

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины. Целью изучения дисциплины «Теория измерений» является создание теоретического фундамента под изучение специальных дисциплин, освоение методов получения достоверной измерительной информации и правильного её использования, алгоритмизация процессов измерения, синтез и анализ математических моделей, системный подход при подготовке и проведении измерений физических величин.

Задачи изучения дисциплины:

- Изучение аксиоматики и методологии теории измерений.
- Освоение методов получения и обработки достоверной измерительной информации.
- Развитие навыков синтеза и анализа математических моделей измерений.
- Формирование системного подхода к подготовке и проведению измерений физических величин.

Дисциплина направлена на формирование общепрофессиональной (ОПК-2) и профессиональной (ПК-2) компетенций выпускника магистратуры.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в формируемую участниками образовательных отношений часть блока 1 подготовки обучающихся по направлению 03.04.03 Радиофизика.

Дисциплина реализуется кафедрой электроники и радиофизики.

Основывается на базе дисциплин: «Высшая математика», «Физический практикум», «Численные методы и математическое моделирование», «Метрология, стандартизация и технические измерения».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Радиофизические системы», «Техническая электродинамика».

Дисциплина способствует углубленной подготовке к решению специальных практических профессиональных задач и формированию необходимых компетенций.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак. ч.), практические (36 ак. ч.) занятия и самостоятельная работа обучающегося (72 ак. ч.). Дисциплина изучается в 1 семестре.

Для очно-заочной формы обучения программой дисциплины предусмотрены лекционные (16 ак.ч.), практические (12 ак.ч.), занятия и самостоятельная работа студента (116 ак.ч.). Дисциплина изучается в 1 семестре.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Теория измерений» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен определять сферу внедрения результатов прикладных научных исследований в области своей профессиональной деятельности	ОПК-2	ОПК-2.1. Пользуется современными средствами измерения и контроля и обосновывает выбор таких средств для решения конкретных прикладных задач в области профессиональной деятельности
Способен критически анализировать современные инженерно-физические проблемы, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, анализировать, обобщать и применять полученные результаты	ПК-2	ПК-2.1. Умеет выбирать подходящие методы измерений для конкретных инженерно-физических задач и объектов, понимает навыки работы с измерительным оборудованием и приборами, а также способен оценивать их характеристики. ПК-2.2. Умеет ставить задачи в области профессиональной деятельности, предлагать пути их решения; разрабатывать и применять наиболее подходящие теоретические и экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты.

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		1
Аудиторная работа, в том числе:	72	72
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	36	36
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	-	-
Домашнее задание (индивидуальное задание)	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	6	6
Аналитический информационный поиск	-	-
Работа в библиотеке	-	-
Подготовка к экзамену	21	21
Промежуточная аттестация – экзамен	Э	Э
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	144	144
з.е.	4	4

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 6 тем:

- тема 1. Исходные положения.
- тема 2. Аксиомы теории измерений.
- тема 3. Однократное измерение.
- тема 4. Многократные измерения.
- тема 5. Качество измерений.
- тема 6. Методы обработки результатов измерений.

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1-й семестр							
1	Исходные положения теории измерений	Роль измерений в науке и технике. Примеры применения измерений в радиофизике (настройка антенн, анализ электромагнитных полей). Основные понятия. Средства измерений. Погрешность. Классификация измерений.	2	Измерение физических величин с оценкой погрешностей.	2	-	-
2	Аксиомы теории измерений	Формализация измерений. Модель измерения как отображения физической величины в числовую форму. Условия корректности измерений: однозначность, воспроизводимость. Аксиоматика метрологии. Аддитивность. Транзитивность. Инвариантность. Примеры применения аксиом.	4	Решение задач на проверку выполнения аксиом в конкретных экспериментах	4	-	-
3	Однократное измерение: принципы и алгоритмы	Алгоритмы однократных измерений. Выбор средства измерений: точность, диапазон, условия эксплуатации. Учет внешних факторов. Оценка неопределенности. Типы неопределенностей. Примеры из радиофизики.	6	Проработка методов оценки неопределенностей. Метод "наибольшей погрешности". Расчет по паспортным данным различных приборов.	6	-	-
4	Многократные измерения и их особенности	Статистические методы. Расчет среднего арифметического, медианы, моды. Дисперсия, стандартное отклонение (СКО), коэффициент вариации. Доверительные интервалы. Особенности многократных измерений. Учет временной стабильности измерительной системы. Автокорреляция данных: методы обнаружения и устранения.	8	Обработка данных серий измерений различных измерительных систем.	8	-	-

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
5	Качество измерений: критерии и оценка	Метрологические характеристики. Точность (близость к истинному значению). Сходимость (повторяемость в одинаковых условиях). Воспроизводимость (повторяемость в разных условиях). Погрешность как интегральный показатель. Чувствительность метода к внешним воздействиям. Требования ГОСТ. Соответствие международным стандартам.	8	Анализ результатов измерений с разных приборов: сравнение точности и сходимости.	8	-	-
6	Методы обработки результатов измерений	Линейная и нелинейная регрессия. Оценка адекватности модели (критерий Фишера). Критерий Шовене. Критерий Диксона. Визуальный анализ графиков (выбросы на диаграммах). Построение графиков (линейные, логарифмические шкалы). Гистограммы распределения, диаграммы рассеяния.	8	Обработка данных измерений: исключение выбросов, построение регрессионной модели	8	-	-
Всего аудиторных часов за 1-й семестр			36	36		-	
Всего аудиторных часов за семестр			36	36		-	

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очно-заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1-й семестр							
1	Исходные положения теории измерений	Роль измерений в науке и технике. Примеры применения измерений в радиофизике (настройка антенн, анализ электромагнитных полей). Основные понятия. Средства измерений. Погрешность. Классификация измерений.	2	Измерение физических величин с оценкой погрешностей.	2	-	-
2	Аксиомы теории измерений	Формализация измерений. Модель измерения как отображения физической величины в числовую форму. Условия корректности измерений: однозначность, воспроизводимость. Аксиоматика метрологии. Аддитивность. Транзитивность. Инвариантность. Примеры применения аксиом.	2	Решение задач на проверку выполнения аксиом в конкретных экспериментах.	2	-	-
3	Однократное измерение: принципы и алгоритмы	Алгоритмы однократных измерений. Выбор средства измерений: точность, диапазон, условия эксплуатации. Учет внешних факторов. Оценка неопределенности. Типы неопределенностей. Примеры из радиофизики.	2	Проработка методов оценки неопределенностей. Метод "наибольшей погрешности". Расчет по паспортным данным различных приборов.	2	-	-
4	Многократные измерения и их особенности	Статистические методы. Расчет среднего арифметического, медианы, моды. Дисперсия, стандартное отклонение (СКО), коэффициент вариации. Доверительные интервалы. Особенности многократных измерений. Учет временной стабильности измерительной системы. Автокорреляция данных: методы обнаружения и устранения.	4	Обработка данных серий измерений различных измерительных систем.	2	-	-

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
5	Качество измерений: критерии и оценка	Метрологические характеристики. Точность (близость к истинному значению). Сходимость (повторяемость в одинаковых условиях). Воспроизводимость (повторяемость в разных условиях). Погрешность как интегральный показатель. Чувствительность метода к внешним воздействиям. Требования ГОСТ. Соответствие международным стандартам.	2	Анализ результатов измерений с разных приборов: сравнение точности и сходимости.	2	-	-
6	Методы обработки результатов измерений	Линейная и нелинейная регрессия. Оценка адекватности модели (критерий Фишера). Критерий Шовене. Критерий Диксона. Визуальный анализ графиков (выбросы на диаграммах). Построение графиков (линейные, логарифмические шкалы). Гистограммы распределения, диаграммы рассеяния.	4	Обработка данных измерений: исключение выбросов, построение регрессионной модели	2	-	-
Всего аудиторных часов за 1-й семестр			16	12		-	
Всего аудиторных часов за семестр			16	12		-	

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-2, ПК-2	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (2 коллоквиума) – всего 60 баллов;
- за выполнение практических работ – всего 40 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Экзамен по дисциплине проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время экзамена студент имеет право повысить итоговую оценку. Экзамен по дисциплине проводится в форме устного экзамена по вопросам, представленным ниже, либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее задание

В качестве домашнего задания обучающиеся выполняют:

- проработка лекционного материала;
- выполнение практических заданий.

6.3 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

1. Что такое измеряемая величина?
2. Какие виды погрешностей измерений вы знаете?
3. Что такое аксиомы теории измерений?
4. В чем разница между прямыми и косвенными измерениями?
5. Что такое многократные измерения?
6. Какие методы используются для оценки качества измерений?
7. Что такое доверительный интервал?
8. Какие стандарты регулируют проведение измерений?
9. Как рассчитать абсолютную и относительную погрешность измерения?
10. Как определить наличие грубых погрешностей в серии измерений?
11. Как построить гистограмму распределения результатов измерений?
12. Как рассчитать доверительный интервал для серии измерений?
13. Как провести регрессионный анализ для обработки данных измерений?
14. Как оценить неопределенность однократного измерения?
15. Как выбрать средство измерений для конкретной задачи?

6.4 Вопросы для подготовки к экзамену.

1. Что такое измерение?
2. Какие основные этапы включает процесс измерения?
3. Что такое физическая величина?
4. Какие виды единиц измерения вы знаете?

5. Что такое средство измерений?
6. Какие типы погрешностей измерений существуют?
7. Что такое систематическая погрешность?
8. Что такое случайная погрешность?
9. Что такое грубая погрешность?
10. Как классифицируются измерения по способу получения результата?
11. Что такое прямые измерения?
12. Что такое косвенные измерения?
13. Что такое абсолютные измерения?
14. Что такое относительные измерения?
15. Что такое статические измерения?
16. Что такое динамические измерения?
17. Что такое однократное измерение?
18. Что такое многократное измерение?
19. Что такое точность измерений?
20. Что такое сходимост ь измерений?
21. Что такое воспроизводимост ь измерений?
22. Что такое неопределенност ь измерений?
23. Что такое доверительный интервал?
24. Как рассчитывается среднее арифметическое значение?
25. Как рассчитывается дисперсия результатов измерений?
26. Как рассчитывается стандартное отклонение?
27. Что такое коэффициент вариации?
28. Что такое гистограмма распределения?
29. Что такое регрессионный анализ?
30. Как исключить грубые погрешности из результатов измерений?
31. Что такое критерий Шовене?
32. Что такое критерий Диксона?
33. Что такое аксиомы теории измерений?
34. Что такое аддитивност ь в теории измерений?
35. Что такое транзитивност ь в теории измерений?
36. Что такое инвариантност ь в теории измерений?
37. Что такое эталон измерения?
38. Что такое поверка средств измерений?
39. Что такое калибровка средств измерений?
40. Что такое метрологическая характеристика средства измерений?
41. Что такое чувствительност ь средства измерений?

- 42. Что такое диапазон измерений?
- 43. Что такое погрешность средства измерений?
- 44. Что такое класс точности средства измерений?
- 45. Что такое нормативные документы в метрологии?
- 46. Что такое ГОСТ?
- 47. Что такое стандарт ISO?
- 48. Что такое метод измерений?
- 49. Что такое методика выполнения измерений?

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Перминов, Б. А. Теория измерений вариационных отклонений параметров: монография / Б. А. Перминов, В. Б. Перминов. - Москва: БИБЛИО-ГЛОБУС, 2019. - 240 с. - ISBN 978-5-907063-52-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1979067> (дата обращения: 18.05.2024).

Дополнительная литература

1. Грибанов, Д. Д. Общая теория измерений: монография / Д.Д. Грибанов. — М.: ИНФРА-М, 2018. - 116 с. — (Научная мысль). — www.dx.doi.org/10.12737/11915. - ISBN 978-5-16-010766-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/947760> (дата обращения: 18.05.2024).

2. Арутюнов, П.А. Теория и применение алгоритмических измерений / П.А. Арутюнов. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 256 с.: ил. — ISBN 5-283-1519-X. (2 экз).

3. Пиотровский, Я. Теория измерений для инженеров: пер. с польск. / Я. Пиотровский; под ред. Р.Н. Овсянникова. — М.: Мир, 1989. — 336 с.: ил. + прил. — ISBN 5-03-001085-8. (10 экз).

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт. — Алчевск. — URL: <https://library.dontu.ru>. — Текст: электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова: официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст: электронный.

3. Консультант студента: электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст: электронный.

4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст: электронный.

5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст: электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Аудитории для проведения лекционных и практических занятий, для самостоятельной работы:	
<i>Компьютерный класс</i> Персональные компьютеры, локальная сеть с выходом в Internet, проектор Epson, мультимедийный экран	ауд. <u>434</u> корп. <u>главный</u>
<i>Лаборатории физических измерений</i> Электронный осциллограф, тематические стенды	ауд. <u>413, 422</u> корп. <u>главный</u>

Лист согласования РПД

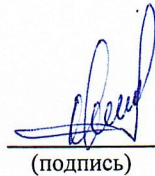
Разработал
старший преподаватель
кафедры электроники и радиофизики
(должность)



(подпись)

Р.В. Эссельбах
(Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой
электроники и радиофизики



(подпись)

А.М.Афанасьев
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания
кафедры электроники и радиофизики от 30.08.2024г.

И.о. декана факультета информационных
технологий и автоматизации
производственных процессов



(подпись)

В.В. Дьячкова
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической комиссии
по направлению подготовки
03.04.03 Радиофизика
(магистерская программа
«Инженерно-физические
технологии в промышленности»)



(подпись)

А.М.Афанасьев
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра



(подпись)

О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	