

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра метрологии, стандартизации и сертификации

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.17 Физические основы измерений»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

27.03.02 Управление качеством
(код и наименование направления подготовки)

Управление качеством в социальных и производственно-технологических системах
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.17 Физические основы измерений» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра метрологии, стандартизации и сертификации

наименование кафедры

протокол № 07 от "20" февраля 2023 г.

Заведующий кафедрой
метрологии, стандартизации и сертификации

наименование кафедры



подпись

Л.Н. Третьяк

расшифровка подписи

Исполнители:

Заведующий кафедрой
метрологии, стандартизации и сертификации

должность



подпись

Л.Н. Третьяк

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки
27.03.02 Управление качеством

код наименование



личная подпись

Л.Н. Третьяк

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки



личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета



личная подпись

Р.Х. Хасанов

расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Третьяк Л.Н., 2023

© ОГУ, 2023

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель 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 Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.3 Метрология, Б1.Д.В.4 Методы и средства измерений, испытаний и контроля, Б1.Д.В.5 Сертификационные испытания и контроль качества*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1 Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	ОПК-1-В-1 Понимает содержание математических и естественнонаучных дисциплин, составляющих теоретическую основу профессиональной подготовки в области управления качеством ОПК-1-В-2 Применяет на практике основные положения, законы и методы естественных наук и математики для решения проблем управления качеством в социальной и производственно-	Знать: - основные физические явления и законы; - основные физические величины и константы; - основные информационные потоки, участвующие в измерительном процессе и их виды. Уметь: - применять физико-математические методы для решения практических задач, возникающих в профессиональной деятельности;

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	технологических системах ОПК-1-В-3 Решает сложные и проблемные вопросы в сфере анализа и улучшения качества работы предприятий и организаций любой отраслевой принадлежности	<u>Владеть:</u> - навыками применения основных физических законов в практических задачах профессиональной деятельности; - навыками работы с электротехническими приборами и электронными устройствами; - навыками по выбору методов и принципов измерений при разработке методик выполнения измерений, испытаний и контроля.
ОПК-3 Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления качеством в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности	ОПК-3-В-1 Осуществляет анализ влияния основных источников формирования погрешностей, а также устраняет погрешности измерений ОПК-3-В-2 Выбирает принципы и методы измерений при воспроизведении единиц соответствующих физических величин	<u>Знать:</u> - основные (фундаментальные) источники формирования погрешности при измерениях; - основные физические эффекты, методы и принципы измерений, применяемые в современных средствах измерений; - основные физические константы и их единицы измерений; <u>Уметь:</u> - анализировать влияние основных (фундаментальных) источников формирования погрешностей на суммарную погрешность результатов измерений. <u>Владеть:</u> - навыками выбора средств измерений в зависимости от реализуемых в них методов и принципах измерений; - навыками выбора средств измерений в зависимости их метрологических характеристик.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108
Контактная работа:	11,5	11,5
Лекции (Л)	6	6
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
Самостоятельная работа: - выполнение контрольной работы (КонтрР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю.)	96,5 +	96,5
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	

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	10	1	-		9
2	Методы теории подобия и размерности	10	1	-		9
3	Измерение как процесс, основные сведения из метрологии. Принципы, методы и средства измерений. Классические измерительные системы.	23	2	2		19
4	Основные постулаты и аксиоматика теории измерений	12	1	2		9
5	Основные адиабатические инварианты и их роль в измерительном процессе	9	-	-		9
6	Стабильность и повторяемость как необходимые условия достижения достоверности и точности результатов измерений.	9	-	-		9
7	Элементы современной физической картины мира	10	-	-		10
8	Фундаментальные источники погрешностей измерений	13	1	2		10
9	Принципиальная невозможность полного устранения неопределенности результатов измерений.	10	-	-		10
	Итого:	108	6	4		98
	Всего:	108	6	4		98

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. Принципы, методы и средства измерений. Классические измерительные системы. Измерение как физический процесс. Общая характеристика понятия «измерение». Основные принятые термины. Основные элементы измерений. Классификация измерений. Понятие о принципах и методах измерений. Основные фи-

зические эффекты. Понятие о принципах измерений. Понятие о методах измерений. Пример метода точного измерения линейных величин. 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 термпар.

Раздел 9. Принципиальная невозможность полного устранения неопределенности результатов измерений. Самодвижение материи и его конкретные проявления. Формы 6 существования материи. Физика случайных процессов, определяющих минимальную погрешность измерений. Возможности органов зрения человека. Естественные пределы измерений. Фотонный шум. Влияние флуктуаций на порог чувствительности приборов.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Применение теории подобия и размерности для проверки правильности физических законов	1
1	2	Применение теории подобия и размерности для проверки правильности физических законов	1
2	8	Изучение структуры средств измерений и выявление возможных источников формирования погрешностей	2
		Итого:	4

4.4 Контрольная работа (2 семестр)

1	Сущность эффекта Джозефсона. Его применение в метрологии
2	Сущность эффекта Зеебека и особенности его применения в термоэлектрических преобразователях
3	Сущность эффекта Холла. Его применение при измерениях
4	Сущность эффекта Пельтье. Область применения при измерениях
5	Принцип Ле-Шателье-Брауна и устойчивость термодинамического равновесия
6	Особенности применения теории подобия в метрологии
7	Макроскопические параметры и их влияние на стабильность измерений
8	Влияние помех на погрешность измерений. Методы шумоподавления».
9	Статистическая модель тепловых флуктуаций в равновесных системах
10	Основные источники погрешности при измерении температуры с помощью термпар

11	Модель шумов и нестабильностей в волоконном оптическом гироскопе
12	Перспективы применения современной эталонной базы
13	Эффект Комптона и его применение при измерениях
14	Новые фундаментальные физические постоянные и их применение для повышения точности измерения
15	Сущность эффекта Мессбауэра и его применение при измерениях
16	Методы измерений функциональных физических постоянных»
17	Методы измерений малых напряжений, токов и зарядов»
18	Методы уменьшения систематических погрешностей»
19	Квантовая метрология, квантовые измерительные преобразователи и приборы
20	Актуальные проблемы метрологии в радиоэлектронике»
21	Методы и средства измерения параметров магнитного поля
22	Методы и средства измерения параметров электрического поля
23	Методы и средства измерения частоты и интервалов времени»
24	Основные источники погрешности при измерении температуры с помощью термопар
25	Особенности термоэлектрического эффекта Томсона и его применение в термоэлектрических измерительных приборах
26	Сущность эффекта Барнетта в электродинамических измерительных приборах
27	Принцип Ле Шателье-Брауна и его применение в измерительных приборах
28	Фундаментальные константы макромира и их применение в метрологии
29	Физические принципы тепловых измерений и их применение в измерительных приборах

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Дресвянников, А. Ф. Эталоны физических величин : учебное пособие / А. Ф. Дресвянников, С. Ю. Ситников, И. Д. Сорокина ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2013. – 144 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258435>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-1444-3. – Текст : электронный.

2 Мищенко, С. В. Физические основы технических измерений: учебное пособие / С. В. Мищенко, Д. М. Мордасов, М. М. Мордасов ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2012. – 176 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277906>. – Библиогр.: с. 171 - 172. – Текст : электронный.

3 Земляков, В. В. Физические основы получения информации : учебное пособие : [16+] / В. В. Земляков, А. Е. Панич ; Южный федеральный университет. – 2-е изд., перераб., доп. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2019. – 125 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577947>.

5.2 Дополнительная литература

1 Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст]: 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. : ил., табл. – (Бакалавр. Академический курс). – Терминолог. слов.: с. 779-793. - Прил.: с. 794-831. - Библиогр.: с. 832-838. - ISBN 978-5-9916-4632-1. - ISBN 978-5-9692-1571-9.

2 Дресвянников, А. Ф. Физические основы измерений: учебное пособие: [16+] / А. Ф. Дресвянников, Е. В. Петрова, Е. А. Ермолаева ; Казанский государственный технологический университет. – Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2008. –

305 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258871>. – ISBN 978-5-7882-0562-5. – Текст : электронный.

3 Попов, Г. В. Физические основы измерений: лабораторный практикум / Г. В. Попов, Ю. П. Земсков, Ю. Б. Квашин. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2011. – 176 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141928>.

5.3 Периодические издания

– Стандарты и качество: журнал // Стандарты и качество+Business excellence/ Деловое соглашение. – М : РИА «Стандарты и качество», 2017-2022.
– Метрология : журнал. – М. : Стандартиформ, 2014-2015;
– Измерительная техника : журнал. – М. : Агентство «Роспечать», 2010-2016;
– Законодательная и прикладная метрология: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2010-2017.

5.4 Интернет-ресурсы

– электронно-библиотечная система (ЭБС) (Университетская библиотека онлайн <https://biblioclub.ru>);
– научной библиотеки Оренбургского государственного университета (<http://artlib.osu.ru>);
– Сайт Федерального агентства по техническому регулированию (<http://www.gost.ru>);
– Метрология. Метрологическое обеспечение производства (<http://www.metrob.ru/>);
– АНО «Межрегиональный Центр Качества» (<http://stroyinf.ru/>);
– Журнал «Контрольно-измерительные приборы и системы» (<http://www.kipis.ru/>).

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

1. Операционная система РЕД ОС.
2. Пакет офисных приложений LibreOffice.
3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru.
4. Свободный файловый архиватор – 7-Zip.
5. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2023]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserver1\GarantClient\garant.exe>.
6. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserver1\CONSULT\cons.exe>.
7. <http://edu.garant.ru/garant/study/> - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей.
8. ScienceDirect [Электронный ресурс]: информационная платформа Elsevier. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com>.
9. SCOPUS [Электронный ресурс] : реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>, в локальной сети ОГУ.
10. Springer [Электронный ресурс] : база данных научных книг, журналов, справочных материалов / компания Springer Customer Service Center GmbH. – Режим доступа: <https://link.springer.com/>, в локальной сети ОГУ.
11. Web of Science [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Clarivate Analytics. – Режим доступа: <http://apps.webofknowledge.com/>, в локальной сети ОГУ.
12. База данных ГОСТ [Электронный ресурс]: база данных. – Режим доступа: <https://docplan.ru>, в локальной сети ОГУ.
13. ELIBRARY.RU [Электронный ресурс]: Научная электронная библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp?>
14. Третьяк, Л. Н. Физические основы измерений и эталоны [Электронный ресурс] : элек-

тронный учебный курс в системе Moodle / Л. Н. Третьяк, А. В. Куприянов, И. В. Колчина; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". . – Электрон. дан. – Оренбург : ОГУ, [2021–2023].– Режим доступа: https://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=2684.

15. Третьяк, Л. Н. Физические основы измерений. Часть 1 [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / Л. Н. Третьяк; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, [2020–2023].–
Режим доступа:
https://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=2645.

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 (мультимедийный проектор, доска, экран).

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключённой к сети «Интернет», и обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.