

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра метрологии, стандартизации и сертификации

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.20 Общая теория измерений»

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.19 Общая теория измерений» 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

расшифровка подписи

Л.Н. Третьяк

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

расшифровка подписи

Л.Н. Третьяк

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

расшифровка подписи

Н.Н. Бигалиева

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

расшифровка подписи

Р.Х. Хасанов

№ регистрации _____

1 Цели и задачи освоения дисциплины

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

Задачи изучения дисциплины:

- изучение измерительного процесса как способа получения объективной (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 Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.21 Физические основы измерений и эталоны*

Постреквизиты дисциплины: *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*

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-3 Использует различные методы анализа результатов и оценки риска при принятии управленческих решений ОПК-1-В-4 Демонстрирует знание методов и средств моделирования процессов управления с использованием различных	Знать: - методы анализа результатов и оценки риска; - математические модели, методы и средства моделирования процессов управления; - принципы создания систем менеджмента;

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	систем менеджмента ОПК-1-В-5 Понимает сущность основных концепций современной теории управления, ориентируется при выборе целей и оптимальной стратегии их достижения	- алгоритмы обработки многократных измерений, используемые при решении различных измерительных задач; - взаимосвязь и влияние способов обработки результатов наблюдений на достоверность принимаемых управленческих решений. Уметь: - анализировать влияние основных (фундаментальных) источников формирования погрешностей на суммарную погрешность (неопределенность) результатов измерений; - применять математические модели, методы и средства моделирования процессов для оценки риска при принятии управленческих решений; Владеть: - способами постановки и проведения экспериментов, имеющих целью оценку качества средств измерений и иной продукции; - алгоритмами обработки многократных измерений, используемыми при решении различных измерительных задач; - методами анализа результатов и оценки риска, основанными на количественных результатах измерительной информации при принятии управленческих решений

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

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

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	4 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108
Контактная работа:	37,5	37,5
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1	1

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	4 семестр	всего
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа: - выполнение курсовой работы (КР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю)	70,5 +	70,5
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	диф. зач.	

Разделы дисциплины, изучаемые в 4-м семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Предметная область теоретической метрологии.	6	2	-	-	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	2	4	-	12
4	Системы единиц физических величин	10	2	-	-	8
5	Математические модели измеряемых величин и средств измерений. Методы измерений	320	4	6	-	22
6	Погрешности и неопределенности измерений	11	3	-	-	8
7	Математическая обработка результатов наблюдений при многократных измерениях	18	4	4	-	10
	Итого:	108	18	18		72
	Всего:	108	18	18		72

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Предметная область метрологии

1.1 Измерительное преобразование. 1.2 Измерение как процесс познания, основные элементы измерений. Измерения, счет, контроль: общее и различия. 1.3 Место измерений в научных исследованиях и производстве. 1.4 Общие понятия из теории погрешностей измерений.

Раздел 2. Формально-логические основания измерения как процесса познания

2.1 Основные понятия: процесс измерений, классификация измеряемых свойств, физические величины, размер физической величины, значения физической величины действительные и истинные, качество. 2.2 Фундаментальные экспериментальные отношения между материальными объектами: отношения эквивалентности и предпочтения. 2.3 Основные свойства отношений эквивалентности и предпочтения.

Раздел 3. Шкалы измерений

3.1 Принцип формирования экспериментальных шкал наименований и порядка на основе отношений эквивалентности и предпочтения. 3.2 Основное уравнение измерений. Понятие «погрешности» применительно к шкалам измерений. 3.2 Принцип формирования количественного значения величины. 3.3 Основное уравнение измерений. Физические шкалы и неоднозначность образов действительности. 3.4 Экспериментальная шкала интервалов. Погрешность измерения количественного значения величины. 3.5 Истинное и действительное значения величины. Математические модели шкал наименований и порядка для количественной величины.

Раздел 4. Системы единиц физических величин.

4.1 Проблемы теоретической метрологии. 4.2 Основные термины и их определения в области единиц физических величин. 4.3 Система физических величин. 4.4 Уравнения связи между величинами.

Раздел 5. Математические модели измеряемых величин и средств измерений. Методы измерений

5.1 Классификация величин: детерминированные и случайные. 5.2 Математические модели детерминированных величин: обобщенный ряд Фурье, ряд Тейлора, интегральное преобразование Фурье, тригонометрический ряд. 5.3 Математические модели случайных величин: скалярные и векторные случайные величины, случайные функции и случайные последовательности. 5.4 Назначение СИ. Математическая модель СИ. в форме статической характеристики. Динамические математические модели СИ. 5.5 Понятие «метод измерений». Классификация методов измерения. 5.6 Понятие методической погрешности. 5.7 Прямой метод измерения и его разновидности.

Раздел 6. Погрешности и неопределенности измерений

6.1 Математическая модель формирования результата измерения. Алгоритмы определения числовых характеристик результата измерения в статическом и динамическом режимах измерений. 6.2 Условие единства измерения относительно погрешности результата измерений и его выражение через условие единства измерения относительно дисперсии и систематической погрешности.

Раздел 7. Математическая обработка результатов наблюдений при многократных измерениях

7.1 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. 7.2 Обработка многократных измерений функции отклика: точечные оценки вектора параметров математической модели, функции отклика и дисперсии. 7.3 Структура систематической погрешности и дисперсия оценки функции отклика. Интервальная оценка функции отклика, оценка адекватности математической модели функции отклика. 7.4 Обработка многократных измерений при оценке статической характеристики. Линейная математическая модель статической характеристики. Точечная оценка вектора коэффициентов модели и дисперсии. 7.5 Оценка адекватности линейной модели. Исключение систематической погрешности на основе адекватной линейной модели. Интервальная оценка статической характеристики. 7.6 Алгоритмы определения числовых характеристик погрешности применительно к прямому и косвенному методам.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1-2	2	Изучение принципов функционирования единого эталона «скорость - частота- время»	4
3	3	Проверка справедливости основного уравнения измерений на основе моделирования измерительного процесса	2
4	3	Согласование точности вычислений с точностью измерений.	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
5	5	Изучение структуры средств измерений и выявление возможных источников формирования погрешностей	2
6-7	5	Нахождение градуировочной характеристики в зависимости от заданной точности измерения.	4
8	7	Исключение грубых погрешностей результатов наблюдений	4
		Итого:	18

4.4 Курсовая работа (4 семестр)

Обработка результатов наблюдений при многократных измерениях физической величины (на примере объекта измерений)

Типовая формулировка темы курсовой работы:

Обработка результатов наблюдений при многократных измерениях

«_____» (наименование физической величины)

Примеры формулировки тем курсовой работы:

- 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;
- Обработка результатов наблюдений при многократных измерениях содержания серы в нефти и нефтепродуктах.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Бастраков, В. М. Метрология : учебное пособие : [16+] / В. М. Бастраков ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2016. – 288 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461556>. – Библиогр.: с. 279-280. – ISBN 978-5-8158-1756-2. – Текст : электронный.

2 Общая теория измерений : практикум : учебное пособие : [16+] / О. П. Дворянинова, Н. Л. Клейменова, О. А. Орловцева, А. Н. Пегина ; науч. ред. О. П. Дворянинова ; Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – 113 с. : табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482040> (дата обращения: 22.04.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-00032-300-7. – Текст : электронный.

3 Третьяк, Л. Н. Основы теории и практики обработки экспериментальных данных [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология, 27.03.02 Управление качеством и по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / Л. Н. Третьяк, А. Л. Воробьев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 6.13 Мб). – Оренбург : Университет, 2015. – 215 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 5.0. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/9125_20151105.pdf – ISBN 978-5-7410-1282-6.

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.

2 Крылова, Г. Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии : учебник / Г. Д. Крылова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юнити-Дана, 2017. – 672 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684557>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-238-01295-7. – Текст : электронный.

3 Тарасова, О. Г. Метрология, стандартизация и подтверждение соответствия : учебное пособие : [16+] / О. Г. Тарасова, Э. А. Анисимов ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2019. – 80 с.: табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612666>. – ISBN 978-5-8158-2127-9. – Текст : электронный.

4 Голых, Ю. Г. Метрология, стандартизация и сертификация. Lab VIEW: практикум по оценке результатов измерений : учебное пособие / Ю. Г. Голых, Т. И. Танкович ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2014. – 140 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364557>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7638-2927-3. – Текст : электронный.

5 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. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141932>. – ISBN 978-5-89448-832-5. – Текст : электронный.

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 досту-

па 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. Общая теория измерений [Электронный ресурс] : электронный учебный курс в системе Moodle / Л. Н. Третьяк, Д. А. Косых, П. О. Андреев; Оренбург. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург : ОГУ, [2021–2023].– Режим доступа: Электронные курсы ОГУ в системе обучения moodle. – https://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=3799.

15. Третьяк, Л. Н. Общая теория измерений [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". – Электрон. дан. – Оренбург : ОГУ, [2020–2023].– Режим доступа: https://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=2378.

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.