

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра метрологии, стандартизации и сертификации

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 2016

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра метрологии, стандартизации и сертификации

наименование кафедры

протокол № 7 от "4" 02 2016 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра метрологии, стандартизации и сертификации

наименование кафедры

подпись

расшифровка подписи

А.Л. Воробьев

Исполнители:

Профессор

должность

подпись

расшифровка подписи

Л.Н. Третьяк

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

27.03.01 Стандартизация и метрология

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

А.Л. Воробьев

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

расшифровка подписи

Н.Н. Грицай

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

расшифровка подписи

Р.Х. Хасанов

© Третьяк Л.Н., 2016

© ОГУ, 2016

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*

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
Знать: - 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. Уметь: - анализировать влияние основных (фундаментальных) источников формирования погрешностей на суммарную погрешность результатов	ОПК-1 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
измерений; <u>Владеть:</u> - способами постановки и проведения экспериментов, имеющих целью оценку качества средств измерений и иной продукции; - способами использования оптимальных алгоритмов обработки результатов многократных измерений.	технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
<u>Знать:</u> - 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. <u>Уметь:</u> - применять теорию размерностей для проверки правильности основных физических закономерностей, протекающих в природе. <u>Владеть:</u> - 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.	ПК-3 способностью выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю; использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством
<u>Знать:</u> - основные понятия, на основе которых базируется теория измерений; - шкалы измерений и их особенности; - 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. <u>Уметь:</u> - применять основные математические модели формирования погрешности результата измерений; - применять методы и критерии исключения грубых и систематических погрешностей. <u>Владеть:</u> - формирования математических моделей измерительных задач и расчета на их основе числовых характеристик погрешности; - интерпретации результатов эксперимента и его оформления.	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

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: - выполнение курсовой работы (КР); - самостоятельное изучение разделов (см. таблицу); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю и т.п.	72,5 +	72,5
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

№ 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 средств измерений.	20	2	4		14
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 отклика 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. 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].
2. 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:

1. Стандарты и качество+Business excellence/ Деловое соглашение: комплект, 2016.
2. Автомобильная промышленность : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.

5.4 Интернет-ресурсы

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

1. Операционная система - Microsoft Windows;
2. Пакет настольных приложений - Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, OneNote, Outlook, Publisher, Access);
3. Бесплатное средство просмотра файлов PDF - Adobe Reader;
4. Архиватор – WinRAR;
5. Свободный файловый архиватор - 7-Zip;
6. Технорма / Документ [Электронный ресурс] : [система программных продуктов] / ООО Глосис-Сервис, ФБУ КВФ Интерстандарт. – Версия 1.11.36. – Электрон. дан. и прогр. – [Москва; Санкт-Петербург], [1999–2013]. – Режим доступа осуществляется в локальной сети ОГУ.
7. Консультант Плюс [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – Электрон. дан. – Москва, [1992–2016]. – Режим доступа : в локальной сети ОГУ <\\fileserv1\!CONSULT\cons.exe>
8. Гарант [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / НПП Гарант-Сервис. – Электрон. дан. - Москва, [1990–2016]. – Режим доступа <\\fileserv1\GarantClient\garant.exe> в локальной сети ОГУ.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой подключенной к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.