

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра метрологии, стандартизации и сертификации

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

### **ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б.1.Б.19 Физические основы измерений и эталоны»*

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 2018

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра метрологии, стандартизации и сертификации  
наименование кафедры

протокол № 6 от "23" 01 2018г.

Заведующий кафедрой

Кафедра метрологии, стандартизации и сертификации  
наименование кафедры

А.Л. Воробьев

подпись

расшифровка подписи

Исполнители:

профессор

должность



подпись

Л.Н. Третьяк

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

27.03.01 Стандартизация и метрология

код наименование



личная подпись

А.Л. Воробьев

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись



Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись



Р.Х. Хасанов

расшифровка подписи

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

формирование целостного представления об измерительном процессе как совокупности физических принципов и методов измерений, направленных на повышение точности и обеспечение единства измерений, необходимых для повышения качества продукции и оказываемых услуг.

**Задачи:**

- познание измерительного процесса как способа получения количественной информации о свойствах и характеристиках объектов;
- изучение основных элементов физической картины мира, оказывающих влияние на точность и стабильность результатов измерений; физических, эффектов, используемых при создании современных эталонных установок;
- изучение алгебры размерностей физических величин и фундаментальных физических постоянных, основных физических эффектов, методов и принципов измерений;
- изучение основных (фундаментальных) источников формирования погрешности при измерениях; основных информационных потоков, участвующих в измерительном процессе и их виды;
- развитие умений анализировать влияние основных (фундаментальных) источников формирования погрешностей на суммарную погрешность результатов измерений;
- применение теории размерностей для проверки правильности основных физических закономерностей, протекающих в природе;
- приобретение навыков по выбору методов и принципов измерений при разработке методик выполнения измерений, испытаний и контроля; по выбору принципов и методов измерений при воспроизведении единиц соответствующих физических величин.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.11 Физика*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.Б.17 Общая теория измерений, Б.1.Б.22 Взаимозаменяемость и нормирование точности, Б.1.Б.23 Методы и средства измерений и контроля, Б.2.В.П.1 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, метрологическая практика*

## 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><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные физические явления и законы;</li><li>- основные физические величины и константы;</li><li>- основные способы их определения и их единицы измерения;</li><li>- принципы использования природных ресурсов, энергии и материалов.</li></ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- применять физико-математические методы для решения практических задач в области технического регулирования и метрологии;</li><li>- применять вероятностно-статистический подход к оценке точности измерений испытаний, качества продукции и технологических процессов;</li><li>- применять принципы обеспечения экологической безопасности при решении практических задач в области технического регулирования.</li></ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- навыками применения основных физических законов в практических задачах</li></ul>	<p>ОПК-1 – обладать способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</p>

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
профессиональной деятельности. -навыками работы с электротехническими приборами и электронными устройствами.	
<b>Знать:</b> - 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, применяемые в современных средствах измерений; <b>Уметь:</b> -анализировать влияние основных (фундаментальных) источников формирования погрешностей на суммарную погрешность результатов измерений; <b>Владеть:</b> - навыками по выбору методов и принципов измерений при разработке методик выполнения измерений, испытаний и контроля; - навыками выбора средств измерений в зависимости от реализуемых в них методах и принципах измерений; - навыками выбора средств измерений в зависимости их метрологических характеристик.	ПК-3 – обладать способностью выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю; использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством
<b>Знать:</b> - основные (фундаментальные) источники формирования погрешности при измерениях; - основные информационные потоки, участвующие в измерительном процессе и их виды; <b>Уметь:</b> -применять теорию размерностей для проверки правильности основных физических закономерностей, протекающих в природе; <b>Владеть:</b> - навыками по выбору принципов и методов измерений при воспроизведении единиц соответствующих физических величин; -системным подходом к выбору принципов и методов измерений.	ПК-4 – обладать 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 4 зачетных единиц (144 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>35,25</b>	<b>35,25</b>
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа:</b> - самостоятельное изучение разделов (1-13); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю.	<b>108,75</b>	<b>108,75</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Роль измерительной информации в процессе познания	8	1	-		7
2	Методы теории подобия и размерности	13	2	4		7
3	Измерение как процесс, основные сведения из метрологии. Средства измерений. Классические измерительные системы.	14	2	2		10
4	Основные постулаты и аксиоматика теории измерений	13	1	2		10
5	Основные адиабатические инварианты и их роль в измерительном процессе	9	1	-		8
6	Стабильность и повторяемость как необходимые условия достижения достоверности и точности результатов измерений.	8	1	-		7
7	Элементы современной физической картины мира	10	1	-		9
8	Фундаментальные источники погрешностей измерений	13	2	2		9
9	Принципиальная невозможность полного устранения неопределенности результатов измерений.	9	1	-		8
10	Понятие о принципах и методах измерений	11	1	2		8
11	Квантовые эффекты и основные физические принципы создания эталонной базы	12	2	2		8
12	Эталоны как средства измерений.	10	1	-		9
13	Виды эталонов. Государственные первичные эталоны единиц физических величин. Рабочие разрядные эталоны	14	2	2		10
	Итого:	144	18	16		110
	Всего:	144	18	16		110

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

**Раздел 1. Введение. Роль измерительной информации в процессе познания.** Предметом курса физические основы измерений. Общие понятия об измерительном процессе.

**Раздел 2. Методы теории подобия и размерности.** Понятие величины, объекты измерений. Классификация величин. Размерность физической величины. Система единиц. Формула размерности. Теоремы теории размерности. Основные эмпирические отношения между материальными объектами. Шкалы, используемые при измерении. Особенности формирования оценки принадлежности объекта к классу эквивалентности. Погрешность оценки. Применение теории размерности.

**Раздел 3. Измерение как процесс, основные сведения из метрологии. Средства измерений. Классические измерительные системы.** Измерение как физический процесс. Общая характеристика понятия «измерение». Основные принятые термины. Основные элементы измерений. Классификация измерений. Классические измерительные системы. Основные части измерительной системы. Структуры средств измерений. Основные понятия о точности измерительной системы. Место измерительной техники в АСУ.

**Раздел 4. Основные постулаты и аксиоматика теории измерений.** Основные постулаты теории измерений. Математическая формулировка основного постулата метрологии. Примеры. Теоретические модели материальных объектов и процессов. Виды моделей. Погрешности теоретических моделей. Аксиоматика теории измерений.

**Раздел 5. Основные адиабатические инварианты и их роль в измерительном процессе.** Общие критерии термодинамической устойчивости. Принцип Ле-Шателье-Брауна и устойчивость термодинамического равновесия. Адиабатические инварианты: свойства.

**Раздел 6. Стабильность и повторяемость как необходимые условия достижения достоверности и точности результатов измерений.** Основные понятия стабильности измерений. Анализ результатов измерений для объяснения эффекта достаточности измерений. Непостоянство закона распределения ошибок во времени. Примеры применения методов стабилизации результатов измерения. Метод градуировочного графика. Метод стандартных добавок. Титриметрия.

**Раздел 7. Элементы современной физической картины мира.** Об актуальности создания постнеклассической физики. Взгляд на закономерности смены научных парадигм.

**Раздел 8. Фундаментальные источники погрешностей измерений.** Статистическая модель тепловых флуктуаций в равновесных системах. Примеры реализации в средствах измерений. Флуктуационно-диссипационная теорема. Формулы Найквиста. Спектральная плотность флуктуации напряжения и тока в колебательном контуре. Эквивалентная температура нетепловых шумов. Основные источники погрешности при измерении температуры с помощью термодатчиков.

**Раздел 9. Принципиальная невозможность полного устранения неопределенности результатов измерений.** Самодвижение материи и его конкретные проявления. Формы существования материи. Физика случайных процессов, определяющих минимальную погрешность измерений. Возможности органов зрения человека. Естественные пределы измерений. Фотонный шум. Влияние флуктуаций на порог чувствительности приборов.

**Раздел 10. Понятие о принципах и методах измерений.** Основные физические эффекты. Понятие о принципах измерений. Понятие о методах измерений. Пример метода точного измерения линейных величин.

**Раздел 11. Квантовые эффекты и основные физические принципы создания эталонной базы.** Квантовые эффекты (Джозефсона, Холла, Эффект сверхпроводимости, Явление Пельтье, эффекты Ааронова-Бома, Зеебека, эффект Зеемана, эффект Мёссбауэра, Термоэлектрический эффект Томсона, эффекты Барнетта, Дембера, Ганна). Общая характеристика эталонов.

**Раздел 12. Эталоны как средства измерений.** Общая характеристика эталонов. Требования, предъявляемые к эталонам.

**Раздел 13. Виды эталонов. Государственные первичные эталоны единиц физических величин. Рабочие разрядные эталоны.** Классификационные признаки эталонов. Первичные эталоны основных единиц физических величин.

### 4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Применение теории подобия и размерности для проверки правильности физических законов	4
2	3	Применение теории подобия и размерности для проверки правильности физических законов	2
3	4	Изучение структуры средств измерений и выявление возможных источников формирования погрешностей	2
4	8	Проверка справедливости и экспериментальное исследование основного (второго) постулата метрологии.	2
5	10	Универсальные физические постоянные	2
6	11	Физические эффекты, положенные в основу создания эталонов	2
8	13	Изучение принципов функционирования эталона массы	2
		Итого:	16

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник и практикум для академического бакалавриата: для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям и специальностям / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря.- 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2015. - 839 с.

2. Дресвянников, А.Ф. Эталоны физических величин : учебное пособие / А.Ф. Дресвянников, С.Ю. Ситников, И.Д. Сорокина. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - 144 с. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258435>

### 5.2 Дополнительная литература

1. Дресвянников, А. Ф. Физические основы измерений: учебное пособие / А.Ф. Дресвянников, Е.А. Ермолаева, Е.В. Петрова. - Казань: КГТУ, 2008 . – 305 с. Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=258871](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=258871)

2. Волхонов, В.И. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / В.И. Волхонов, Е.И. Шклярова. - Москва : Альтаир-МГАВТ, 2011. - 246 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430004>

3. Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст]: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров и магистров, и дипломированных специалистов в области техники и технологии / Ю. В. Димов. - Санкт-Петербург : Питер, 2013. - 496 с.

### 5.3 Периодические издания

- Метрология : журнал. - М. : Стандартинформ, 2016.

- Стандарты и качество+Business excellence/ Деловое соглашение : комплект. - : , 2018;.

- Законодательная и прикладная метрология : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.

## 5.4 Интернет-ресурсы

- электронно-библиотечная система (ЭБС) (Айбукс-ру) (<http://ibooks.ru/>) ;
- университетская библиотека On line (<http://biblioclub.ru/>) ;
- электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»» (<http://e.lanbook.com/>) ;
- национальный цифровой ресурс «Руконт» - межотраслевая электронная библиотека на базе технологии Контекстум (<http://rucont.ru/>) ;
- электронной библиотеки Регионального портала образовательного сообщества Оренбуржья (<http://www.orenport.ru/>) ;
- научной библиотеки Оренбургского государственного университета (<http://artlib.osu.ru>) .

## 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: в локальной сети ОГУ;
7. Консультант Плюс [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – Электрон. дан. – Москва, [1992– 2017]. – Режим доступа: в локальной сети ОГУ \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe;
8. Гарант [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / НПП Гарант-Сервис. – Электрон. дан. – Москва, [1990–2017].– Режим доступа: \\fileserver1\GarantClient\garant.exe в локальной сети ОГУ;
9. Законодательство России [Электронный ресурс] : информационно-правовая система. – Режим доступа: <http://pravo.fso.gov.ru/ips/>, в локальной сети ОГУ.

## 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, 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 (проектор, ноутбук, экран).

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.