

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра метрологии, стандартизации и сертификации

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.21 Физические основы измерений и эталоны»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

27.03.01 Стандартизация и метрология
(код и наименование направления подготовки)

Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.21 Физические основы измерений и эталоны» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра метрологии, стандартизации и сертификации

наименование кафедры

протокол № 07 от "20" 02 2023 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра метрологии, стандартизации и сертификации (МС и С)

наименование кафедры

подпись

Л.Н. Третьяк

расшифровка подписи

Исполнители:

Заведующий кафедрой МС и С

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

Л.Н. Третьяк

расшифровка подписи

/ Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

С.А. Биктимирова

личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

расшифровка подписи

Р.Х. Хасанов

№ регистрации _____

© Третьяк Л.Н., 2023

© ОГУ, 2023

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 Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.14 Физика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.20 Общая теория измерений, Б1.Д.Б.24 Взаимозаменяемость и нормирование точности, Б1.Д.Б.25 Методы и средства измерений и контроля, Б1.Д.В.3 Научные основы профессиональной деятельности, Б1.Д.В.Э.7.1 Метрологическая экспертиза, Б1.Д.В.Э.7.2 Идентификация продукции, Б2.П.Б.У.1 Ознакомительная практика, Б2.П.В.У.1 Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы), Б2.П.В.П.1 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности*

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-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин	ОПК-2-В-3 Систематизирует параметры, определяющие качественные показатели и безопасность продукции, способен составить методику их определения ОПК-2-В-4 Формулирует цели и принципы	Знать: - основные физические явления и законы; - основные физические величины и константы; - основные способы их определения и их единицы измерения; - основные физические эффекты, методы и принципы измерений,

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	технического регулирования, как совокупность поставленных задач, и определяет ожидаемый результат из решения	применяемые в современных средствах измерений; - основные (фундаментальные) источники формирования погрешности при измерениях; - основные информационные потоки, участвующие в измерительном процессе и их виды. Уметь: - применять физико-математические методы для решения практических задач в области технического регулирования и метрологии; - применять принципы обеспечения экологической безопасности при решении практических задач в области технического регулирования; - анализировать влияние основных (фундаментальных) источников формирования погрешностей на суммарную погрешность результатов измерений. Владеть: - 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; - навыками выбора средств измерений в зависимости от реализуемых в них методов и принципов 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:	35,25	35,25
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Консультации	1	1

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - подготовка к практическим занятиям; - индивидуальное творческое задание (доклад с презентацией); - подготовка к рубежному контролю	72,75	72,75
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	6	1	-		5
2	Методы теории подобия и размерности	12	2	4		6
3	Измерение как процесс, основные сведения из метрологии. Средства измерений. Классические измерительные системы.	10	2	2		6
4	Основные постулаты и аксиоматика теории измерений	9	1	2		6
5	Основные адиабатические инварианты и их роль в измерительном процессе	7	1	-		6
6	Элементы современной физической картины мира.	7	1	-		6
7	Стабильность и повторяемость как необходимые условия достижения достоверности и точности результатов измерений.	7	1	-		6
8	Фундаментальные источники погрешностей измерений.	10	2	2		6
9	Принципиальная невозможность полного устранения неопределенности результатов измерений.	6	1	-		5
10	Понятие о принципах и методах измерений.	8	1	2		5
11	Квантовые эффекты и основные физические принципы создания эталонной базы.	9	2	2		5
12	Эталоны как средства измерений.	7	1	-		6
13	Виды эталонов. Государственные первичные эталоны единиц физических величин. Рабочие разрядные эталоны.	10	2	2		6
	Итого:	108	18	16		74
	Всего:	108	18	16		74

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Роль измерительной информации в процессе познания.

1.1 Предмет дисциплины «Физические основы измерений и эталоны». 1.2 Структура курса, его связь с другими дисциплинами, роль и место в подготовке бакалавров по направлению «Стандартизация и метрология». 1.3 Общие понятия об измерительном процессе.

Раздел 2. Методы теории подобия и размерности.

2.1 Понятие величины, объекты измерений. Классификация величин. Размерность физической величины. Система единиц. Формула размерности. 2.2 Теоремы теории размерности. Основные эмпирические отношения между материальными объектами. 2.3 Шкалы, используемые при измерении. 2.4 Особенности формирования оценки принадлежности объекта к классу эквивалентности. Погрешность оценки. 2.5 Применение теории размерности.

Раздел 3. Измерение как процесс, основные сведения из метрологии. Средства измерений. Классические измерительные системы.

3.1 Измерение как физический процесс. Общая характеристика понятия «измерение». 3.2 Основные принятые термины. Характеристика основных элементов измерительного процесса. Классификация измерений. 3.3 Классические измерительные системы. Основные части измерительной системы. Структуры средств измерений. 3.4 Основные понятия о точности измерительной системы. 3.5 Место измерительной техники в АСУ.

Раздел 4. Основные постулаты и аксиоматика теории измерений.

4.1 Аксиоматика теории измерений. Основные постулаты теории измерений. 4.2 Математическая формулировка основного постулата метрологии. Примеры. 4.3 Теоретические модели материальных объектов и процессов. 4.4 Виды моделей. Погрешности теоретических моделей.

Раздел 5. Основные адиабатические инварианты и их роль в измерительном процессе.

5.1 Общие критерии термодинамической устойчивости. 5.2 Принцип Ле-Шателье-Брауна и устойчивость термодинамического равновесия. 5.3 Адиабатические инварианты: свойства.

Раздел 6. Элементы современной физической картины мира.

6.1 Об актуальности создания постнеклассической физики. 6.2 Взгляд на закономерности смены научных парадигм.

Раздел 7. Стабильность и повторяемость как необходимые условия достижения достоверности и точности результатов измерений.

7.1 Основные понятия стабильности измерений. 7.2 Анализ результатов измерений для объяснения эффекта достаточности измерений. Непостоянство закона распределения ошибок во времени. 7.3 Примеры применения методов стабилизации результатов измерения. Метод градуировочного графика. Метод стандартных добавок. Титриметрия.

Раздел 8. Фундаментальные источники погрешностей измерений.

8.1 Статистическая модель тепловых флуктуаций в равновесных системах. Примеры реализации в средствах измерений. 8.2 Флуктуационно-диссипационная теорема. Формулы Найквиста. 8.3 Спектральная плотность флуктуации напряжения и тока в колебательном контуре. 8.4 Эквивалентная температура нетепловых шумов. Основные источники погрешности при измерении температуры с помощью термпар.

Раздел 9. Принципиальная невозможность полного устранения неопределенности результатов измерений.

9.1 Самодвижение материи и его конкретные проявления. Формы существования материи. 9.2 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.

10.1 Основные физические эффекты, положенные в основу измерений. 10.2 Понятие о принципах измерений. 10.3 Понятие о методах измерений. 10.4 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).

Раздел 12. Эталоны как средства измерений. 12.1 Общая характеристика эталонов. Требования, предъявляемые к эталонам.

Раздел 13. Виды эталонов. Государственные первичные эталоны единиц физических величин. Рабочие разрядные эталоны.

13.1 Классификационные признаки эталонов. 13.2 Первичные эталоны основных единиц физических величин. 13.3 Рабочие разрядные эталоны.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1,2	2	Применение теории подобия и размерности для проверки правильности физических законов	4
3	3	Применение теории подобия и размерности для проверки правильности физических законов	2
4	4	Изучение структуры средств измерений и выявление возможных источников формирования погрешностей	2
5	8	Проверка справедливости и экспериментальное исследование основного (второго) постулата метрологии.	2
6	10	Универсальные физические постоянные.	2
7	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 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). – Терминол. 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] : электронный 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–

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.