Жилияков Д.Г.

Руководитель ОПОП

 Юрьев В.А.

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины подготовить выпускника к установлению, реализации и контролю выполнения технических, правовых, организационных и экономических основ, определяемых Федеральным законом «О техническом регулировании», законом РФ «Об обеспечении единства измерений» и соответствующими подзаконными актами.

1.2. Задачи освоения дисциплины логико-математические основы теории измерений; алгоритмизация процесса измерения; синтез и анализ математических моделей; системный подход при подготовке и проведении измерений физических величин.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Общая теория измерений» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Общая теория измерений» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-20 - способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-20	знать основные понятия, на которых базируется теория измерений; шкалы измерений и их особенности; математические модели измеряемых величин, средств измерений и других элементов, участвующих в процессе измерений и влияющих на его результат; алгоритмы обработки результатов измерений при решении различных измерительных задач
	уметь разрабатывать математические модели измерительных процессов; определять на их основе погрешности результатов измерений; проводить выбор алгоритма обработки измерительной информации в соответствии с видом решаемых задач
	владеть интерпретацией результатов измерительного эксперимента; правильно поставить и провести эксперимент

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Общая теория измерений» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18

Практические занятия (ПЗ)	36	36
Самостоятельная работа	54	54
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	16	16
В том числе:		
Лекции	6	6
Практические занятия (ПЗ)	10	10
Самостоятельная работа	88	88
Контрольная работа	+	+
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Формально-логические основания измерения как процесса познания.	Введение. Основные понятия. Формально-логические принципы создания образов реального мира	1	2	9	18
2	Измерение и его основные операции	Эталоны физических величин. Международная система единиц (система СИ).	2	2	9	18
3	Теория воспроизведения единиц физических величин и передачи их размеров	Воспроизведение эталонов. Поверочные схемы. Способы поверки средств измерений.	4	8	9	18
4	Методы и средства измерений и их виды	Средства измерений. Моделирование средств измерений. Структурные элементы и схемы средств измерений. Статические и динамические характеристики и параметры средств измерений.	4	8	9	18
5	Теория погрешностей	Классификация погрешностей. Принципы оценивания погрешностей. Математические модели и характеристики погрешностей.	4	8	9	18
6	Обработка результатов измерений	Прямые многократные измерения. Однократные измерения. Косвенные измерения. Совместные и совокупные измерения.	3	8	9	18
Итого			18	36	54	108

заочная форма обучения

№	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак	СРС	Всего,
---	-------------------	--------------------	------	------	-----	--------

п/п				зан.		час
1	Формально-логические основания измерения как процесса познани.	Введение. Основные понятия. Формально-логические принципы создания образов реального мира	1	-	10	16
2	Измерение и его основные операции	Эталоны физических величин. Международная система единиц (система СИ).	1	1	10	18
3	Теория воспроизведения единиц физических величин и передачи их размеров	Воспроизведение эталонов. Поверочные схемы. Способы поверки средств измерений.	1	1	16	18
4	Методы и средства измерений и их виды	Средства измерений. Моделирование средств измерений. Структурные элементы и схемы средств измерений. Статические и динамические характеристики и параметры средств измерений.	1	2	16	16
5	Теория погрешностей	Классификация погрешностей. Принципы оценивания погрешностей. Математические модели и характеристики погрешностей.	1	2	18	18
6	Обработка результатов измерений	Прямые многократные измерения. Однократные измерения. Косвенные измерения. Совместные и совокупные измерения.	1	4	18	18
Итого			6	10	88	104

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы).

Темы контрольных работ.

Создание образов реального мира

Физические шкалы

Контрольная работа

Эталоны единиц измерений. Воспроизведение эталонов

Процедуры градуировки, поверки и юстировки измерительных систем

Контрольная работа

Общие принципы моделирования измерительных систем.

Идентификация моделей измерительных систем

Контрольная работа

Методики определения и интерпретации метрологических характеристик

Принципы проектирования метрологических исследований

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-20	<p><u>знать</u> основные понятия, на которых базируется теория измерений; шкалы измерений и их особенности; математические модели измеряемых величин, средств измерений и других элементов, участвующих в процессе измерений и влияющих на его результат; алгоритмы обработки результатов измерений при решении различных измерительных задач</p>	<p>Ответы на теоретические вопросы</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
	<p><u>уметь</u> разрабатывать математические модели измерительных процессов; определять на их основе погрешности результатов измерений; проводить выбор алгоритма обработки измерительной информации в соответствии с видом решаемых задач</p>	<p>Активная работа на практических занятиях</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
	<p><u>владеть</u> интерпретацией результатов измерительного эксперимента; правильно поставить и провести эксперимент</p>	<p>Решение стандартных практических работ</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения, 6 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-20	знать основные понятия, на которых базируется теория измерений; шкалы измерений и их особенности; математические модели измеряемых величин, средств измерений и других элементов, участвующих в процессе измерений и влияющих на его результат; алгоритмы обработки результатов измерений при решении различных измерительных задач	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь разрабатывать математические модели измерительных процессов; определять на их основе погрешности результатов измерений; проводить выбор алгоритма обработки измерительной информации в соответствии с видом решаемых задач	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть интерпретацией результатов измерительного эксперимента; правильно поставить и провести эксперимент	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки

знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию Устный опрос.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Техническое устройство, обеспечивающее хранение и воспроизведение единицы измерения с наивысшей точностью, называется ...

- 1) измерительный прибор
- 2) образцовый прибор
- 3) эталон+
- 4) измерительный комплекс

Техническое устройство, обеспечивающее хранение и воспроизведение единицы измерения с заданной точностью, называется ...

- 1) измерительный прибор
- 2) образцовый прибор+
- 3) эталон
- 4) измерительный комплекс

Техническое устройство, обеспечивающее определение численного значения измеряемой физической величины с заданной точностью, называется ...

- 1) измерительный прибор+
- 2) образцовый прибор
- 3) эталон
- 4) измерительный комплекс

Техническое устройство, хранящие и (или) воспроизводящие единицу измерения и имеющие нормированные метрологические характеристики, называется ...

- 1) средство измерения+
- 2) вспомогательное устройство
- 3) измерительная установка
- 4) измерительный комплекс

Калибровка измерительных приборов поводится ...

- 1) перед выполнением измерений+
- 2) при включении прибора
- 3) в установленные сроки
- 4) ежедневно

Область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые погрешности средства измерений, называется ...

- 1) диапазон измерений+
- 2) предел измерения
- 3) номинальное значения
- 4) калиброванные значения

Наибольшее или наименьшее значение диапазона измерений, называется ...

- 1) диапазон измерений
- 2) предел измерения+
- 3) номинальное значения
- 4) калиброванные значения

Укажите погрешность средства измерения в нормальных условиях:

- 1) основная+
- 2) дополнительная
- 3) эксплуатационная
- 4) приведенная

9 Укажите погрешность средства измерения в рабочих условиях эксплуатации:

- 1) основная
- 2) дополнительная+
- 3) эксплуатационная
- 4) приведенная

Укажите погрешность средства измерения в реальных условиях эксплуатации:

- 1) основная
- 2) дополнительная
- 3) эксплуатационная+
- 4) приведенная

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Определить в общем виде методическую погрешность измерения мощности постоянного тока косвенным методом по показаниям амперметра и вольтметра при двух схемах их включения. Внутренние сопротивления амперметра и вольтметра соответственно R_a и R_b .

2. Пусть цена деления равномерной шкалы равна X_d единиц измеряемой физической величины, длина деления равна L_d мм. Определить наибольшее значение личной погрешности.

3. Произведено 50 измерений постоянного сопротивления. Определить доверительный интервал для МО значения постоянного сопротивления, если закон распределения нормальный с параметрами $m_x=R=590$ Ом, $S_x=90$ Ом при доверительной вероятности $P=0,9$.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Основное понятие метрологии – измерения. Значимость измерений в трех аспектах.
2. Определение величины. Группы физических величин.
3. Формально-логические принципы создания образов реального мира.
4. Шкалы измерений.
5. Отношение эквивалентности, порядка, аддитивности.
6. Интенсивные величины.
7. Экстенсивные величины.
8. Основное уравнение измерений.
9. Виды измерений.
10. Методы измерений.
11. Основы обеспечения единства измерений. Стандартные образцы.
12. Эталоны. Виды эталонов
13. Поверочные схемы. Способы поверки СИ (поверка, градуировка, калибровка).
14. Классификация погрешностей.
15. Погрешности – абсолютная, относительная, приведенная.
16. Погрешности – инструментальная, методическая, субъективная.
17. Погрешности – аддитивная, мультипликативная, нелинейная.
18. Грубые погрешности.
19. Математические модели и характеристики погрешности.
20. Систематические погрешности.
21. Способы обнаружения и устранения систематических погрешностей.
22. Критерий Аббе, Фишера, Вилкоксона.
23. Случайные погрешности. Интегральная функция распределения.
24. Числовые параметры законов распределения. Понятие центра распределения.
25. Числовые параметры законов распределения. Моменты распределений.
26. Числовые параметры законов распределения. Математическое ожидание. Дисперсия.
27. Основные законы распределения. Трапецеидальные распределения.
28. Основные законы распределения. Экспоненциальные распределения.
29. Основные законы распределения. Уплощенные распределения.
30. Основные законы распределения. Семейства распределений Стьюдента.
31. Основные законы распределения. Двухмодальные распределения.
32. Точечные оценки законов распределения.
33. Доверительная вероятность. Доверительный интервал.
34. Прямые многократные измерения.
35. Однократные измерения.
36. Косвенные измерения. Метод линеаризации, приведения.
37. Совместные и совокупные измерения.
38. Средства измерений. Моделирование средств измерений.
39. Статический режим работы СИ. Динамический режим работы СИ.
40. Измерительные сигналы.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 14 баллов. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 14 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Формально-логические основания измерения как процесса познания.	ПК-20	Тест, контрольная работа
2	Измерение и его основные операции	ПК-20	Тест, контрольная работа
3	Теория воспроизведения единиц физических величин и передачи их размеров	ПК-20	Тест, контрольная работа,
4	Методы и средства измерений и их виды	ПК-20	Тест, контрольная работа
5	Теория погрешностей	ПК-20	Тест, контрольная работа
6	Обработка результатов измерений	ПК-20	Тест, контрольная работа

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

8.1. Теория измерений : Учеб. пособие. - М.: Высш. шк., 2007. - 151 с.: ил. - ISBN

978-5-06-005700-3 : 200-00. 2; 27.03.01 (Стандартизация и сертификация);
8.2. Сергеев, А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для бакалавров. - М.: Юрайт, 2012. - 820 с. - (Бакалавр). - ISBN 978-5-9916-1454-2; 978-5-9692-1233-6

8.3. Самодуров А.С. Теория измерений [Электронный ресурс]: Учеб. пособие. - Электрон. текстовые, граф. дан. (1036 Кб). - Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2012. - 1 файл.

Дополнительная литература

8.4. Сергеев, А.Г. Метрология: Учеб. пособие. - М.: Логос, 2001. - 408 с.: ил. - ISBN 5-94010-039-2.

8.5. Раннев Г.Г. Методы и средства измерений: Учебник. - М.: Академия, 2005. - 336 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 5-7695-1914-2.

8.6. Сергеев, А.Г. Метрология: Учеб. пособие. - М.: Логос, 2005. - 272 с.: ил. - (Новая студенческая библиотека). - ISBN 5-94010-374-X .:

8.7. Сергеев, А.Г. Метрология: Учеб. пособие / А.Г. Сергеев, В.В. Крохин. - М.: Логос, 2002. - 408 с.: ил. - ISBN 5-94010-039-2: 108.10. 2; 8.8. Назаров, Н.Г. Измерения: планирование и обработка результатов / Н.Г. Назаров. - М. ИПК Издательство стандартов, 2000. - 304 с. - ISBN 5-7050-0448-6: 158.00.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Обучающиеся могут при необходимости использовать возможности информационно-справочных систем, электронных библиотек и архивов.

Адрес электронного каталога электронно-библиотечной системы ВГТУ: <http://catalog2.vgasu.vrn.ru/MarcWeb2/>

Другие электронной информационно-образовательной ресурсы доступны по ссылкам на сайте ВГТУ-см. раздел Электронные образовательные информационные ресурсы. В их числе: библиотечные серверы в Интернет, серверы науки и образования, периодика в интернет, словари и энциклопедии.

- Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://www.diss.rsl.ru>

- Электронно-библиотечная система «Лань» <http://www.e.lanbook.com3>

- Электронно-библиотечная система «Elibrary» <http://elibrary.ru>

- Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

- Справочная правовая система Консультант Плюс. Доступна только в локальной сети ВГТУ

- Электронные ресурсы российских корпоративных библиотечных систем <http://www.arbikon.ru>

- Электронная библиотечная система ВГТУ <http://catalog.vgasu.vrn.ru/> MarcWeb2

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

9.1	Специализированная лекционная аудитория , оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
9.2	Учебные лаборатории: - «Материаловедения» - «Металлографическая»
9.3	Дисплейный класс , оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторных и практических занятий

9.4	Кабинеты , оборудованные проекторами и интерактивными досками
9.5	Натурные лекционные демонстрации: Карточки контрольных опросов Контролирующие тесты

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Общая теория измерений» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.