

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра метрологии, стандартизации и сертификации



УТВЕРЖДАЮ
Декан транспортного факультета

В.И. Рассоха

(подпись, расшифровка подписи)

"24" апреля 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.Б.17 Общая теория измерений»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

27.03.01 Стандартизация и метрология
(код и наименование направления подготовки)

Общий профиль

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2015

559424

559424

**Рабочая программа дисциплины «Б.1.Б.17 Общая теория измерений» /сост.
Л.Н. Третьяк - Оренбург: ОГУ, 2015**

Рабочая программа предназначена студентам очной формы обучения по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология

© Третьяк Л.Н., 2015
© ОГУ, 2015

Содержание

1 Цели и задачи освоения дисциплины	4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3 Требования к результатам обучения по дисциплине	5
4 Структура и содержание дисциплины.....	6
4.1 Структура дисциплины	6
4.2 Содержание разделов дисциплины.....	8
4.3 Практические занятия (семинары).....	9
4.4 Курсовая работа (3 семестр)	9
5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины	10
5.1 Основная литература	10
5.2 Дополнительная литература	10
5.3 Периодические издания	10
5.4 Интернет-ресурсы.....	10
5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий	11
6 Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	11
Лист согласования рабочей программы дисциплины.....	12

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

формирование основных понятий по шкалам измерений и математическим моделям элементов, участвующих в измерительном процессе, закономерностям формирования результатов измерений и их погрешностей, методам и алгоритмам обработки многократных измерений, а также способности студента применять полученные знания в решении прикладных измерительных задач, использующих различные шкалы измерения. Формирование целостного представления о теоретических основах измерений должно способствовать обеспечению качества процессов, продукции и оказываемых услуг.

Задачи:

- познание измерительного процесса как способа получения количественной информации о свойствах и характеристиках объектов;
- изучение основных (фундаментальных) источников формирования погрешности при измерениях;
- изучение основных физических и математических этапов выполнения измерительного эксперимента и способов их моделирования;
- изучение основных способов повышения точности (правильности и прецизионности) методов и результатов измерений.
- изучение основных элементов измерительной процедуры их влияния на погрешность получаемого результата;
- изучение основных физических шкал измерений;
- изучение основных методов измерений и их влияния на погрешность результата измерений;
- изучение способов обработки результатов наблюдений, полученных при различных видах измерений.
- применение основных математических моделей формирования погрешности результата измерений;
- применение методов и критериев исключения грубых и систематических погрешностей.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.19 Физические основы измерений и эталоны*

Требования к входным результатам обучения, необходимым для освоения дисциплины

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изучения дисциплины	Компетенции
<p>Знать: - основные физические и математические модели измерительного эксперимента; фундаментальные пределы точности измерений; основные способы устранения погрешностей измерений; единицы физических величин и системы единиц; основные физические эффекты, методы и принципы измерений.</p> <p>Уметь: - анализировать влияние основных (фундаментальных) источников формирования погрешностей на суммарную погрешность результатов измерений.</p> <p>Владеть: - навыками по выбору методов и принципов измерений при разработке методик выполнения измерений, испытаний и контроля.</p>	ПК-3 способностью выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю; использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством.

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изучения дисциплины	Компетенции
<p>Знать: - основные (фундаментальные) источники формирования погрешности при измерениях; основные информационные потоки, участвующие в измерительном процессе и их виды.</p> <p>Уметь: -применять теорию размерностей для проверки правильности основных физических закономерностей, протекающих в природе.</p> <p>Владеть: - навыками по выбору принципов и методов измерений при воспроизведении единиц соответствующих физических величин; системным подходом к принципам и методам измерений.</p>	<p>ПК-4 способностью определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов, устанавливать оптимальные нормы точности измерений и достоверности контроля, выбирать средства измерений и контроля; разрабатывать локальные поверочные схемы и проводить поверку, калибровку, юстировку и ремонт средств измерений.</p>

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.Б.22 Взаимозаменяемость и нормирование точности, Б.1.Б.23 Методы и средства измерений и контроля*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p>Знать: - основные элементы физической картины мира, оказывающие влияние на точность и стабильность результатов измерений; - физические, в том числе квантовые эффекты, используемые при создании современных эталонных установок; - основные физические и математические модели измерительного эксперимента; - фундаментальные пределы точности измерений; - основные способы устранения погрешностей измерений. - единицы физических величин и системы единиц; - основные физические эффекты, методы и принципы измерений; основные (фундаментальные) источники формирования погрешности при измерениях; -основные информационные потоки, участвующие в измерительном процессе и их виды.</p> <p>Уметь: - анализировать влияние основных (фундаментальных) источников формирования погрешностей на суммарную погрешность результатов измерений; - применять теорию размерностей для проверки правильности основных физических закономерностей, протекающих в природе.</p> <p>Владеть: - навыками по выбору методов и принципов измерений при разработке методик выполнения измерений, испытаний и контроля; - навыками по выбору принципов и методов измерений при воспроизведении единиц соответствующих физических величин.</p>	<p>ПК-3 способностью выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю; использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством.</p>
<p>Знать:</p>	<p>ПК-4 способностью</p>

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<ul style="list-style-type: none"> - основные понятия, на основе которых базируется теория измерений; - шкалы измерений и их особенности; - математические модели измеряемых величин, средств измерений и других элементов участвующих в измерительном процессе и влияющих на результат измерения; - алгоритмы обработки многократных измерений, используемые при решении различных измерительных задач. - основные физические и математические этапы выполнения измерительного эксперимента и способов их моделирования; - основные способы повышения точности (правильности и прецизионности) методов и результатов измерений. - основные элементы измерительной процедуры и их влияние на погрешность получаемого результата; - физические шкалы измерений; - основные методы измерений и их влияния на погрешность результата измерений; - способы обработки результатов наблюдений, полученных при различных видах измерений. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять основные математические модели формирования погрешности результата измерений; - применять методы и критерии исключения грубых и систематических погрешностей. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования математических моделей измерительных задач и расчета на их основе числовых характеристик погрешности; - постановки и проведения экспериментов, имеющих целью оценку качества средств измерений и иной продукции; - использования оптимальных алгоритмов обработки результатов многократных измерений; - интерпретации результатов эксперимента и его оформления. 	<p>определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов, устанавливать оптимальные нормы точности измерений и достоверности контроля, выбирать средства измерений и контроля; разрабатывать локальные поверочные схемы и проводить поверку, калибровку, юстировку и ремонт средств измерений.</p>

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	3 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108
Контактная работа:	35,5	35,5
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа:	72,5	72,5
- выполнение курсовой работы (КР);	+	
- самостоятельное изучение разделов (см. таблицу);		
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и		

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	3 семестр	всего
<i>материала учебников и учебных пособий;</i> <i>- подготовка к практическим занятиям;</i> <i>- подготовка к коллоквиумам;</i> <i>- подготовка к рубежному контролю и т.п.</i>		
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	диф. зач.	

Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Виды информации и ее количественная оценка
2,3	Современные метрические шкалы и перспективы их использования при измерениях
3	Неоднозначность образов действительности и их отображение на физических шкалах
5	История развития и преемственность национальных систем единиц физических величин
7	Композиции законов распределения случайных величин (результатов измерений)
7	Международные стандарты оценки качества измерений (ИСО 5725, ИСО/МЭК 17025)
7	Требования международных стандартов к оценке точности (правильности и прецизионности) методов и результатов измерений
7	Новая концепция точности методов и результатов измерений
7	Характеристики неопределенности измерений. Алгоритм оценки
8	Основной метод определения повторяемости воспроизводимости стандартного метода измерений
8	Автоматизация процессов обработки результатов наблюдений при многократных измерениях
8	Внутренний контроль качества результатов измерений в испытательных лабораториях

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Предметная область метрологии.	5	1	-		4
2	Формально-логические основания измерения как процесса познания.	13	1	4		8
3	Шкалы измерений. Основное уравнение измерений. Физические шкалы и неоднозначность образов действительности	19	3	4		12
4	Методы измерений.	12	2	2		8
5	Системы единиц физических величин.	10	2	-		8
6	Математические модели измеряемых величин и	20	2	4		14

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	средств измерений.					
7	Погрешности измерений.	11	3	-	8	
8	Математическая обработка результатов измерений.	18	4	2	12	
	Итого:	108	18	16	74	
	Всего:	108	18	16	74	

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Предметная область метрологии. Измерительное преобразование. Измерение как процесс познания, основные элементы измерений. Место измерений в научных исследованиях и производстве. Общие понятия из теории погрешностей измерения. Измерения, счет, контроль.

Раздел 2. Формально-логические основания измерения как процесса познания. Основные понятия: свойство, величина, количество, качество. Фундаментальные экспериментальные отношения между материальными объектами: отношения эквивалентности и предпочтения. Основные свойства отношений эквивалентности и предпочтения.

Раздел 3. Шкалы измерений. Принцип формирования экспериментальных шкал наименований и порядка на основе отношений эквивалентности и предпочтения. Основное уравнение измерений. Понятие «погрешности» применительно к этим шкалам. Принцип формирования количественного значения величины. Основное уравнение измерений. Физические шкалы и неоднозначность образов действительности. Экспериментальная шкала интервалов. Погрешность измерения количественного значения величины. Истинное и действительное значения величины. Математические модели шкал наименований и порядка для количественной величины.

Раздел 4. Методы измерений. Понятие «метод измерений». Классификация методов измерения. Прямой метод измерения и его разновидности. Алгоритмы определения числовых характеристик погрешности для косвенного метода.

Раздел 5. Системы единиц физических величин. Основные термины с определениями. Система физических величин. Уравнения связи между величинами.

Раздел 6. Математические модели измеряемых величин и средств измерений. Классификация величин: детерминированные и случайные. Математические модели детерминированных величин: обобщенный ряд Фурье, ряд Тейлора, интегральное преобразование Фурье, тригонометрический ряд. Математические модели случайных величин: скалярные и векторные случайные величины, случайные функции и случайные последовательности. Назначение СИ. Математическая модель СИ. В форме статической характеристики. Динамические математические модели СИ.

Раздел 7. Погрешности измерений. Математическая модель формирования результата измерения. Алгоритмы определения числовых характеристик результата измерения в статическом и динамических режимах измерения. Математическая модель формирования погрешности результата измерения. Алгоритм определения числовых характеристик погрешности в статическом и динамическом режимах измерения. Условие единства измерения относительно погрешности результата измерения и его выражение через условие единства измерения относительно дисперсии и систематической погрешности.

Раздел 8. Математическая обработка результатов измерений. Обработка многократных измерений постоянной величины: точечные оценки измеряемой величины и дисперсии, интервальные оценки дисперсии и измеряемой величины при известном и неизвестном значении дисперсии, оценка условия единства измерений относительно дисперсии и систематической погрешности, оценка качества изделия, характеризующегося одной постоянной величиной. Обработка многократных измерений функции отклика: точечные оценки вектора параметров математической модели, функции от-

клика и дисперсии. Структура систематической погрешности и дисперсия оценки функции отклика. Интервальная оценка функции отклика, оценка адекватности математической модели функции отклика. Обработка многократных измерений при оценке статической характеристики. Линейная математическая модель статической характеристики. Точечная оценка вектора коэффициентов модели и дисперсии. Оценка адекватности линейной модели. Исключение систематической погрешности на основе адекватной линейной модели. Интервальная оценка статической характеристики.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Изучение принципов функционирования единого эталона скорости- частоты- времени	2
2	2	Изучение принципов функционирования эталона массы	2
3	3	Проверка справедливости основного уравнения измерения на основе моделирования измерительного процесса	2
4	3	Согласование точности вычислений с точностью измерений.	2
5	4	Изучение структуры средств измерений и выявление возможных источников формирования погрешностей	2
6	6	Нахождение градуировочной характеристики в зависимости от заданной точности измерения.	4
7	8	Исключение грубых погрешностей результатов наблюдений	2
		Итого:	16

4.4 Курсовая работа (3 семестр)

Обработка результатов многократных измерений физической величины (на примере объекта измерений)

Типовая формулировка темы курсовой работы:

Обработка результатов наблюдений при многократных измерениях
 « _____ » наименование физической величины

Примеры:

- Обработка результатов наблюдений при многократных измерениях концентрации кислорода в атмосферном воздухе;
- Обработка результатов наблюдений при многократных измерениях времени химической реакции;
- Обработка результатов наблюдений при многократных измерениях концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе;
- Обработка результатов наблюдений при многократных измерениях концентрации оксида азота в составе отработавших газов двигателя;
- Обработка результатов наблюдений при многократных измерениях скорости перемещения груза.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Голых, Ю.Г. Метрология, стандартизация и сертификация. Lab VIEW: практикум по оценке результатов измерений: учебное пособие / Ю.Г. Голых, Т.И. Танкович ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. - 140 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-7638-2927-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364557](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364557) (15.11.2016).

2. Попов, Г.В. Общая теория измерений. Практикум: учебное пособие / Г.В. Попов, Н.Л. Клейменова, В.Н. Щербаков. - Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2011. - 57 с. - ISBN 978-5-89448-832-5; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141932](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141932) (15.11.2016).

3. Степанова, Е.А. Основы обработки результатов измерений: учебное пособие / Е.А. Степанова, Н.А. Скулкина, А.С. Волегов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина; под общ. ред. Е.А. Степановой. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. - 96 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7996-1331-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276538](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276538) (15.11.2016).

4. Богомолов, Ю.А. Оценивание погрешностей измерений: конспект лекций / Ю.А. Богомолов, Н.Я. Медовикова; Академия стандартизации, метрологии и сертификации. - М. : АСМС, 2013. - 51 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275580](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275580) (15.11.2016).

5.2 Дополнительная литература

1. РМГ 29-2013 Рекомендации по межгосударственной стандартизации ГСИ. Метрология. Основные термины и определения (взамен РМГ 29-99). – Введ. 2015-01-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 55 с.

2. РМГ 83-2007 «ГСИ. Шкалы измерений. Термины и определения». – Введ. 2008-08-01 – М.: Стандартинформ, 2008. – 24 с.

3. Третьяк, Л. Н. Обработка результатов наблюдений [Текст]: учеб. пособие для вузов / Л. Н. Третьяк; М-во образования Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. - 171 с. - Предм. указ.: с. 168-171. - ISBN 3-2597-3544-4. Издание на др. носителе [Электронный ресурс].

4. Третьяк, Л.Н. Основы теории и практики обработки экспериментальных данных: учебное пособие / Л.Н. Третьяк, А.Л. Воробьев; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ , 2015. – 215 с.

5.3 Периодические издания

Журналы:

- «Стандарты и качество»;
- «Главный метролог»;
- «Измерительная техника»;
- «Контрольно-измерительные приборы и системы»;
- «Контроль. Диагностика»;
- «Мир измерений»

5.4 Интернет-ресурсы

- www.stq.ru – официальный сайт РИА «Стандарты и качество»
- www.standart.ru – Федеральный информационный фонд технических регламентов и стандар-

ТОВ

- www.metrob.ru – сайт о метрологии и метрологическом обеспечении производства;
- www.gost.ru – официальный сайт Росстандарта;
- www.metrologu.ru – главный форум метрологов;
- www.metrologie.ru – сайт о метрологии, метрологическом обеспечении производства и управлении качеством;
- www.rg.ru – официальный сайт «Российская газета».

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

– ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система.– объем информационного банка более 1 500 000 документов и комментариев к нормативным актам: еженедельное пополнение составляет 7 000 документов. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, 2015. – Режим доступа к системе в сети ОГУ: \\fileserv1\GarantClient\garant.exe;

– Специальная подборка правовых документов и учебных материалов [Электронный ресурс] : Программа информационной поддержки российской науки и образования 'КонсультантПлюс: Высшая школа': учеб. пособие для студентов юрид., финанс. и экон. специальностей / гл. ген. директор компании Д.Б. Новиков; Вып. 24; К осеннему семестру 2015-2016 учебного года. – [Б. м.] : КонсультантПлюс, 2015-2016. – 1 электрон. диск.– (Электронная библиотека студента);

– Технорма/Документ [Электронный ресурс]: электронная версия библиографического указателя национальных стандартов Российской Федерации с возможностью просмотра полного содержания документов. Система содержит структурированный список всех стандартов, имеющих силу на момент выхода данной версии базы данных. / Разработчик Фирма «ИНТЕРСТАНДАРТ»%; Москва. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: \\fileserv1\gost\Install\ndoc_setup.exe;

– КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», 2015. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: \\fileserv1\!CONSULT\cons.exe.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

- ноутбук/стационарный компьютер с возможностью выхода в Интернет – 1 шт.;
- экран переносной/стационарный – 1 шт.;
- проектор – 1 шт.
- компьютерные презентации;
- электронные раздаточные материалы;
- опорные конспекты лекций.

ЛИСТ

согласования рабочей программы

Направление подготовки: 27.03.01 Стандартизация и метрология
код и наименование

Профиль: Общий профиль

Дисциплина: Б.1.Б.17 Общая теория измерений

Форма обучения: очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Год набора 2015

РЕКОМЕНДОВАНА заседанием кафедры
Кафедра метрологии, стандартизации и сертификации
наименование кафедры

протокол № 6 от "25" 03 20/15г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой
метрологии, стандартизации и сертификации А.Л. Воробьев
наименование кафедры подпись расшифровка подписи

Исполнитель:

Доцент кафедры метрологии, стандартизации и сертификации Л.Н. Третьяк
должность подпись расшифровка подписи

доцент
должность

Л.Н. Третьяк
подпись

Л.Н. Третьяк
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки
27.03.01 Стандартизация и метрология
код наименование личная подпись расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки
Н.Н Грицай
личная подпись расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета
Р.Х. Камаев
личная подпись расшифровка подписи

Рабочая программа зарегистрирована в ОИОТ ЦИТ
Начальник отдела информационных образовательных технологий ЦИТ
Е.В. Дырдина
личная подпись расшифровка подписи